

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Брестский областной комитет
природных ресурсов и охраны
окружающей среды

Государственное объединение
«Брестмелиоводхоз»

**АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

**Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции**

Часть I

6-8 апреля 2016 г.

Брест 2016

УДК [502/504+628.1.034]

Рецензенты:

В.В. Тур, доктор технических наук, профессор,
УО «Брестский государственный технический университет»

В.И. Желязко, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

М.А. Богдасаров, доктор геолого-минералогических наук, профессор,
УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Редакционная коллегия:

Председатель:

А.А. Волчек, доктор географических наук, профессор, декан факультета инженерных систем и экологии БрГТУ

Зам. председателя:

О.П. Мешик, к.т.н., доцент, зав. кафедрой природообустройства БрГТУ.

Члены редакционной коллегии:

Арвидас Повилайтис – д.т.н., профессор, директор института Инженерии Водных Ресурсов университета Александра Стулгинскиса;

Э.А. Тур – к.т.н., доцент, зав. кафедрой инженерной экологии и химии БрГТУ;

Г.А. Волкова – к.т.н., доцент, и. о. зав. кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов БрГТУ;

В.Г. Новосельцев – к.т.н., доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции БрГТУ;

Н.П. Яловая – к.т.н., доцент, директор института повышения квалификации и переподготовки кадров БрГТУ;

В.С. Северянин – д.т.н., профессор, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции БрГТУ;

М.В. Борушко – преподаватель кафедры иностранных языков по техническим специальностям.

А 43 **Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания:** научные статьи Международн. науч.-практ. конф., Брест 6-8 апр. 2016 г.: в 2-х частях / УО «Брестск. гос. техн. ун-т»; под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2016. – Ч.1. – с. 340.

ISBN 978-985-493-359-7

ISBN 978-985-493-358-0

В сборнике представлены статьи, подготовленные участниками международной научно-практической конференции «Актуальные научно-технические и экологические проблемы среды обитания», которая состоялась 6-8 апреля 2016 г. на факультете инженерных систем и экологии БрГТУ. Издается в 2-х частях. Часть 1.

УДК [502/504+628.1.034]

ISBN 978-985-493-358-0
ISBN 978-985-493-359-7 (Ч.1)

© Издательство БрГТУ, 2016

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.6(09)

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭКОЛОГИИ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Волчек А.А., Мороз М.Ф.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, Volchak@tut.by

The article is dedicated to the history of Engineering Systems and Ecology faculty buildup. The review covers structural departments of the faculty and their development. Names of faculty graduates in executive positions are reported, as far names of those who have defended a thesis or teaching in the university departments. Future tasks are specified.

История факультета

В 1971 году был образован гидромелиоративный факультет, которым успешно руководил в период с 1971 по 1976 гг. доцент, к.т.н., профессор Карасев Б.В. (фото 1). Именно так в своё время назывался факультет инженерных систем и экологии. Достойным преемником Бориса Васильевича Карасёва на должности декана, которому предложено было возглавить новый факультет водоснабжения и канализации, созданного на базе гидромелиоративного (1976), стал доцент, к.т.н. Стефаненко Ю.В. (1976–1982). В период с 1982 по 1984 гг. факультетом водоснабжения и канализации руководил доцент, к.т.н. Васильченко В.Т. В 1984 г. факультеты вновь были объединены под руководством доцента Стефаненко Ю.В., который проработал на должности декана факультета водоснабжения и гидромелиорации 30 лет. В 2009 году факультет возглавил профессор, д.г.н. Волчек А.А. В 2014 году приказом №08 от 22.01.2014 года факультет переименован в факультет инженерных систем и экологии (ФИСЭ). Обязанности заместителя декана с 1978 по 1986 гг. исполнял доцент, к.т.н. Водчиц Н.Н.; с 1986 по 1994 гг. – доцент Кирилюк Н.И.; с 1994 года и по настоящее время – доцент Мороз М.Ф.



Карасев Б.В.



Стефаненко Ю.В.



Васильченко В.Т.



Волчек А.А.

Фото 1 – Деканы факультетов

В настоящее время факультет осуществляет подготовку инженеров по специальностям: «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» (с присвоением квалификации «инженер-строитель»); «Мелиорация и водное хозяйство» (с присвоением квалификации «инженер»); «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» (с присвоением квалификации «инженер-строитель»); «Природоохранная деятельность» (с присвоением квалификации «Эколог. Инженер по охране окружающей среды»).

Подразделения факультета

В состав факультета входит 5 кафедр: кафедра природообустройства; кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов; кафедра теплогазоснабжения и вентиляции; кафедра инженерной экологии и химии; кафедра начертательной геометрии и инженерной графики.

История **кафедры природообустройства берёт своё начало со структурного подразделения** – кафедры сельскохозяйственных мелиораций, которая была создана 20 декабря 1972 года. В период с 1972 по 1978 гг. структурным подразделением успешно руководил доцент, к.т.н. Рылов В.Н. Через непродолжительное время его сменил на этой должности избранный по конкурсу доцент, к.т.н. Валуев В.Е. (1978–1988). В 1976 году на базе вышеназванной кафедры было организовано ещё одно структурное подразделение – кафедра гидротехнических сооружений под руководством избранного по конкурсу доцента, к.т.н., ныне профессора Шведовского П.В. (1976–1982). С 1982 по 1985 гг. кафедру возглавлял доцент, к.т.н., ныне профессор, д.э.н. Высоцкий О.А.

С 1985 г. заведующим структурного подразделения стал доцент, к.т.н. Водчиц Н.Н. В 1987 г. было принято решение объединить два структурных подразделения, что нашло отражение даже в названии кафедры – кафедра сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций, руководство которой продолжил бывший руководитель кафедры гидротехнических сооружений Водчиц Н.Н. 1 февраля 2014 года кафедра переименована в кафедру «Природообустройства, заведующим которой избран доцент, к.т.н. Мешик О.П. (фото 2).



Фото 2 – Заведующий кафедрой природообустройства доцент, к.т.н. Мешик О.П.

Сегодня под руководством Олега Павловича кафедра квалифицированно, со знанием дела решает стоящие перед ней научные проблемы: повышение эффективности мелиорации на основе совершенствования систем и методов регулирования водно-воздушного режима почв, приемов рационального управления мелиоративными системами и сооружениями с учетом требований к повышению плодородия земель и охране окружающей среды; исследования колебаний климата и разработка мероприятий по адаптации экономики Беларуси к возможным негативным климатическим воздействиям; проблемы гидрологического режима водных объектов (рек и озер) Беларуси.

Кафедра является выпускающей по двум специальностям первой ступени высшего образования: 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство», 1-33 01 07

«Природоохранная деятельность». Под руководством преподавателей кафедры осуществляется подготовка магистров технических наук по специальностям: 1-74 80 02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель», 1-33 80 01 «Экология»; а также кадров высшей квалификации через аспирантуру БрГТУ по специальности 25.00.36 «Геоэкология».

Филиалы, которыми располагает кафедра (филиалы образованы и функционируют в ОАО «Полесьегипроводхоз» (г. Пинск) и Брестском ПМС УП «Брестводстрой»), оказывают неоценимую помощь в организации и проведении учебных и производственных практик студентов, в руководстве дипломным проектированием.

Брестская гидрологическая школа, созданная на кафедре под руководством профессора, д.г.н. Волчека А.А., обеспечивает участие молодых ученых и студентов в государственных научных программах, госдоговорных, хоздоговорных НИР, НИРС, в конкурсах и олимпиадах, которые регулярно проводятся на республиканском и международном уровнях, успешное написание и защиту диссертационных исследований. Не случайно четверо воспитанников гидрологической школы (Волчек Ан.А., Шелест Т.А., Дашкевич Д.Н., Бульская И.В.) в период обучения в аспирантуре получали стипендии Президента Республики Беларусь. Инициативная, талантливая молодёжь имеет возможность развивать свой научный потенциал в рамках работы научных кружков: «Геоэколог», «Гидролог», «Дренаж». Студенты специальности 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» неоднократно занимали призовые места на Международном конкурсе профессионального мастерства, проводимого вузами Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины.

История кафедры водоснабжения, водоотведения и охрана водных ресурсов начинается с 1969 года. Первоначальное её название – кафедра гидравлики и водоснабжения. За свою почти пятидесятилетнюю историю цели и задачи, которые ставило руководство перед кафедрой, менялись, о чём свидетельствуют и названия кафедры: кафедра очистки воды, канализации и сантехники (1971–1975); кафедра гидравлики и водоснабжения (1975–1977); кафедра водоснабжения и очистки природных вод (1977–1981); кафедра водоснабжения, водоотведения и технологии воды (1981–1982); кафедра водных ресурсов и систем (1982–1988); кафедра водо-снабжения, водоотведения и канализации (1988–1998); кафедра водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения (1998–2009); кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов (2009– по настоящее время).



Фото 3 – Исполняющая обязанности заведующего кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов доцент, к.т.н. Волкова Г.А.

В настоящее время кафедра готовит инженеров-строителей по специальности «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» (1 степень образования) по двум специализациям: «Системы водоснабжения и водоотведения», «Очистка природных и сточных вод»; магистров технических наук (2-ая степень образования); специалистов высшей квалификации (подготовка через аспирантуру).

Научные направления кафедры: разработка перспективных технологий и сооружений для очистки природных и сточных вод; деструктивная очистка природных и сточных вод от стойких органических загрязнений: фенолов, красителей; пестицидов, синтетических поверхностно-активных веществ, лекарственных препаратов и др.; обработка промывных вод станций обезжелезивания воды; разработка струйных комплексов; оценка технического состояния элементов систем водоснабжения и водоотведения, разработка рекомендаций их реконструкции; разработка научно обоснованных нормативов водопотребления и водоотведения; рекомендации по их очистке. Решением этих и других научных проблем в разные годы занимались преподаватели кафедры под руководством заведующего кафедрой доцента, к.т.н. Карасева Б.В. (1969–1973); заведующего кафедрой доцента, к.т.н. Кравцова М.В. (1973–1976); заведующего кафедрой доцента, к.т.н. Строкача П.П. (1976–1980); заведующего кафедрой доцента, к.т.н. Голуба М.В. (1980–1981); заведующего кафедрой доцента, к.т.н. Новикова В.М. (1981–1982); заведующего кафедрой доцента, к.т.н. Васина Н.В. (1982–1988); заведующего кафедрой доцента, к.т.н. Яромского В.Н. (1988–2002); исполняющего обязанности заведующего кафедрой профессора, д.т.н. Северянина В.С. (2002); заведующего кафедрой доцента, к.т.н. Житенева Б.Н. (2002–2014); с 2014 обязанности заведующего кафедрой исполняет доцент, к.т.н. Волкова Г.А. (фото 3).

Преподаватели кафедры успешно занимаются научно-исследовательской работой. Результаты исследований по теме «Разработка перспективных технологий и сооружений для очистки природных и сточных вод» внедрены в ТКП 45-4.01-180-2009 (02250) «Сооружения водоподготовки. Осветление и обесцвечивание воды. Правила проектирования». – Минск, 2009, (ответственный разработчик – к.т.н., доцент Житенёв Б.Н.). В результате выполнения хоздоговорной темы «Исследование физико-химических свойств дренажных вод мелового карьера и разработка научно обоснованных рекомендаций по их очистке» (авторы – доцент, к.т.н. Житенев Б.Н.; к.т.н. Белов С.Г.; м.т.н. Наумчик Г.О., инженер-исследователь Рыбак Е.С.) была предложена принципиальная схема очистки и технология дестабилизации коллоидных растворов дренажных вод меловых залежей.

Плодотворное сотрудничество наладила кафедра с Белостокским политехническим институтом, университетом им. Марии Кюри-Складовской; с огромной заинтересованностью и большой отдачей принимают участие сотрудники кафедры в осуществлении Проекта по снижению эвтрофикации Балтийского моря («ProjectonReductionoftheEutrophicationoftheBalticSeaToday (PRESTO)»).

На кафедре результативно работают научные студенческие кружки («Вода и жизнь», «Оксиаква», «Ион», «Чистая вода», «Экотех»), функционирует научная школа «Разработка перспективных технологий и сооружений для очистки природных и сточных вод» (создатель и научный руководитель – доцент, к.т.н. Житенёв Б.Н.).



Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции основана 1 сентября 2009 года, заведующим кафедрой является доцент, к.т.н. Новосельцев В.Г. (фото 4).

Фото 4 – Заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции доцент, к.т.н. Новосельцев В.Г.

Кафедра осуществляет подготовку студентов по специальности «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна», которая была открыта в университете в 2008 году.

Создание новых высокоэффективных огневых устройств, нетрадиционная энергетика, исследование и оптимизация работы современных систем отопления, вентиляции, теплоснабжения – вот далеко не полный перечень основных научных направлений кафедры. Тематика разработок, а на сегодняшний день только запатентованных разработок насчитывается около 200, соответствует общемировым направлениям развития новых технологий. Приятно констатировать тот факт, что устройства для парогазогенерации в технологиях термовлажностной обработки внедрены на заводах ЖБК в г. Гродно, г. Лунинце, г. Орше, г. Бресте). По результатам исследований заключен лицензионный договор с Брестским радиотехническим заводом, результаты НИР внедрены в производство, а также в учебный процесс, аспирантами получены гранты МО РБ и БРФФИ, поддерживаются связи с родственными производственными организациями, в том числе Польши, Казахстана, России.

На кафедре успешно функционирует научная школа Северянина В.С. – профессора, д.т.н., почетного профессора Брестского государственного технического университета, академика общественных объединений «Белорусская инженерная академия» и «Белорусская академия социальных наук», лауреата премии Национальной академии наук Беларуси.

Научно-исследовательская лаборатория ПУЛЬСАР, созданная профессором Северяниным В.С., входит в состав научно-исследовательской части университета и кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. Тут ведутся исследования и разработки в области как традиционной, так и альтернативной энергетики, основанные на интенсификации физических процессов и новых технических решений. Результаты исследований лаборатории опубликованы в многочисленных научных трудах, разработки защищены более чем двумястами патентами на изобретения и полезные модели, защищено четыре кандидатских диссертации. Изобретения лаборатории – парогазогенератор, ветроустановки, гелиоустановки, различные огневые устройства, использующие пульсирующее горение топлива, – широко применяются на производстве.

Кафедра инженерной экологии и химии образована в 1998 году. Тем не менее, она принадлежит к числу старожилов университета. История кафедры своими корнями уходит в далёкий 1966 год, когда была создана кафедра химии, которую возглавил доцент, к.х.н. Кондратьев В.М. (1966–1972). Большой вклад в создание кафедры внесли заведующий кафедрой доцент, к.х.н. Шварц Б.Н. (1972–1974), заведующий кафедрой профессор, д.х.н. Зинович С.К. (1974–1990); исполняющий обязанности заведующего кафедрой профессор, к.т.н. Строкач П.П. (1990–1995), который в 1995 году возглавил новое структурное подразделение – кафедру экология. В 1998 году в результате объединения вышеназванных кафедр образуется «Кафедра инженерной экологии и химии» во главе с профессором, к.т.н. Строкачем П.П. Его преемником стал доцент, к.т.н. Басов С.В. (2005–2015), которого в 2015 году сменила доцент, к.т.н. Тур Э.А. (фото 5).



Фото 5 – Заведующая кафедрой инженерной экологии и химии доцент, к.т.н. Тур Э.А.

Научные направления кафедры: исследование состава природных и сточных вод и разработка методов их электрохимической очистки; исследование влияния модифицирующих добавок на процессы гидратации, структурообразования и твердения минеральных вяжущих и систем на их основе; методика преподавания химических и экологических дисциплин; разработка, исследование и внедрение в производство новых лакокрасочных материалов различного назначения; физико-химические исследования минеральных растворов и окрасочных составов зданий, являющихся объектами историко-культурного наследия Республики Беларусь.

Теория и практика на кафедре неразрывно взаимосвязаны между собой. С преподавателем-практиком учёба идёт веселее. В этом могли убедиться студенты благодаря умелому подходу профессорско-преподавательского состава кафедры к учебному процессу. Доцент, к.т.н. Тур Э.А. преподавательскую деятельность длительный период времени сочетала с производственной: главный технолог ЧУПП «Кондор» (1998–2002), главный технолог ЧУПП «Строительная техника и материалы» (2002–2009), с 2010 г. по настоящее время – научный консультант филиала «Брестреставрацияпроект», участник разработки государственного стандарта СТБ 1520-2005 «Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог». Доцент Халецкий В.А. – исполняющий обязанности главного технолога ЧУПП «Кондор» (2002–2009), член технического комитета ТК-25 по лакокрасочным материалам при Госстандарте Республики Беларусь (2005–2009). Доцент, к.т.н. Басов С.В. – представитель межведомственного координационного совета по охране историко-культурного наследия при Брестском областном исполнительном комитете. Доцент, к.б.н. Босак В.Н. – ведущий научный сотрудник Государственного природоохранного учреждения «Национальный парк «Беловежская пуща» (2005–2006).

Кафедра ведёт активную научно-исследовательскую и научно-методическую работу, о чём свидетельствуют научная тема «Оценка пространственно-временных колебаний экологического состояния и гидрохимического режима рек Прибужского Полесья» (руководитель – доцент, к.т.н. Басов С.В.); хозяйственные НИР: «Мероприятия по снижению водно-эрозийных процессов на территории Государственного историко-культурного учреждения Гомельский дворцово-парковый ансамбль» (руководитель доцент, к.б.н. Босак В.Н.); «Проведение научных исследований и разработка экспресс-методики определения ионов аммония в бетонных смесях» (руководитель доцент, к.т.н. Яловая Н.П.); «Выполнение физико-химических исследований строительных материалов по объектам: «Капитальный ремонт жилого дома № 22 по ул. Городничанской в г. Гродно»; «Капитальный ремонт жилого дома № 17 по ул. Малая Троицкая в г. Гродно» (руководитель зав. кафедрой, к.т.н. Тур Э.А.); плодотворное сотрудничество кафедры с Санкт-Петербургским государственным университетом кино и телевидения, Казахским национальным университетом имени аль-Фараби; Институтом Медиа Информатики им. Кароя Эстерхази г. Эгер, Венгрия; Каунасским технологическим университетом Литовской Республики.

Преподаватели кафедры достойно подготовили команду студентов к участию в областном этапе конкурса «Студенты. Безопасность. Будущее» на базе ПАСО Учреждения «Брестское областное управление» МЧС Республики Беларусь (руководители команды – доцент Якимук В.П., ст. преподаватель Прилуцкая О.Е.), которая заняла 1 общекомандное место и неоднократно представляла Брестскую область на республиканском конкурсе, где получала дипломы за 1 место.

Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики – одна из старейших в университете. В скором времени она отметит своё пятидесятилетие. Все преподаватели кафедры, а их на сегодняшний день насчитывается 11 человек, – выпускники вуза-юбилера. В далёком 1966 году в состав кафедры «Начертательной геометрии и инженерной графики» (именно так в те годы называлась кафедра) входило всего 4 человека: заведующий кафедрой Панченко А.А. (1966–1981) и преподаватели Трусъ А.М., Дерещук Е.М. и Горбачева М.Г. После ухода Панченко А.А. на заслуженный отдых кафедрой возглавил доцент, к.т.н. Лысенко В.И. (1981–1994), его преемником стал доцент, к.т.н. Базенков Т.Н. (1994–2009). В настоящее время кафедрой руководит м.т.н. Винник Н.С. (фото 6).



На кафедре успешно используется методология преподавания закреплённых дисциплин с применением компьютерных технологий и ряда графических редакторов (КОМПАС, AutoCAD, Inventor и др.), адаптированных к учебным планам инженерных специальностей.

Фото 6 – Заведующая кафедрой начертательной геометрии и инженерной графики, м.т.н. Винник Н.С.

Совершенствование процесса обучения графическим дисциплинам с использованием инновационных методов является основным научным направлением в деятельности кафедры.

Доброй традицией стало проведение на базе кафедры ежегодных Международных конференций по инновационным методам в изучении и преподавании графических дисциплин в высшей школе.

Учебный процесс на факультете

Факультет готовит инженеров по четырём специальностям:

- 1-74 05 01: Мелиорация и водное хозяйство;
- 1-7004 03: Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов;
- 1-70 04 02 Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна;
- 1-33 01 04 Природоохранная деятельность.

На втором уровне через магистратуру готовят магистров технических наук.

Всего на факультете обучается около 600 студентов очной формы обучения.

На кафедрах факультета работают 3 профессора, 3 доктора наук, 26 кандидатов наук и доцентов. Система обучения на факультете сочетает широкую общетеоретическую и общеинженерную подготовку с глубокой специальной подготовкой. Все кафедры факультета имеют хорошо оборудованные лаборатории и кабинеты. Они оснащены новейшими техническими средствами обучения, вычислительной техникой, приборами и установками. Преподаватели факультета регулярно издают учебные пособия и методические указания, публикуют научные статьи в ведущих национальных и зарубежных изданиях. Ряд научных разработок сотрудников факультета признаны на уровне изобретений. Результаты научных исследований используются в учебном процессе. Ежегодно на кафедрах факультета выполняется более 100 дипломных проектов по важнейшей тематике, учитывающей специфику деятельности проектных, научно-исследовательских, производственных (строительных, эксплуатирующих ин-

женерных систем) организаций. До 80 % дипломных проектов выполняются студентами с использованием собственного опыта научно-исследовательской работы, накопленного за период обучения в университете.

Совершенствованию подготовки специалистов способствует работа и сотрудничество с предприятиями г. Бреста, где созданы филиалы кафедр и проводятся лабораторные занятия (проектный институт «Полесьегипромелиоводхоз», Брестский водоканал, Брестское ПМС).

Научно-исследовательская работа студентов (НИРС) организуется как неотъемлемая часть многогранного учебного процесса. Научные исследования студенты осуществляют в соответствии с тематическими планами. На факультете действует студенческое научное объединение «ВЭМ», в рамках которого студенты получают первый и закрепляют накопленный опыт научных исследований. Результаты деятельности студенческого научного объединения – студенческие конкурсные работы – высоко оцениваются республиканской конкурсной комиссией. Так под руководством ведущих ученых факультета в 2014 году 6 работ получили категории, а уже в 2015 количество работ, отмеченных высокой категорией, достигло 8.

Кафедры факультета проводят конференцию – заседания специализированных секций и выставки разработок студентов в рамках университетской «Недели науки». В данных мероприятиях принимают участие все студенты факультета. Наиболее успешная их часть (до 80 %) выступает с докладами по наиболее актуальным проблемам. Наиболее активные и успешные в научном плане студенты получают индивидуальные надбавки к стипендиям и рекомендации к поступлению в магистратуру.

Воспитательная работа на факультете

Воспитательная работа среди студентов факультета осуществляется по утвержденным годовым планам, которые включают основные направления патриотического, экологического воспитания, здорового образа жизни современного человека.

Решаются проблемы развития способностей и талантов студентов через творческие коллективы художественной самодеятельности и КВН. Активно участвуют студенты в традиционных конкурсах «Новые звезды БрГТУ», «Студенческая весна БрГТУ», выступают с концертами перед ветеранами, проводят вечера отдыха в общежитии. По итогам ежегодно проводимого смотра-конкурса творчества студентов первого курса «Новые Звезды БрГТУ» звания «Звездная группа БрГТУ» удостоились академические группы: в 2011 г. – М138; 2012 г. – М140 и ПД3; 2014 г. – ТВ12; 2015 г. – ТВ13.

Особое место уделяется волонтерскому движению. Известно, что стать волонтером может каждый, для этого нужно лишь огромное желание помочь другим. В любом обществе всегда есть люди, для которых способ самореализации или самовыражения – это добровольная помощь другим, нужно только организовать этих людей на благотворительную деятельность. 23 июня 2004 года силами волонтеров факультета под руководством заместителя декана факультета Мороза М.Ф. был восстановлен обелиск на месте расстрела 11 мирных жителей в дер. Чернавчицы, изготовлена и установлена мемориальная доска с именами расстрелянных, проведено благоустройство территории возле памятника, высажены живые цветы. В 2004 году волонтеры факультета организовали сбор средств на приобретение радиоаппаратуры для Республиканского центра ме-

дицинской реабилитации детей с психоневрологическими заболеваниями, волонтеры неоднократно весной оказывали помощь по благоустройству закрепленной за Центром территории. Волонтеры факультета, совместно с Брестским межрайонным культурно-просветительским объединением «ЗОВ», принимали участие в восстановлении родников в д. Верхи Каменецкого и д. Пожежин Брестского районов.

Начиная с 2006 года, постоянно поддерживается связь с Центром коррекционно-развивающего обучения и реабилитации «Веда» Московского района г. Бреста, силами студентов ежегодно проводятся театрализованные представления с новогодними поздравлениями и вручением подарков.

Ежегодно силами студентов факультета проводится акция «*Ветеран живет рядом*». Акция включает посещение ветеранов ВОВ и Вооруженных сил, проживающих на территории Московского района на дому, проведение бесед на патриотические темы, а также поздравления и вручение сувениров.

Для активизации общественной активности студентов с 2009–2010 учебного года по инициативе деканата среди студентов распространён «Дневник общественной активности студентов».

Воспитательная работа со студентами, проживающими в общежитии, начинается уже с того момента, когда формируется приказ о поселении. Такой приказ составляется ежегодно, в конце августа–начале сентября. При его составлении деканат, в соответствии с «Положением», не включает в приказ тех студентов, которые в течение предыдущего учебного года имели взыскания, нарушали учебную дисциплину (имели задолженности, пропуски занятий) или нарушали правила проживания (выговоры за несвоевременную оплату коммунальных услуг, плохое санитарное состояние комнат).

Такой подход позволяет поддерживать порядок проживания в общежитии. Деканат также практикует схему запрета посещения общежития студентами, которые ранее там проживали и были выселены за нарушение дисциплины, так как чаще всего их приход провоцирует других молодых людей на нарушение правил проживания.

Большое воспитательное значение имеет ежегодное проведение, в начале сентября, собраний проживающих в общежитии студентов факультета с участием хозяйственных служб, администрации общежития, воспитателя. На собрании ведется разговор о правах и обязанностях проживающих в общежитии студентов, заслушивается отчет студенческого совета, выбираются старосты этажей, обновляется студсовет. Как показывает опыт работы, наиболее эффективными формами воспитательной работы являются беседы, диспуты, тематические вечера отдыха: по проблемам семейных отношений, правовым вопросам и т.д.

Для студентов, проживающих в общежитии разработан «Экран общественной активности», предусматривающий учет и контроль участия всех проживающих в проводимых мероприятиях (тематические беседы, театрализованные представления, чествование ветеранов, субботники и т.п.). Экран заполняется представителями студенческого совета. По итогам года наиболее активным студентам вручаются грамоты, объявляются благодарности, родителям студентов направляются благодарственные письма.

Факультет ежегодно принимает участие в представлении экспонатов на Республиканскую выставку научно-методической литературы и педагогического опыта и творчества учащейся молодежи. В 2015 году заявлено пять альбомов, подготовленных студентами факультета: «Роль куратора в формировании личности

гражданина Республики Беларусь», «Уроки жизни прапрадеда», «Дела милосердия на факультете инженерных систем и экологии», «Моя Родина – Беларусь», «История моего города Пружаны».

Итоги учебной и воспитательной работы размещаются на сайте факультета в рубриках «Новости», «Объявления», «Досуг», «Я Волонтер», «Наши выпускники». Сайт посетили более 500 тыс. человек.

Кураторство. Особая роль в организации воспитательной работы отводится кураторам. Кандидатуры кураторов на каждый учебный год определяются из числа опытных преподавателей в июне–июле. В настоящее время работают восемь кураторов групп первого курса и по одному куратору на 2–3 курсах по двум специальностям. Работа кураторов проводится по утвержденным планам, ежемесячно, в течение первой недели, проводится заседание кураторов. Кураторы факультета (Аркадьева Д.А., Морозова В.А., Олейник О.А.) неоднократно, по решению конкурсной комиссии, признавались победителями конкурса «Лучший куратор года».

Эффективность воспитательной работы повышается путем внеплановых проверок посещения занятий, введения журналов активности среди студентов первого курса; внедрения «Экрана активности проживающих в общежитии», еженедельного проведения старостатов с приглашением на них провинившихся студентов.

Стройотряды. Стройотрядовское движение на факультете возрождено с 2005 года. В 2010 году создан один выездной отряд и два на объектах города. Кроме того, 4 студента факультета участвовали в дальнем выездном отряде на север России, командиром отряда был доцент нашего факультета Босак В.Н. Начиная с 2014 года, студенты факультета ежегодно принимают участие в работе студенческого строительного отряда на строительстве Белорусской АЭС в г. Островце Гродненской области.

Спортивная жизнь. Студенты факультета принимают участие в ежегодно проводимой круглогодичной студенческой спартакиаде, стабильно показывают высокие результаты и занимаются в спортивных секциях университета. В свое время мастерами спорта были Волчек А.А., Волчек Ан.А., Лысенкова Т.М., Яковчиц М.В., Салапура Л.А. и др. Сборная команда факультета по минифутболу и женская по волейболу в течение последних трех лет занимают призовые места. Для пропаганды здорового образа жизни ежегодно, в осенний период, среди академических групп проводится первенство по минифутболу, имеется переходящий кубок, на котором выгравированы год и название группы-победителя. Разработана система стимулирования студентов: благодарственные письма, грамоты и материальное вознаграждение.

Распределение. До последнего времени выпускники факультета, обучающиеся на бюджетной основе, 100% обеспечивались, в установленном порядке, первым местом работы по специальности. В настоящее время возникли сложности с распределением молодых специалистов, так как рынок вакансий по специальностям факультета резко сократился.

Выпускники факультета

За весь период на факультете подготовлено 5649 молодых специалистов. Выпускники факультета работают на строительстве и эксплуатации водопроводно-канализационных систем городов, поселков и промышленных предприятий, сооружений мелиоративных систем; в научно-исследовательских и проектных институтах. Динамика выпускников факультета представлена на рисунке 7, а на рисунках 8 и 9 по специальностям факультета.

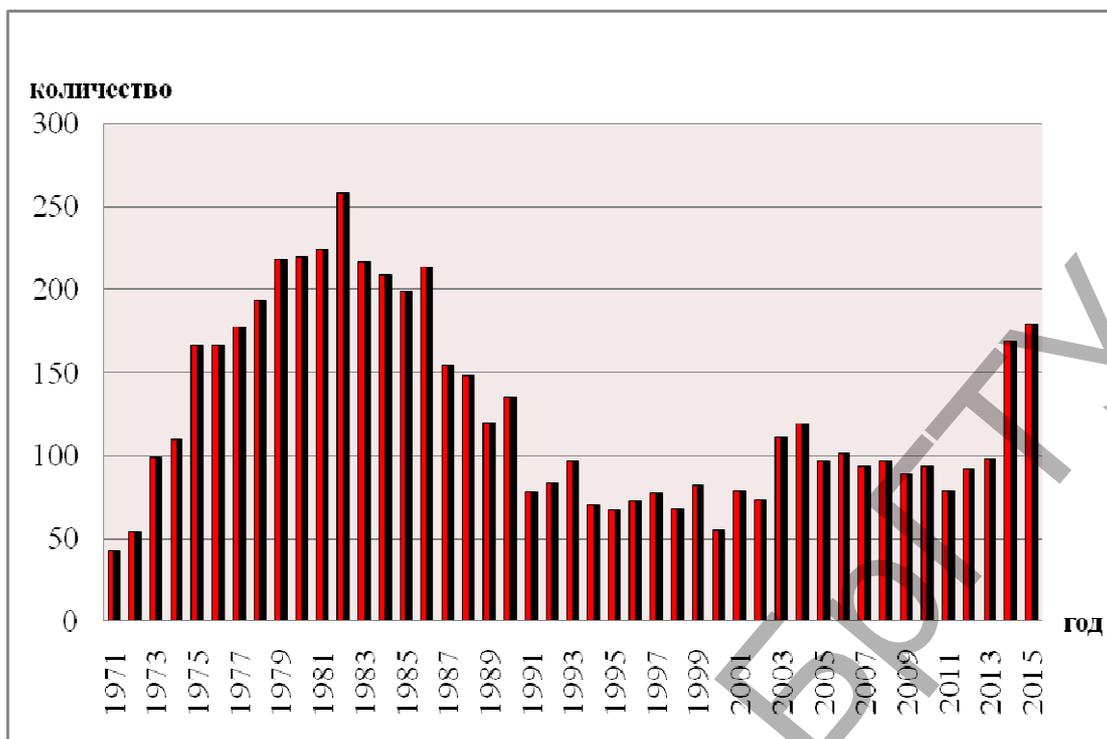


Рисунок 7 – Динамика выпускников факультета (общее количество)

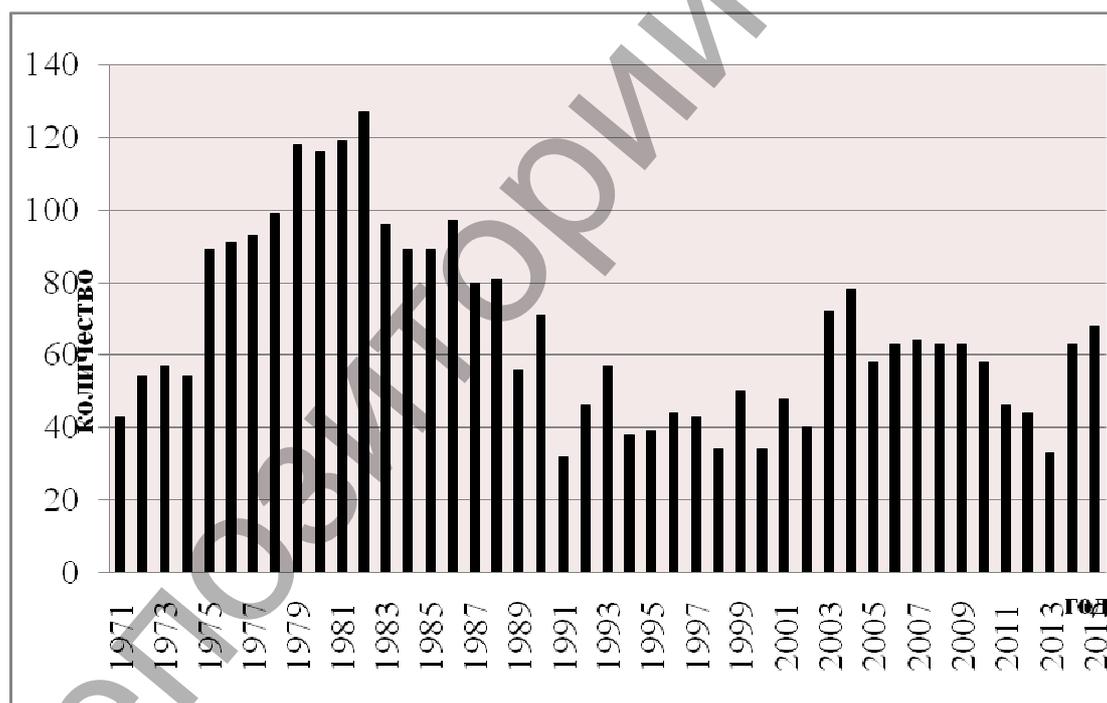


Рисунок 8 – Динамика выпуска студентов по специальности «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

Выпускники факультета достойно представляют университет в важнейших сферах жизнедеятельности страны. Мясникович Михаил Владимирович, член-корреспондент НАН Беларуси, д.э.н., профессор, является выпускником факультета 1972 года. Начиная с 1983 г., он занимал высокие партийные и государственные должности: Министр жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь; заместитель Председателя Совета Министров Республики Беларусь, Председатель Госэкономплана; Первый заместитель Председателя Совета Министров Республики Беларусь; Глава Администрации Президента

Республики Беларусь; Председатель Президиума НАН Беларуси; Премьер-министр Республики Беларусь. С 16 января 2015 г. Мясникович М.В. возглавляет верхнюю палату парламента Республики Беларусь.

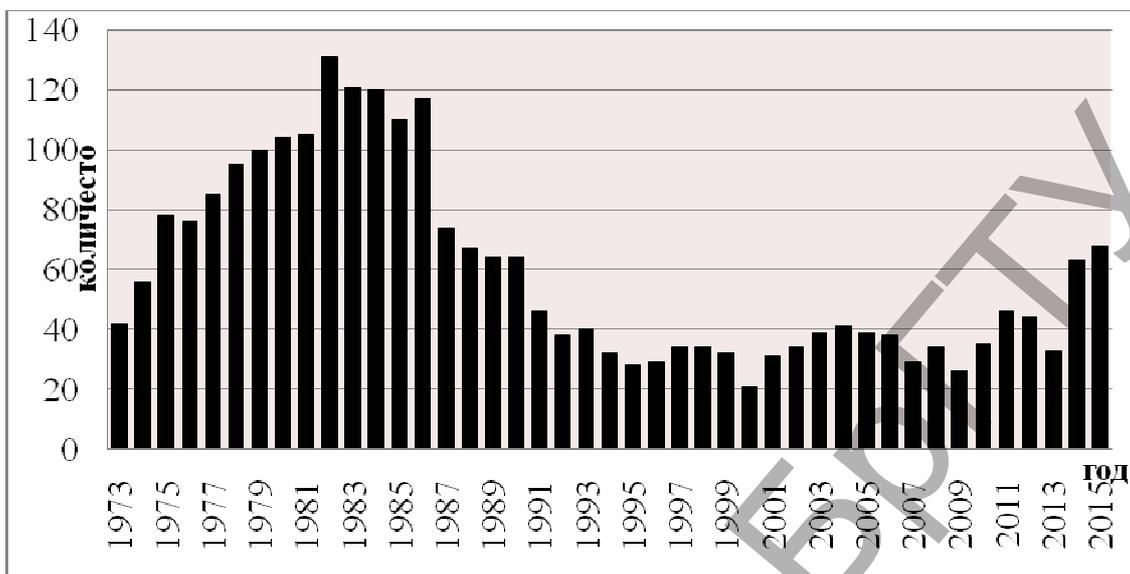


Рисунок 9 – Динамика выпуска студентов по специальности «Мелиорация и водное хозяйство»

Факультет гордится своими выпускниками, которые занимают руководящие посты на различных уровнях: *Белькевич А.А.*, заместитель Генерального директора ГО «Брестмелиоводхоз»; *Вальчук Л.П.*, начальник отдела КПУП «Брестводоканал»; *Климович Н.А.*, Генеральный директор ГО «Брестмелиоводхоз»; *Козючиц Н.И.*, директор УП «Брестводстрой»; *Круглей А.А.*, начальник отдела Брестского областного УП «Управление ЖКХ»; *Минюк В.И.*, директор КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод»; *Сац М.В.*, Генеральный директор КПУП «Брестводоканал»; *Снитко А.В.*, директор завода «Гидроизол»; *Царюк С.С.*, главный инженер ГО «Гродномелиоводхоз»; *Цилиндь В.Ю.*, директор ИОО «Эрикполь Брест»; *Ялковская Т.А.*, председатель Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды и многие другие.

Выпускники факультета внесли большой вклад в развитие науки. Два выпускника факультета защитили докторские диссертации (*Мясникович М.В.*, д.э.н. и *Волчек А.А.*, д.г.н.); 23 инженера защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата наук (*Водчиц Н.Н.*; *Волкова Г.А.*; *Волчек Ан.А.*; *Глушко К.А.*; *Гришанович О.Б.*; *Драко И.С.*; *Дурейко А.А.*; *Епифанов Ю.В.*; *Житенев Б.Н.*; *Левчук Н.В.*; *Лукша В.В.*; *Лысенкова Т.М.*; *Мешик О.П.*; *Науменко Л.Е.*; *Новосельцев В.Г.*; *Новосельцева Д.В.*; *Селюков А.В.*; *Стельмашук С.С.*; *Уласевич З.Н.*; *Шешко Н.Н.*; *Шпендик Н.Н.*; *Яковчиц М.В.*; *Якубовский Е.П.*).

Профессорско-преподавательский состав как факультета, так и университета регулярно пополняется выпускниками факультета : *Акулич Т.И.*; *Белоглазова О.П.*; *Водчиц Н.Н.*; *Волкова Г.А.*; *Волчек А.А.*; *Волчек Ан.А.*; *Гарчук И.М.*; *Глушко К.А.*; *Головач А.П.*; *Громик Н.В.*; *Дашкевич Д.Н.*; *Житенев Б.Н.*; *Житенева Н.С.*; *Зубрицкая Т.Е.*; *Клюева Е.В.*; *Лазарчук И.М.*; *Мешик О.П.*; *Мешкова М.*; *Мороз М.Ф.*; *Натарова О.Н.*; *Наумчик Г.О.*; *Новосельцев В.Г.*; *Новосельцева Д.В.*; *Олейник О.А.*; *Пойта Л.Л.*; *Рыбак Е.С.*; *Сенчук Д.Д.*; *Стельмашук С.С.*; *Сторожук Н.Ю.*; *Сук Е.В.*; *Таратенкова М.А.*; *Янчилин П.Ф.*

На факультете сформировались профессиональные династии: Бахур (отец, мать, две дочери), Волчек (отец, мать, дочь), Ивашко (отец, мать, сын), Климович (отец, мать, дочь), Козловский (отец, мать, сын), Мислевец (отец, мать, два сына, невестка), Снитко (отец, мать, сын, внучка), Старенков (отец, мать, сын), Страпко (отец, мать, дочь), Троцюк, (отец, мать, сын, дочь), Шевкунова (мать, дочь, зять, внук) и др.

Задачи и перспективы

Основной задачей, стоящей перед факультетом на ближайшее время, является вхождение в Болонский процесс и интеграция в общеевропейскую систему университетского образования. Не менее важной задачей является формирование на стабильной основе набора студентов на первый курс, включая привлечение иностранных граждан.

Основные задачи

в области кадровой политики:

– осуществить ротацию преподавательских кадров за счет аспирантов и выпускников университета; согласно «Целевой программы подбора: подготовки и повышения квалификации научно-педагогических кадров», факультет прирастет к 2020 году за счет внутренних резервов 6 докторами наук и 13 кандидатами наук;

– активнее использовать ведущих специалистов с производства для чтения лекций, проведения лабораторных занятий, руководства производственными и учебными практиками посредством расширения числа филиалов кафедр на профильных предприятиях;

в области учебно-методической работы:

– существенно активизировать работу по написанию типовых программ, новых учебников, учебных пособий, методических пособий путем создания временных творческих коллективов, включая ведущих отечественных и зарубежных ученых и специалистов;

– обеспечить организацию учебного процесса на современном уровне посредством привлечения в учебный процесс современных достижений отечественной и зарубежной науки, качественного выполнения научных исследований студентов и магистрантов, для реализации чего необходимо создание новых научных лабораторий, оснащенных современным научным оборудованием;

– изменить статус кафедры инженерной экологии и химии (кафедра должна стать выпускающей) в связи с открытием новой специальности;

в области научных исследований:

– усилить интеграцию вузовской и академической науки путем выполнения совместных исследований по государственным программам и программам фундаментальных исследований, в методологии руководства магистрантами и аспирантами; осуществлении стажировок в ведущих НИИ НАН Беларуси и за рубежом;

– расширить тематику НИР, решаемых на договорной основе с привлечением студентов, магистрантов и аспирантов в качестве исполнителей НИР;

– активизировать подачу заявок на международные гранты;

– создать на факультете научно-исследовательскую лабораторию, занимающуюся вопросами исследования объектов, являющихся историко-культурным наследием Беларуси; анализом природных и сточных вод, почв; экологического мониторинга;

в области создания материально-технической базы:

– создать и реализовать план переоснащения лабораторий с учетом современных требований учебного процесса, тематики научных исследований кафедр и осуществлять плановую замену физически и морально устаревшего оборудования на современное;

- шире и полнее использовать оборудование и приборы сторонних научных организаций как на территории Беларуси, так и за рубежом;
в области воспитательной и идеологической работы:
- всемерно способствовать формированию патриотизма, гордости за университет, приобретаемую специальность, при этом широко использовать личный пример профессорско-преподавательского состава, возможности сайта факультета и др.;
- практиковать согласованную с производством и спецификой объектов работ организацию студенческих стройотрядов, откорректировать график прохождения практик, тщательно подходить к формированию контингента отрядов, включая в состав бойцов лучших студентов, усилить в стройотрядовском движении роль БРСМ и других общественных организаций;
- включить в сферу профориентационной деятельности ведомственные организации, что позволит увеличить количество студентов, обучающихся по целевому заказу, и в дальнейшем более рационально распределять выпускников;
- на факультетском сайте расположить базу студентов-выпускников текущего года с краткими деловыми характеристиками, что позволит потенциальным заказчикам составить портрет своего будущего работника;
- для усиления роли и значимости общественной работы студентов использовать мониторинг, данные которого помогут при распределении молодых специалистов.

УДК 551.583

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОЦЕНОК ГЛОБАЛЬНОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Логинов В.Ф., Микуцкий В.С.

ГНУ "Институт природопользования НАН Беларуси", г. Минск, Беларусь,
nature@ecology.basnet.by

The uncertainties of change of global temperature are analyzed. Change of a fraction of number of city meteorological stations in their total number can lead to overestimate of global temperature assessment. The features of changes of amplitude of a temperature diurnal course of Belarus, and also the minimum and maximum diurnal temperatures are considered.

Проблематика современных изменений климата, несмотря на огромное количество публикуемых работ, остаётся предметом острых дискуссий, особенно в части причинности изменений климата, их прогноза и последствий в различных отраслях экономики. Даже такой, казалось бы, очевидный вопрос, как оценка достоверности изменений климата нельзя признать окончательно решённым. Некоторым аспектам данного вопроса посвящена первая часть предлагаемой статьи. Во второй части на примере температуры Беларуси рассматриваются региональные особенности изменений климата на основе данных температуры суточного разрешения, включая изменения амплитуд суточного хода температуры, а также минимальных и максимальных температур.

1. Неопределенности оценок глобальной и региональной температуры.

Исследования показывают, что оценки влияния урбанизации на изменения климата существенно различаются. По работе Ф. Джонса и П. Гройсмана [1] урбанизация за период с 1901 по 1987 г. обеспечила в европейской части бывшего Советского Союза, восточной части Австралии, восточной части Китая и США повышение температуры не более чем на $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это на порядок меньше, чем общий рост температуры за указанный период. В ряде других работ указывается, что тренд, связанный с «островом тепла» в городах локален и составляет менее чем $0,006\text{ }^{\circ}\text{C}$ за десятилетний период над сушей и нулевой – над океанами [2].

В работах, где используются результаты широкомасштабных исследований по описанию климата больших городов бывшего Советского Союза, выполненных в 1960–1980-е годы, показано, что большие мегаполисы – Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск – «отеждают» атмосферу городов на $0,6\text{--}1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сравнению с пригородами. Общее повышение температуры за счет урбанизации может достигать $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, если учесть мезоклиматическое влияние больших городов, которое распространяется на более существенную территорию, чем площадь города [3, 4].

Работы украинских и белорусских ученых также показали, что различие температуры в крупных городах и сельской местности составляет $0,2\text{--}0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2, 5–7]. Эти различия температуры «город – сельская местность» изменялись во времени и достигали наибольших значений в 1971–1980 гг., когда наблюдался активный рост промышленного производства в крупных городах. Однако если учесть то обстоятельство, что урбанизированные территории занимают менее 1 % бывшего Советского Союза, то влияние урбанизации на рост температуры на указанной территории в последние десятилетия составляет менее $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Совершенно очевидно, что урбанизационная «поправка» на густонаселенных территориях США, Европы, Японии существенно больше, но в среднем на Земном шаре рост температуры за счет урбанизации, вероятно, составляет менее $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Второй причиной, которая может оказать определенное влияние на точность вычисления пространственно-временных изменений температуры, является изменение числа метеорологических станций в глобальной системе климатического мониторинга.

Большое значение для оценок изменений глобального климата в силу огромной территории имеет изменение плотности метеорологической сети России. Она в 90-е годы прошлого столетия сильно уменьшилась: метеорологические станции закрывались в первую очередь по причине экономических соображений. Известно, что содержание метеорологических станций в труднодоступных районах (северные территории, Сибирь и Дальний Восток, высокогорные районы) экономически более затратное, чем в обжитых местностях. Подобные реалии характерны и для африканских стран, где в последние годы активно ведутся военные действия и экономика многих стран приходит в упадок. Сокращение плотности метеорологической сети характерно и для значительного числа азиатских стран.

По оценкам [8] с учётом требований к непрерывности наблюдений на станциях к базовому массиву мониторинга климата в лучшие годы (1950–1990) можно отнести 1383 метеорологические станции. Постсоветская территория при этом представлена 455 метеорологическими станциями, из них на территории России находилось 310 метеорологических станций (рисунок 1).

Однако, уже к 1994 г. на территории СНГ стабильная сеть, сформированная к 1950 г., сократилась до 64%. К 2005–2010 гг. она была восстановлена, но лишь частично, до 78,5%. Особенно много метеорологических станций было закрыто в северных широтах, в Сибири и на Дальнем Востоке. Число станций в мире существенно уменьшилось в 90-е годы прошлого столетия, а в отдельные годы оно составляло около 50% от их общего числа в лучшие годы. В текущем столетии наметился некоторый рост числа метеорологических станций, но их число ещё не достигло тысячи [8].

Следовательно, существенные изменения плотности глобальной сети наблюдений за климатом в 90-е годы прошлого столетия могли нарушить однородность рядов средних глобальных значений температуры. Это обстоятельство следует учитывать при интерпретации современных изменений климата и их причин.

Однако, сравнение рядов проектов реанализа Met Office Hadley Center and Climatic Research Unit (Had CRUT), NOAA National Climatic Data Center (NCDC) and NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS) показало (Hansen et. al, 2010, Jones et. al, 2012), что расхождение данных практически не влияет на результаты для крупных регионов и на глобальные закономерности и оценки тенденций [8].

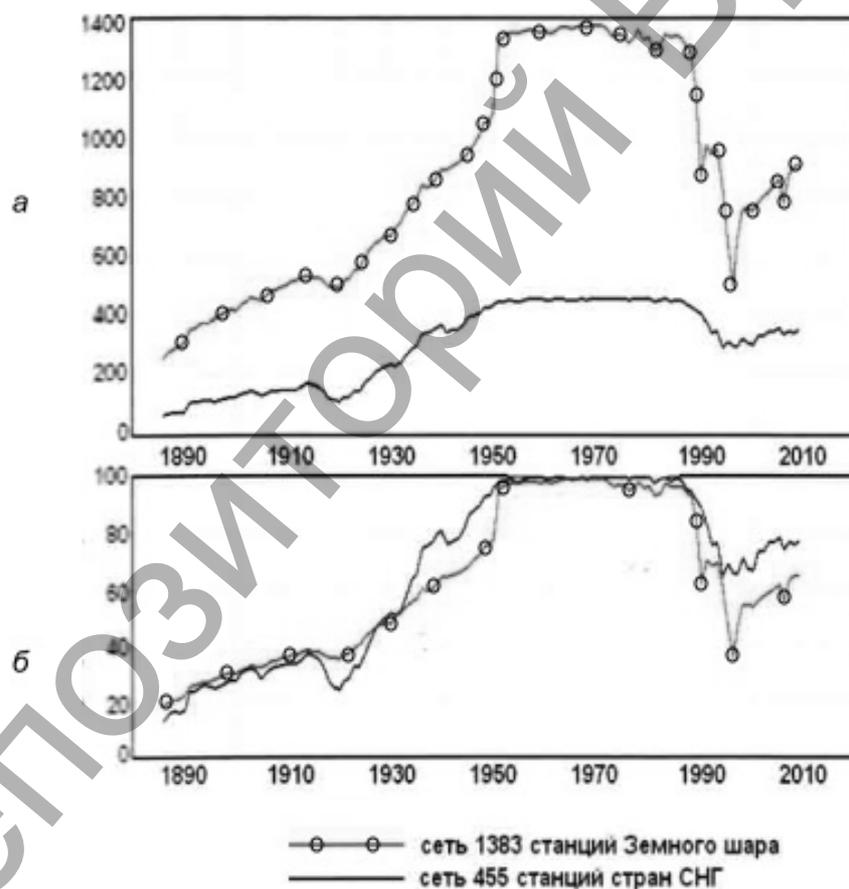


Рисунок 1 – Изменение полноты данных о температуре в базе данных мониторинга климата для глобальной сети станций ($n = 1383$) и для сети станций стран СНГ ($n = 455$):
а – число станций; б – процент станций [8]

Методы обработки данных при создании массивов реанализа, а также периоды, за которые вычисляются нормы, различаются. Так, число пятиградусных «боксов» (Had CRUT) составляет 2592, число всех используемых станций – более 2500, а после 1991 г. – всего 800–1000.

В качестве примера приведём сравнение американского (NOAA National Climatic Data Center) и британского (Met Office Hadley Centre and Climatic Research Unit) рядов глобальной температуры. Оно показало различие аномалий среднегодовых значений глобальной температуры в силу использования разных норм. Для американского ряда норма вычислялась за период с 1901 по 2000 гг., а для британского – за 1931–1990 гг. Однако величины разностей аномалий среднегодовой глобальной температуры, а точнее, осредненной приповерхностной температуры двух сопоставляемых рядов различаются от 0,07 до 0,22 °С (рисунок 2). Это связано с разными используемыми методами получения глобальных баз данных. Изменение величин разностей температуры во времени содержит как трендовую составляющую, так и циклы разной длительности.

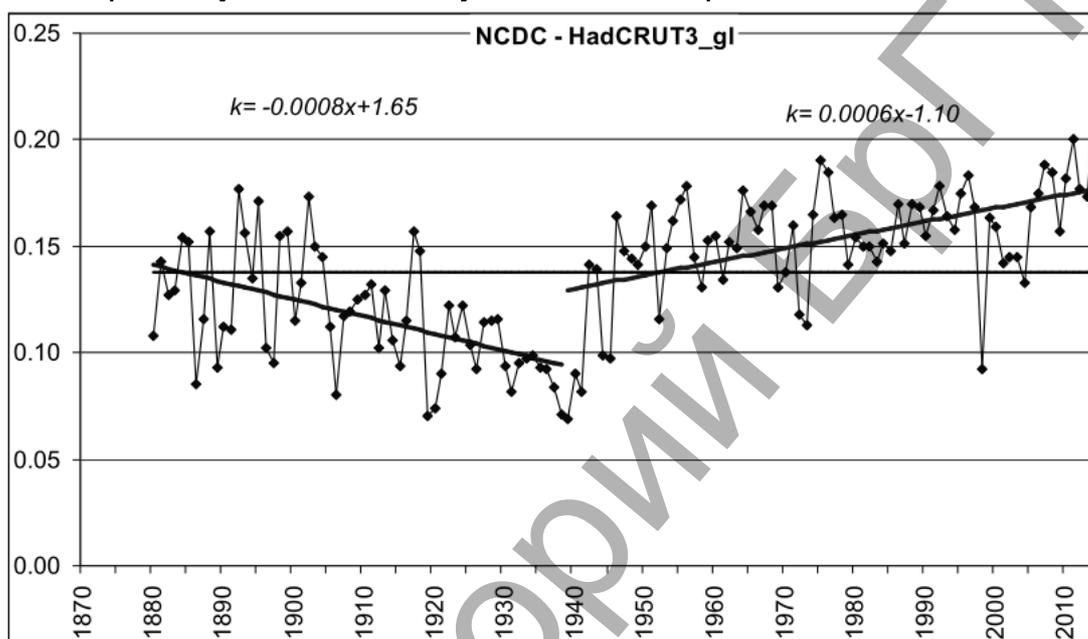


Рисунок 2 – Изменение разностей аномалий глобальной среднегодовой температуры американского (NCDC) и британского (HadCRUT3gl) рядов приповерхностной температуры с 1880 по 2014 г. (среднее значение приповерхностной температуры британского ряда в 2014 г. вычислено с использованием значений температуры за первые пять месяцев года)

Наиболее существенная положительная трендовая составляющая вычисленных разностей температуры характерна для последнего периода (1940–2014 гг.). Она дополнительно завышает величину роста глобальной среднегодовой температуры американского ряда на несколько сотых градуса. Причина такого завышения температуры может быть связана с неоднородностью ряда, обусловленной уменьшением плотности глобальной метеорологической сети в первую очередь в труднодоступных районах, где содержание метеорологических станций экономически невыгодно.

Это может привести к увеличению процентного соотношения числа станций на урбанизированных территориях по сравнению с сельскими территориями и, как следствие, росту урбанизационной «поправки», а также завышению значений глобальной температуры в последние два десятилетия (1994–2014 гг.). В свою очередь это может привести к небольшому увеличению положительной трендовой составляющей в изменении температуры в последнем столетии, учитывая еще и то, что температура в американском ряду оказалась заниженной в период с 1919 по 1941 г. (период потепления Арктики).

Рассмотрим характер изменения аномалий глобальной температуры с использованием данных NCDC США (рисунок 3). Предварительные результаты оценки изменений аномалий глобальной температуры представлены ранее в работе [9].

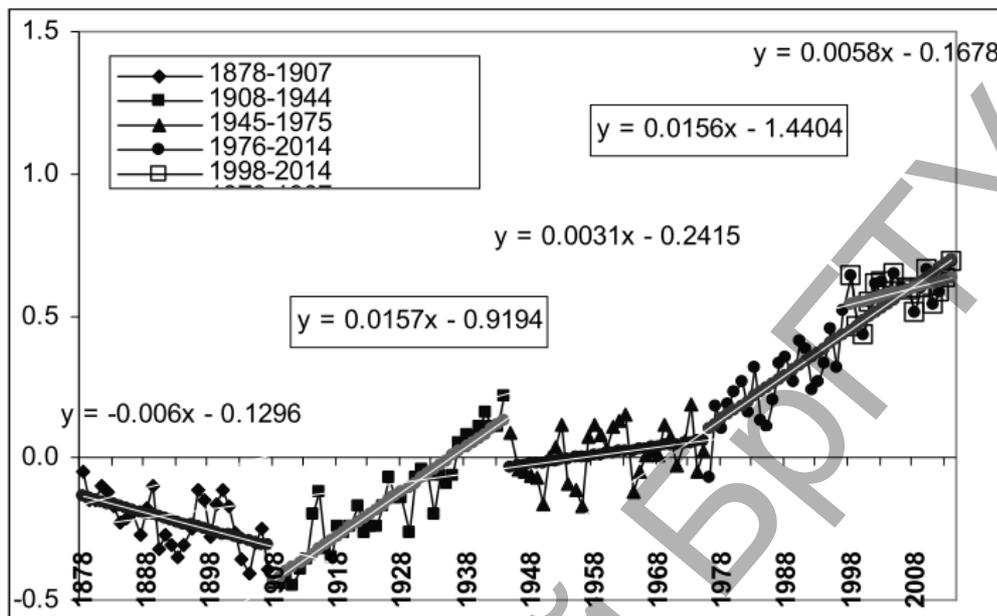


Рисунок 3 – Изменение среднегодовой приповерхностной глобальной температуры за период с 1878 по 2014 г. и величины линейных трендов для определенных подпериодов времени

На рисунке отчетливо выделяются четыре разных по величине и знаку подпериода длительностью 30–39 лет. Для двух из четырех подпериодов (1908–1944 и 1976–2014 гг.) характерна практически одинаковая величина трендов глобальной температуры, при этом для подпериода 1976–2014 гг. скорость роста содержания углекислого газа в атмосфере была выше как минимум в 5 раз, а среднее содержание углекислого газа было выше в среднем на 50 ppm (ppm – молекула CO_2 на миллион молекул атмосферного воздуха), чем для подпериода 1908–1944 гг.

В этой связи возникают логичные вопросы, на которые до сих пор не получено исчерпывающих ответов: какой естественный фактор (но абсолютно ясно, он был не антропогенным) обеспечил сопоставимую или даже несколько большую скорость роста глобальной температуры в подпериод с 1908 по 1944 г.? Не исключено, что для ответа на этот вопрос потребуется пересмотр существующих оценок роли внешних и особенно внутренних факторов в изменении климатической системы.

Второй вопрос, на который до сих пор не получено внятного ответа – это снижение скорости роста глобальной температуры в последние годы. Глобальная температура в 1998–2013 гг. оставалась самой высокой за период инструментальных наблюдений, но, тем не менее, она не увеличивалась – наступила пауза в изменении температуры.

Ниже (таблица 1) приводятся значения среднегодовых аномалий глобальной температуры самых тёплых лет в период максимальных значений температуры за период инструментальных наблюдений, полученных Национальным центром климатических данных США (NCDC) [10] и Отделом климатических исследований Университета Восточной Англии и Гадлеевского центра (CRU) [11].

Таблица 1 – Аномалии среднегодовой глобальной температуры по данным американского и английского климатических центров

NCDC		CRU	
год	значения аномалий глобальной температуры, °C	год	значения аномалий глобальной температуры, °C
2015	0,97	2015	0,745
2013	0,82	2014	0,567
2010	0,77	2013	0,499
2004	0,76	2012	0,47
2005	0,72	2011	0,422
2012	0,7	2010	0,559
2001	0,69	2009	0,506
2014	0,69	2008	0,395
2009	0,67	2007	0,493
2008	0,66	2006	0,505
Среднее значение	0,75		0,52

Среднее из максимальных значений аномалий глобальной среднегодовой температуры оказалась на 0,23 °C выше для ряда аномалий глобальной среднегодовой температуры, подготовленного Национальным центром климатических исследований США.

Различия максимальных значений аномалий среднегодовой глобальной температуры для каждого ряда находятся в пределах точности их вычислений, которая определяется методами создания баз данных и их полнотой.

Пока более распространенным остается мнение о дальнейшем повышении глобальной температуры в ближайшие годы, поскольку эпоха Ла-Нинья заканчивается и должна вновь наступить эпоха Эль-Ниньо. Как следствие, температура в тропиках повысится.

По последним оценкам одно из мощных событий Эль–Ниньо развивалось в 2014–2015 гг. На эти годы пришёлся существенный рост температуры, что может свидетельствовать о завершении паузы в её изменении. Однако, недавно произошло очередное ослабление Эль–Ниньо. Вопрос о том, как поведёт себя глобальная температура в 2016 г. пока остаётся открытым.

2. Оценка многолетних изменений амплитуд температуры в суточном и годовом ходе. Указанные амплитуды можно рассматривать как комплексные показатели изменений климата и как результат применения элементарного метода сжатия информации. Амплитуда годового хода температуры воздуха является также главным числовым компонентом при определении такого важного показателя, как континентальность климата.

Применение амплитуд колебаний температуры в климатических исследованиях является развитием точки зрения о целесообразности изучения изменений климата на основе не только средних значений, но и других комплексных характеристик климата.

Оценка многолетних изменений амплитуд и экстремумов суточного хода температуры. Приведём результаты анализа пространственно-временных вариаций амплитудных характеристик. Исходными материалами послужили данные по температуре воздуха суточного макета 54 пунктов наблюдения Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды РБ.

Анализ полноты и однородности данных по максимальной и минимальной суточным температурам показывает, что корректный анализ суточных амплитуд на территории Беларуси возможен только начиная с 1977 г.

Для анализа пространственного распределения амплитуд и степени их региональных различий на территории Беларуси были использованы возможности кластерного анализа (метод K средних) [12, 13]. Особенностью данного метода является включение в анализ только тех наблюдений (лет), которые наличествуют во всех пунктах. В случае отсутствия в каком-либо пункте наблюдений за конкретный год данные этого года исключаются из анализа независимо от их наличия в остальных пунктах.

Проведённая в 2014 г. необоснованная оптимизация метеорологической сети привела к тому, что такие достаточно длиннорядные метеостанции как Езерице, Лельчицы, Лепель остались вне нашего анализа.

Таким образом, кластерному анализу было подвергнуто 40 пунктов сети метеонаблюдений с 1977 по 2014 гг.

Очевидно деление территории Беларуси зимой на два меридиональных кластера – восточный (1-й кластер) и западный (2-й кластер) (рисунок 4). Для остальных сезонов характерен широтный тип кластеров, что хорошо коррелирует с известными физическими представлениями.

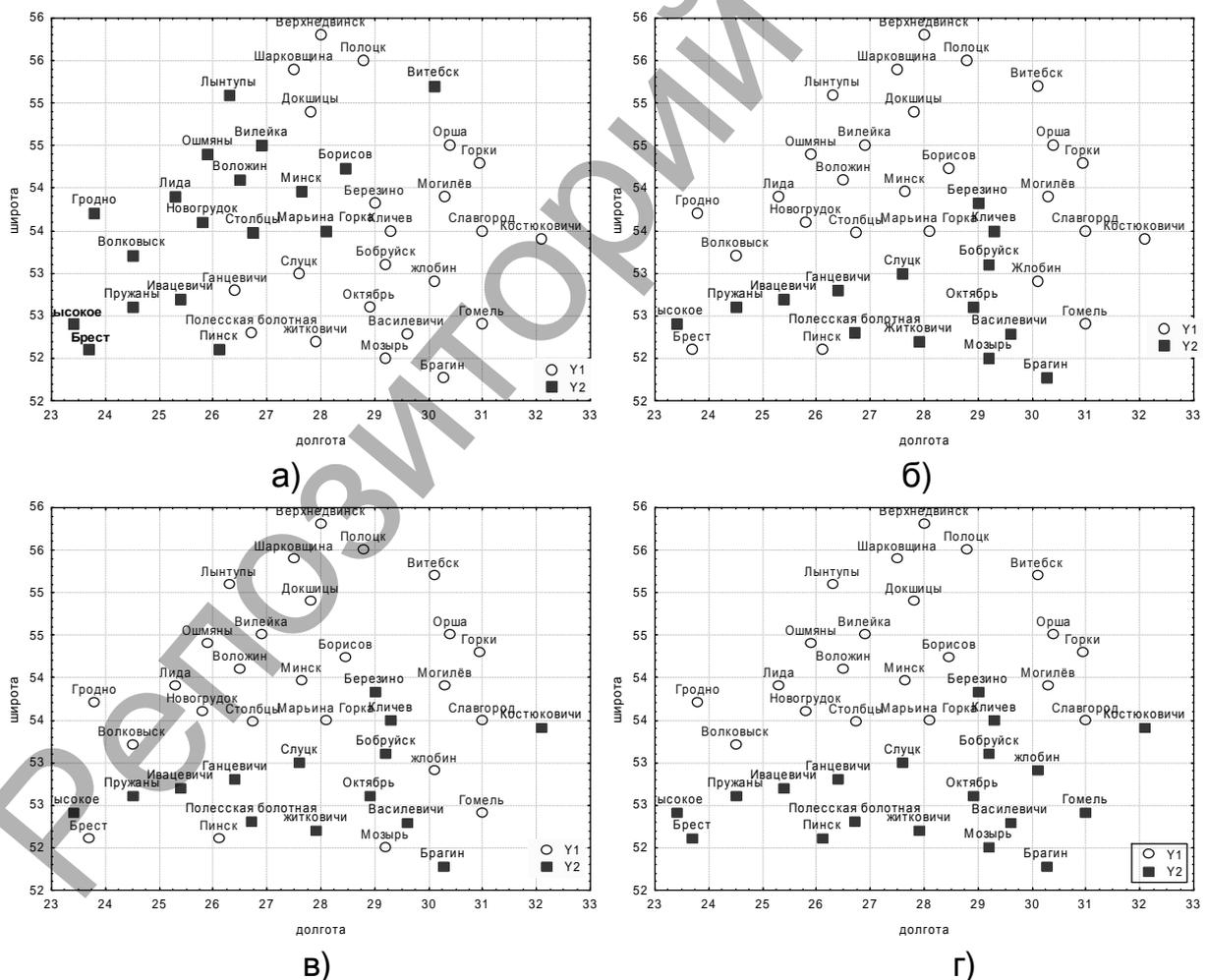


Рисунок 4 — Пространственное разбиение станций на отдельные кластеры для различных сезонов: зимы (а), весны (б), лета (в), осени (г); период 1977–2014 гг.

Как будет показано далее, южные кластеры характеризуются более высокими значениями амплитуд температур, чем северные. Достаточно ярким проявлением антропогенного влияния на климат является "выпадение" весной и летом из второго (южного) кластера наиболее крупных городов – Бреста, Пинска, Гомеля, а также Жлобина (весна) и Мозыря (лето). Именно весной и летом – как наименее облачные сезоны года, – уменьшение приходящей коротковолновой солнечной радиации ввиду большей аэрозольной загрязнённости атмосферы городов проявляет себя в наибольшей степени. Это приводит к падению дневных температур и, как следствие, уменьшению суточных амплитуд температур.

После выделения пространственных зон выполним оценки степени различия зональных среднесезонных амплитуд путём сравнения их средних значений. Распределения частот указанных выборок достаточно близки к нормальному, что позволяет использовать параметрические критерии (исключение – восточный кластер зимой).

t-критерий для зависимых выборок, а также непараметрические критерии знаков и Вилкоксона фиксируют **значимые на уровне $p=0,05$ различия между зональными амплитудами для всех сезонов.**

Динамика среднесезонных суточных амплитуд для различных кластеров за период современного потепления представлена на рисунке 5. Из рисунка следует межзональное согласие хода среднесезонных суточных амплитуд температуры. Для зимы величина суточных амплитуд больше на востоке (кластер 1), в то время как для всех остальных сезонов их величина больше на юге (кластер 2), что согласуется с широтным и меридиональным ходом суточных амплитуд температуры. Наличие зимой такого положительного восточного градиента суточных амплитуд позволяет сделать вывод о том, что соответствующее (ввиду континентальности) меридиональное понижение зимних суточных температур имеет различный характер ночью и днём: ночные температуры понижаются быстрее дневных. Это в очередной раз подчёркивает, что как анализ суточного макета данных, так и анализ амплитуд имеют определённые преимущества при диагностике климатических проявлений.

Второй особенностью изменения амплитуд суточного хода температуры является их падение зимой и рост весной (рисунок 5, а), б)).

В период современного потепления климата (1988–2014 гг.) амплитуда суточного хода температуры уменьшилась зимой почти на 1 °С.

Спектральный анализ среднесезонных суточных амплитуд температуры выявляет в их изменении наличие квазициклических колебаний различной продолжительности в последние 35–40 лет. На высоких частотах преобладают колебания с периодами ~3,5 года (весна и лето), осенью выделяются квазиколебания ~5,4 года. В летний сезон присутствуют также колебания более низких частот (период ~9,5 лет), такие же квазиколебания суточных амплитуд свойственны и зимнему периоду (восточная зона). При этом, зимой наблюдается уменьшение периода колебаний при продвижении с востока на запад (до 7,6 года).

Природа квазициклическости продолжительностью 6–8 лет (осень и зима) может быть связана с существованием долгопериодных приливов в Мировом океане, которые определяются чандлеровскими движениями оси Земли. Средняя продолжительность чандлеровского цикла составляет около 14 месяцев. Суперпозиция этого периода с 12-месячным (годовым) колебанием может обеспечить квазициклические изменения в климатической системе продолжительностью 6–8 лет. Такие колебания отмечались в работах И.В. Максимова и его учеников [14].

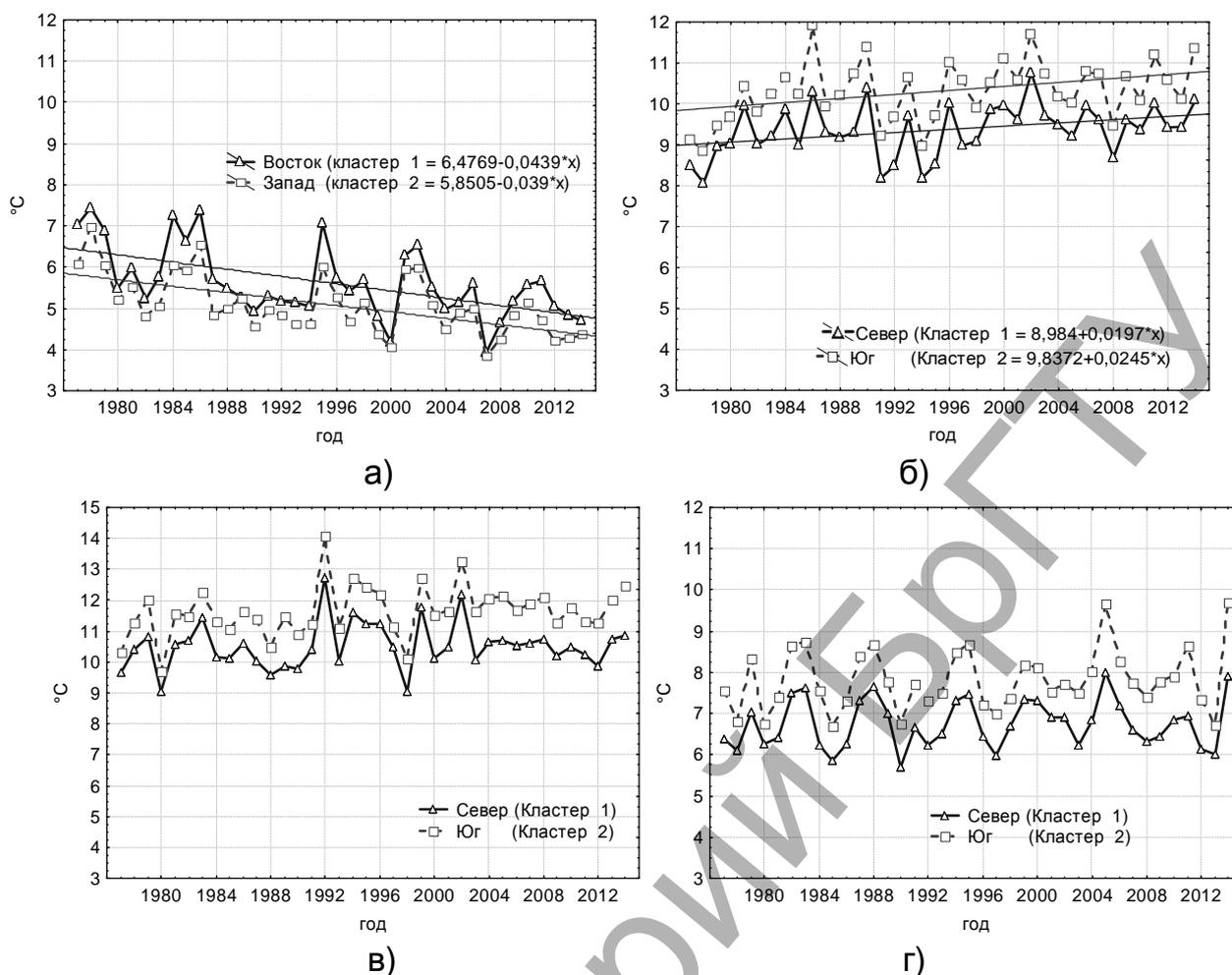


Рисунок 5 – Динамика среднесезонных суточных амплитуд для различных зон (кластеров): зима (а), весна (б), лето (в), осень (г); период 1977–2014 гг.

При этом следует отметить, что приведённые оценки частотного анализа нельзя отнести к достоверным ввиду малых длин выборок. Формально, однако, с точки зрения применимости спектрального анализа они достаточно корректны, поскольку стандартное тестирование значений полученных периодограмм на соответствие экспоненциальному распределению свидетельствует об отличии исходных рядов от белого шума [15].

Изменчивость суточных амплитуд температуры, оцениваемая величиной среднеквадратического отклонения (σ), особенно существенна для равноденственных сезонов года – весной и осенью. Зимой с конца 1970-х годов отмечается уменьшение изменчивости величины суточных амплитуд температуры, а весной – наоборот, её рост. Летом изменчивость суточных амплитуд температуры минимальная. 11-летние сглаженные величины амплитуд суточного хода температуры и их изменчивости (σ) представлены на рисунке 6. Из этого рисунка следует, что для юга Беларуси (кластер 2) для всех тёплых сезонов года (весна, лето, осень) амплитуда суточного хода температуры выше, чем для севера. В период современного потепления летом величина амплитуд суточного хода температуры практически не изменяется. Некоторый рост величин амплитуд суточного хода заметен в равноденственные сезоны года (весна, осень), а наиболее заметное падение амплитуд в последние 35–40 лет произошло зимой. Незначительное падение величин амплитуд суточного хода для всего доступного ряда отмечается летом и зимой (рисунок 6, а, в). В последнем случае эта картина в какой-то мере затушёвывается максимальным ростом амплитуд суточного хода температуры в 60-70 годы прошлого столетия.

Если исключить слабообеспеченный наблюдениями период начала потепления Арктики (1905–1915 гг.), то наибольшие значения суточных зимних амплитуд приходится на начало текущего роста температуры в Северном полушарии, начавшегося в середине 70-х – начале 80-х годов прошлого столетия. В другие сезоны года (лето, осень) какого-либо выраженного тренда в изменении амплитуд суточного хода температур за последние 80–90 лет не отмечалось. Общей для всех сезонов особенностью изменения амплитуды суточного хода температуры является наличие их максимальных значений в начале XX столетия. Если учесть небольшое количество станций в это время, то указанная особенность, возможно, связана с этим обстоятельством. Строго говоря, малое количество метеорологических пунктов в конце XIX – первой половине XX столетия не позволяет говорить о достоверности представленных на рисунке 6 изменений в этот период.

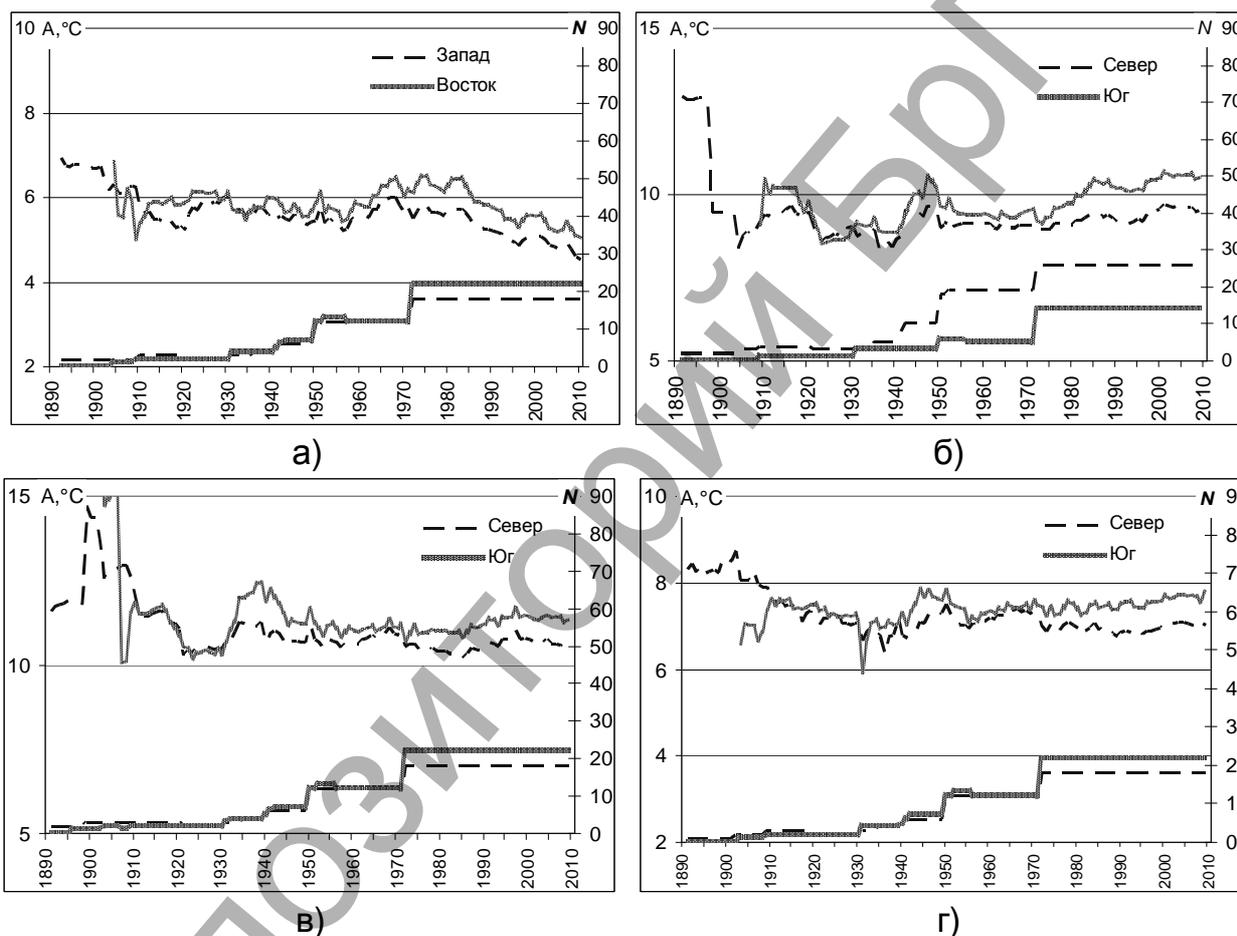


Рисунок 6 – Сглаженные по 11 годам среднесезонные суточные амплитуды температуры (вверху) и количество пунктов метеонаблюдений (внизу), зима (а), весна (б), лето (в), осень (г) на территории Беларуси за период с 1886 по 2014 гг.

Изменение суточных амплитуд на территории Беларуси и период современных глобальных изменений климата. Рассмотрим более детально изменение суточных амплитуд за последние несколько десятилетий, когда потепление климата оказалось более выраженным. Имеются различные оценки начала последнего потепления. Будем исходить из оценок [16, 17], связывающих начало глобального потепления с т.н. "Тихоокеанским сдвигом климата" 1978 года. Наши ранее выполненные исследования говорят о преимущественно зимнем характере этого потепления и о его паузе, установившейся на границе

прошлого и нынешнего столетий [18]. Исходя из этих ранее полученных результатов¹⁾, рассмотрим два 15-летних периода: 1977–1991 и 2000–2014 гг., – первый промежуток времени – период потепления, а второй – наступившая пауза в увеличении температуры. При переходе от периода потепления (1977–1991 гг.) к паузе в изменении климата (2000–2014 гг.) среднесезонные суточные амплитуды температур тёплых сезонов (весна, лето, осень) демонстрируют тенденцию к увеличению для всех выделенных регионов, в то время, как зимние суточные амплитуды температуры уменьшаются. При этом тестирование различия средних по t -критерию для независимых выборок показывает, что в половине случаев (обе зоны зимой, северная зона весной и южная – летом) эти изменения **статистически значимы**.

Наиболее вероятная причина такого увеличения суточных амплитуд температуры тёплых сезонов заключается, в первую очередь, в повышении прозрачности атмосферы. Отмеченный факт согласуется с небольшим повышением летних температур, происходящим на фоне упомянутой паузы зимнего потепления, связанной, вероятно, с Тихоокеанским многолетним колебанием (ТМК), на холодную фазу которого пришлась наибольшая повторяемость событий Ла-Нинья. В 2014–2015 гг. начал наблюдаться возврат к тёплой фазе ТМК и большей повторяемости событий Эль-Ниньо. Как следствие, опять началось повышение глобальной температуры. Это свидетельствует о том, что автоколебания в системе "океан–атмосфера–криосфера" являются естественными модуляторами современных изменений климата.

Изменение средних летних минимальных и максимальных суточных температур в Беларуси. Минимальные (ночные), и максимальные (дневные) суточные температуры играют важную роль в жизни растительного и животного мира. Особенно следует подчеркнуть роль минимальных температур, непосредственно влияющих на темновое дыхание растений. Интенсивность их дыхания возрастает с ростом ночных (минимальных суточных) температур. Тем самым увеличиваются затраты на темновое дыхание, что приводит к замедлению роста растений.

Влияние роста содержания углекислого газа на темновое дыхание и интенсивность фотосинтеза широко обсуждается в литературе [6, 19, 20].

Широкое развитие получили также работы, где рассматривается причины нарушения углеродного цикла [19, 21]. Согласно доступным данным, нарушения углеродного цикла приводят к тому, что на фотосинтез расходуется на 3 гига-тонны/год углерода меньше, чем в последнем десятилетии. Это грубо соответствует количеству углерода, поглощаемого земной поверхностью в год в прошлом десятилетии. Как минимум 80% этих нарушений углеродного цикла связаны с климатическими экстремумами и их эффектами – засухами, волнами тепла, холодными периодами, ливнями и пожарами. При этом засухи являются наиболее важным фактором таких нарушений. Поскольку возрастает частота, интенсивность или продолжительности климатических экстремумов, следует ожидать существенного уменьшения количества диоксида углерода, поглощенного при фотосинтезе. В [21] отмечается, что ежегодные изменения в количестве поглощенного углерода происходят больше за счёт фотосинтеза, чем за счёт дыхания. Это означает появление положительной обратной связи, ведущей к уменьшению поглощения углерода, усилению климатических изменений (включая климатические экстремумы). Высокие концентрации диоксида углерода в будущем, скорее всего, приведут к более эффективному использованию воды растениями, что могло бы помочь облегчить последствия засух.

¹⁾ с учётом имеющихся данных и уравнивания объёмов выборок

Таким образом, экстремальные явления могут влиять на ежегодные изменения скорости увеличения концентрации диоксида углерода в атмосфере, хотя эти оценки в значительной степени неопределённые.

Более понятным является влияние увеличения углекислого газа в атмосфере на интенсивность фотосинтеза [20]. С химической точки зрения процесс фотосинтеза включает запасание части энергии солнечного света в виде потенциальной или «связанной», энергии пищи.

Следует иметь в виду, что концентрация двуокиси углерода CO_2 за последние 20–25 лет увеличилась, как минимум, на 60 ppm (1 ppm \approx 8 млрд. т углекислого газа!), что должно было привести к интенсификации фотосинтеза. Многие работы подтверждают это, однако, выделить эффект углекислого газа как эффект дополнительного "удобрения" крайне трудно на фоне влияния на продуктивность растений других факторов. Эти работы ещё раз подчёркивают необходимость развития исследований баланса углекислого газа и его роли в изменении параметров биосферы в климатической системе. Такие показатели климатической системы, как суточный и годовой ход температуры, могут быть связаны с особенностями баланса углекислого газа в климатической системе.

Максимальные суточные температуры также являются важным показателем изменения климата. Они повышаются в эпохи слабой мутности атмосферы. Наиболее яркий пример влияния аэрозолей на климат – потепление Арктики 1930-х годов, являвшееся потеплением летнего типа и происходившее при минимальной вулканической аэрозольной загрязнённости [2]. Здесь можно отметить, что аэрозольные частицы не только поглощают проходящую коротковолновую радиацию, тем самым приводя к охлаждению земной поверхности, но, являясь ядрами конденсации, приводят к образованию дополнительной облачности [22]. Последняя может вносить дополнительный вклад в охлаждение атмосферы. Количество облачных капель увеличивается с ростом концентрации аэрозоля, но их размер при этом уменьшается. Чем больше облачных капель, тем больше облако отражает солнечных лучей, приводя к охлаждению земной поверхности.

В данной работе мы рассмотрели погодичную динамику осреднённых за летний сезон минимальных (ночных) и максимальных (дневных) суточных температур. Для двух близко расположенных пунктов метеонаблюдений Минск (крупный город) и Марьино Горка (сельская местность) было выделено два 16-летних периода: 1977–1992 и 1999–2014 гг. как период интенсивного потепления и период паузы в потеплении климата, соответственно. На рисунке 7 верхние кривые представляют максимальные температуры и их линейные тренды, а нижние, соответственно, минимальные.

Из рисунка 7 следует, что дневные температуры в Марьино Горке остаются выше, чем в Минске как в первый (1977–1992 гг.), так и во второй (1999–2014 гг.) периоды. Это связано с тем обстоятельством, что аэрозольное загрязнение в большом городе (Минск) выше, чем в сельской местности (Марьино Горка). Эти различия стали особо заметны в последнее десятилетие.

Что касается ночных температур, то и в первый, и во второй периоды в городе они остаются выше, чем в сельской местности, поскольку городской "остров тепла" наиболее выражен в холодное время суток и холодное время года, когда тепловые выбросы в атмосферу максимальны [6].

Хотя приведённые на рисунке оценки трендов не являются статистически значимыми (см. также малые значения коэффициентов детерминации R^2), анализ тенденций изменения температуры в дневное и ночное время представляет

определённый интерес. Так, скорость роста ночных температур изменилась очень слабо (особенно это касается сельской местности), следовательно, потери на темновое дыхание растений увеличивались в одинаковом темпе на протяжении обоих периодов. Скорость потепления днём в последний период (1999–2014 гг.) существенно замедлилась, а ночью сохранилась практически без изменений на протяжении обоих периодов.

Из рисунка 7 также видно, что если в первый период и в городе, и в сельской местности скорость роста дневных температур в 1,5–2 раза превышала скорость роста ночных температур, то во второй период для сельской местности можно говорить об обратном соотношении скорости роста ночных и дневных температур, в то время как в городе рост дневных температур практически прекратился.

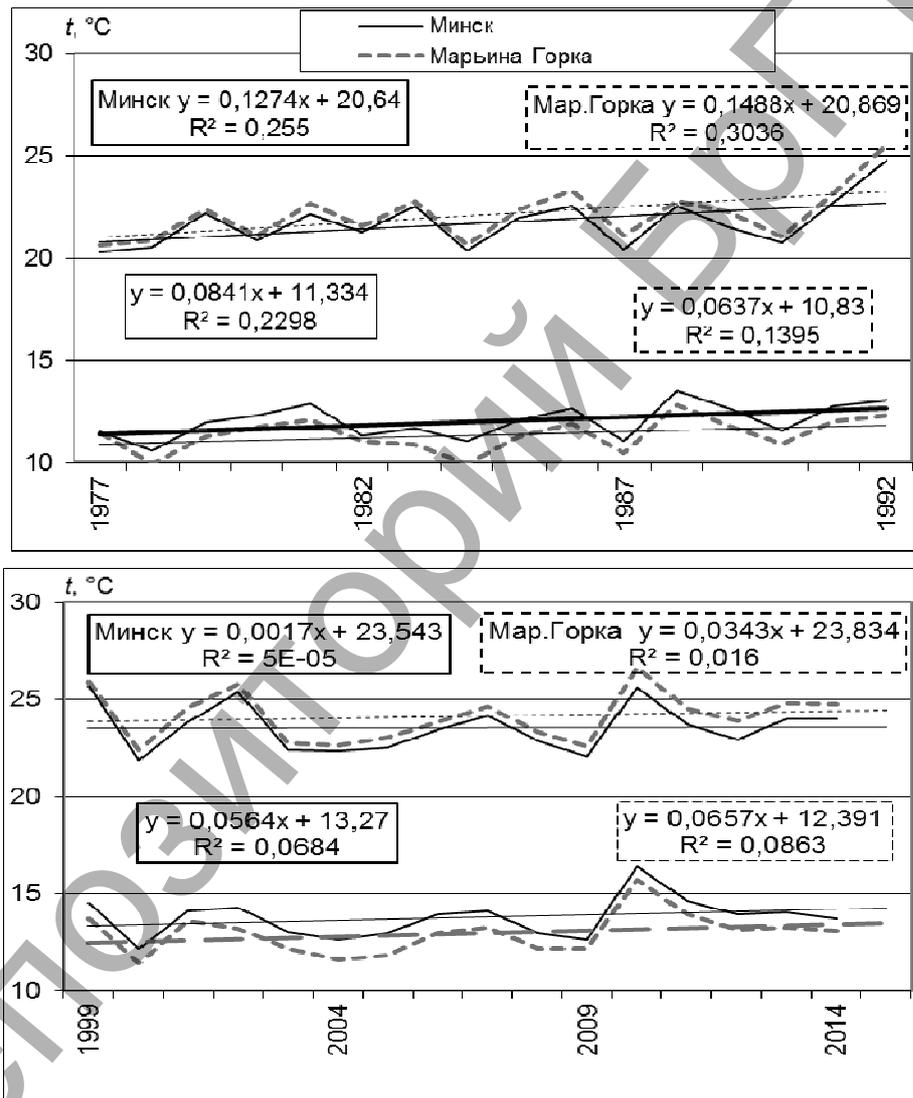


Рисунок 7 – Динамика летних минимальных (ночных) и максимальных (дневных) суточных температур за периоды 1977–1992 и 1999–2014 гг., ст. Минск и Марьяна Горка

Сопоставление коэффициентов трендов минимальных и максимальных суточных температур в городе и сельской местности (рисунок 7) даёт представление о динамике их различий для двух рассмотренных интервалов (1977–1992 и 1999–2014 гг.). При общем росте экстремальных суточных температур, как в Минске, так и Марьиной Горке, в оба периода можно говорить о наличии небольших различий между этими пунктами в скорости роста температур. В Марьиной Горке скорость роста максимальных температур выше, чем в Минске, как в

первом, так и во втором периоде. Эту особенность в изменении максимальных температур в городе и пригороде, вероятно, можно связать с меньшим компенсирующим воздействием аэрозоля на потепление климата, связанное с парниковыми газами, в сельской местности. При переходе от периода к периоду "разбежка" в росте дневных температур между Минском и Марьиной Горкой сохраняется: разности коэффициентов трендов дневных температур "Минск–Марьиная Горка" составляют $-0,02$ ²⁾ для первого и $-0,03$ ³⁾ для второго периода.

Что касается ночных температур, то скорость их роста оказалась практически одинаковой в обоих пунктах в оба периода. При этом, если в первый период они росли в Минске быстрее, чем в Марьиной Горке, то во второй период ситуация поменялась: для ночных температур разности коэффициентов трендов составляют $0,02$ ⁴⁾ и $-0,01$ ⁵⁾ для первого и для второго периода, соответственно.

В разностях дневных температур обозначаются две волны "разбежки" между Минском и Марьиной Горкой — окончание первой приходится на начало 90-х годов прошлого столетия, затем, после приблизительно 10-летней паузы, начинается вторая волна. Обе волны объясняются увеличением антропогенного аэрозольного загрязнения атмосферы и соответствующим снижением дневных летних температур в городе. Период отмеченной выше паузы совпадает с периодом падения промышленного производства в постсоветский период, сопровождавшегося очищением атмосферы над городом от антропогенных аэрозолей и соответствующим уменьшением дневных температур в Минске.

Как отмечалось выше, летние дневные температуры в Минске ниже температур в Марьиной Горке ввиду более высокого аэрозольного загрязнения в большом городе. Многолетний рост дневных температур согласуется с изменением прозрачности атмосферы [2]. На рисунке 8 представлены диаграммы сглаженных (1,2,1)-фильтром скользящих средневзвешенных значений максимальных суточных температур на ст. Минск и ст. Марьиная Горка, а также коэффициента мутности Линке T_2 .

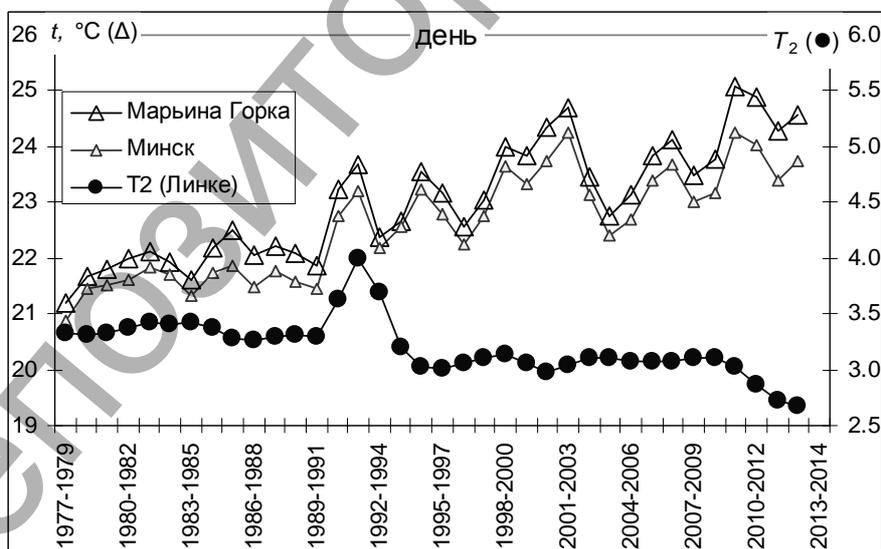


Рисунок 8 – 3-летние (1,2,1)-взвешенные средние значения летних максимальных суточных температур и коэффициента мутности Линке T_2 , 1977–2014 гг.

²⁾ =0,127–0,149

³⁾ =0,0017–0,0343

⁴⁾ =0,0841 – 0,064

⁵⁾ =0,0564 – 0,0657

Коэффициенты корреляции сглаженных рядов летних максимальных суточных температур с коэффициентом мутности Линке T_2 составляют -0.56 и -0.66 для ст. Минск и ст. Марына Горка, соответственно.

Заключение

Проанализированы неопределенности в изменении глобальной температуры, связанные с изменением плотности мировой метеорологической сети, а также различием оценок урбанизационной «поправки». Установлены систематические различия рядов изменений глобальной температуры, полученных различными авторами. Обращено внимание на определенные различия оценок глобальной температуры, опубликованных в разных источниках в разное время, связанные, в первую очередь, с различиями в величинах аномалий температуры. Отмечается, что причины обнаруженных завышений температуры в ряду данных, подготовленных Национальным центром климатических данных Национального агентства по океану и атмосфере (NOAA National Climatic Data Center), по сравнению с рядом отдела климатических исследований Университета Восточной Англии и Гадлеевского центра, могут быть связаны с неоднородностью ряда, обусловленной уменьшением плотности глобальной метеорологической сети в первую очередь в труднодоступных районах. Такое изменение пропорции числа городских и общего числа метеостанций приводит к увеличению вклада больших городов в общую оценку глобальной температуры и, как правило, завышению последней.

Установлено, что ввиду неполноты и сильной неоднородности данных начального периода наблюдений (после 1881 г.) корректный анализ суточных амплитуд на территории Беларуси возможен только начиная с 1977 г.

Выделены регионы статистически значимых региональных различий среднесезонных амплитуд суточной температуры. Для зимы это – восток и запад Беларуси, для остальных сезонов – север и юг.

Южные регионы в тёплые периоды (весна, лето, осень) характеризуются более высокими амплитудами, чем северные, что соответствует широтному ходу суточных амплитуд. Это правило не соблюдается для крупных городов юга Беларуси весной и летом ввиду минимальной облачности в эти сезоны, что способствует более яркому проявлению большего аэрозольного загрязнения в этих городах с падением дневных температур и, соответственно, уменьшением суточных амплитуд температуры.

Зимой в первом (восточном) кластере наблюдаются максимальные амплитуды, что связано увеличением континентальности климата при продвижении с запада на восток. Выявлен противофазный квазициклический характер динамики зимних и весенних среднесезонных суточных амплитуд температуры. Для периода современного потепления, начиная с конца 1970-х гг., характерно уменьшение зимних суточных амплитуд (почти на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 1988–2014 гг.) и соответствующее увеличение весенних амплитуд. Квазициклическость аналогичного характера установлена и для разброса сезонных амплитуд, максимальная изменчивость свойственна переходным сезонам.

Многолетняя изменчивость суточных амплитуд температуры содержит как трендовую, так и циклическую составляющие, характер их изменения зависит от сезона года. Полученные результаты могут служить предпосылкой для сверхдолгосрочного прогнозирования погоды и изменения климата. Так, например, уменьшение изменчивости зимних суточных амплитуд температуры позволяет учесть эту особенность при прогнозировании погоды и мониторинге климата.

Анализ средних летних минимальных и максимальных суточных температур двух близко расположенных пунктов метеонаблюдений: Минск (крупный город) и Марьино Горка (сельская местность) за два 16-летних периода (1977–1992 и 1999–2014 гг.) показал, что разности температур "Минск–Марьино Горка" положительны ночью ("остров тепла" в большом городе) и отрицательны днём ввиду меньшей мутности атмосферы в сельской местности по сравнению с городом.

Рост максимальных суточных летних температур указывает на очищение атмосферы от вулканического аэрозоля и наступление периода слабой мутности атмосферы (1996–2014 гг.). Снижение мутности атмосферы привело к интенсификации фотосинтеза в результате увеличения притока коротковолновой радиации и повышения дневных температур. С другой стороны, небольшая положительная скорость роста ночных температур сохранилась практически без изменений (особенно это касается сельской местности), ввиду этого потери на темновое дыхание растений продолжили свой прежний рост.

Список литературы

1. Jones, P. D. Assessment of urbanization effects in time series of surface air temperature over land / P. D. Jones [et al.] // *Nature*. 13. Sep. – 1990. – Vol. 347. – P. 169–172.
2. Логинов, В. Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата / В. Ф. Логинов. Минск: Беларуская навука, 2012. 266 с.
3. Прокачева, В. Г. Зоны хронического загрязнения вокруг городских поселений и вдоль дорог по республикам, краям и областям Российской Федерации : справ. / В.Г. Прокачева, В. Ф. Усачев, Н. П. Чмутова. – СПб., 1992.
4. Хайруллин, К. Ш. Климатические тренды и моделирование регулирующей роли биосферы / К. Ш. Хайруллин, Ю. А. Пичугин, М. З. Образцова // *Изв. РАН. Сер. геогр.* – 2009. – № 2. – С. 52–56.
5. Гребенюк, Н. П. Про зміни температури повітря в містах України у процесі урбанізації / Н. П. Гребенюк, М. Б. Барабаш // *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2004. – Вип. 253. – С. 148–154.
6. Логинов В.Ф. Причины и следствия климатических изменений. Мн. 1992. 320 с.
7. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск, 2008.
8. Груза, Г.В. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха / Г.В. Груза, Э. Я. Ранькова. – М., 2012.
9. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата и их доказательная база / В.Ф. Логинов // Докл. на Междунар. науч. конф. «Глобальные и региональные изменения климата». 16–19 ноября 2010 г., Киев, Украина. – Киев, 2011. – С. 23–37.
10. Climate at a Glance. National Climatic Data Center. Mode access: <http://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global>. Дата доступа: 13.01.2016.
11. Morice, C.P., Kennedy, J.J., Rayner, N.A. and Jones, P.D., 2012: Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: the HadCRUT4 dataset. *Journal of Geophysical Research*, 117, D08101, doi:10.1029/2011JD017187
12. Боровиков, В. П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. СПб, 2003. 688 с.
13. Тюрин, Ю.Н., Макаров, А.А. Статистический анализ данных на компьютере / под В Э. Фигурнова – М.: НФРА-М. 1998. – 528 с.
14. Максимов, И.В., Саруханян, Э.И., Смирнов, Н.П. Океан и космос. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 214 с.
15. Халафян, А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. – М.: Бинوم-Пресс, 2007. – 512 с.
16. МакКитрик, Р. Тренды в данных о температуре воздуха, полученные с учетом внутренне обусловленной корреляции // *Известия РГО*. – 2002. – Т. 134.– Вып. 3. – С. 16–24.

17. Ebbesmeyer, C.C., Cayan, D.R., McKelvin, D.R., Nichols, F.H., Peterson, D.H., and Redmond, K.T. 1976 step in Pacific climate: Forty environmental changes between 1968–1975 and 1977–1984 // J. L. Betancourt and V. L. Tharp (eds). Proceedings of the 1th Annual Pacific Climate (PACLIM) Workshop, April 1990. California Department of Water Resources. Interagency Ecological Study Program Technical Report 26. – 1991. – P. 115–126.
18. Логинов, В.Ф. Тренды и паузы в изменении глобального климата в различные сезоны года / Логинов, В.Ф. Микуцкий, В.С., Бровка Ю.А. // Природопользование. – 2014. – Вып. 25. – С. 10–18.
19. Семёнов, С.М. Парниковые газы и современный климат Земли. – Изд. центр "Метеорология и гидрология". – М. 2004. – 175 с.
20. Idso, S.B. Carbon dioxide, – friend or foe? Mempe, Arisona. IBR Press. 1982.
21. Reichstein, M. Climate extremes and the carbon cycle // Global Change. 2014. Issue 82, May. Pp. 17–18.
22. Ekman, A. The little things matter // Global Change. Issue 82. May 2014. 16–17 pp.

УДК 631.6

РЕЖИМЫ КОМПЛЕКСНОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ И ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Мажайский Ю.А.¹, Гусева Т.М.²

¹ФГБНУ ВНИИГиМ Мещерский филиал, г. Рязань, Россия, mail@mntc.pro

²Рязанский медицинский университет им. академика И.П. Павлова, г. Рязань, Россия, guseva.tm@bk.ru

We have carried out a research to determine the content of heavy metals in the soils of the Ryazan region and analyzed the level of their pollution. We have proposed the methods and systems for control, protection and detoxification of technogenically contaminated soils in order to provide ecologically clean agricultural products.

Введение

При значительных техногенных геохимических нагрузках на агроландшафты особое значение приобретает вопрос экологического прогнозирования природопользования. Научные исследования этой проблемы направлены на установления критических значений для компонентов экосистемы, классификацию техногенных источников вредных веществ, уровней загрязнения почв.

Необходимость определения предельно допустимых показателей (Y), которые базируются на концепции устойчивости экосистемы, характеризующие ее устойчивость, соответствуют антропогенной нагрузке (X) на эту систему в зависимости $Y = f(x)$. В природопользовании это положение известно как закон максимума урожайности. Из рисунка 1 видно, что эта связь не линейна. Если дифференциальную производную приравнять к нулю, то это дает возможность установить оптимальное соотношение преобразованных и естественных площадей экосистемы, при котором достигается максимальный эколого-социально-экономический эффект.

Переходя от концептуальной к расширенной трактовке, можно предположить, что высокие техногенные нагрузки на агроландшафты способствуют загрязнению окружающей среды, что ведет к снижению продуктивности агроцено-

зов. При рассмотрении этой функции применительно к урожайности сельскохозяйственных культур зависимость $Y = f(Z_c)$, где Y – урожайность сельскохозяйственных культур, Z_c – суммарный индекс загрязнения, имеет нелинейный характер в виде выпуклой вверх функции (рисунок 2). На начальном уровне антропогенного воздействия на агроландшафт (агротехника, удобрения, химзащита и т.д.) «загрязнение» способствует повышению продуктивности агроценозов. При индексе загрязнения почвы $Z_{\text{опт}}$ продуктивность достигает максимального значения Y_{max} . При дальнейшем увеличении техногенного воздействия продуктивность снижается. На рисунке 2 имеются 2 характерные точки, которые определяют от точки (1) до точки (2), то есть от $Z_{\text{опт}}$ до $Z_{\text{кр}}$ - допустимый уровень функционирования экосистемы (Д), и от точки (2) и более, то есть $> Z_{\text{кр}}$ – критический уровень функционирования экосистемы (К).



Рисунок 1 – Изменение эколого-социально-экономического эффекта в зависимости от соотношения преобразованных и естественных площадей экосистем

Ежегодно в биосферу поступает огромное количество различных веществ из атмосферы, в т. ч. тяжелые металлы (ТМ), за счет промышленного и сельскохозяйственного производства и других источников. Загрязнение ТМ внешне незаметно, поэтому важное экологическое значение приобретает наблюдения за концентрацией ТМ в атмосферных осадках в проведении почвенного мониторинга. Почвенно-экологический мониторинг на региональном уровне проводится с 1993 года.

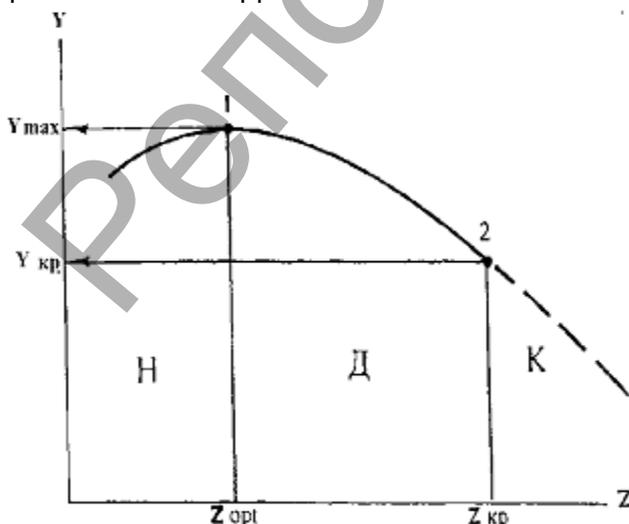


Рисунок 2 – Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от индекса суммарного загрязнения почвы

Концентрирование металлов в атмосферных осадках (таблица 1), как теплового, так и холодного периодов различаются по периодам и по годам [1]. Поступившие из атмосферы ТМ включаются в биогенную, водную миграцию, аккумулируются в почвенном покрове, включаются в большой геологический круговорот.

Таблица 1 – Среднегодовое содержание тяжелых металлов в атмосферных осадках по этапам исследований, мг/л·10⁻² [1]

	1993–1999 гг.			2001–2009 гг.		
	Атмосферные осадки		Среднее за год	Атмосферные осадки		Среднее за год
	летние	зимние		летние	зимние	
Pb	12,1	5,2	8,4±2,5	38,6	9,3	21,0±11
Cd	0,86	0,40	0,6±0,20	0,36	0,38	0,37±0,07
Zn	37,3	10,5	23,9±10	19,4	11,9	15,2±3,8
Cu	26,3	3,2	13,9±8,0	24,0	4,2	13,1±,1

Валовое содержание ТМ в естественных незагрязненных почвах обусловлено их концентрацией в почвообразующих породах и определяется генезисом, петрохимией, минералогическим составом тонкодисперсных фракций, фациальными различиями материнского субстрата и процессами почвообразования [2]. Почва наследует свой минералогический состав (геохимический фон) от почвообразующей породы. Поэтому для экологической оценки загрязненности почв разработана градация их по валовому (среднему) содержанию элементов-загрязнителей в почвообразующей породе, что подразумевает региональный фон ТМ (таблица 2).

Региональные почвообразующие породы концентрировали: Pb 8–16 мг/кг, Cd 0,15–0,29 мг/кг, Zn 33–46 мг/кг, Cu 20,9–27,0 мг/кг и т.д. [3].

Для проведения регионального экологического мониторинга в 90-ые годы прошлого столетия были организованы полигоны и определены точки типичных хозяйств, где проводились исследования. Пробоотбор осуществлялся в 1995 г. и 2006 г. в конце вегетационного периода в соответствии с требованиями ГОСТов и методических указаний.

Таблица 2 – Градация почв по валовому содержанию и с учетом суммарного индекса элементов загрязнителей, мг/кг

Элементы	Региональный фон	Градация уровней загрязнения почв				
		1 – незагрязненный	2 – низкий	3 – средний	4 – повышенный	5 – высокий
Zn	35±3	<35	35–70	70–105	105–140	145–175
Cu	27±4	<27	27–54	54–81	81–116	116–151
Pb	12±0,8	<12	12–24	24–36	36–48	48–60
Cd	0,18±0,02	<0,18	0,18–0,36	0,36–0,54	0,54–0,72	0,72–0,9
Cr	61±7	<61	61–122	122–183	183–244	244–305
Co	9±1	<9	9–18	18–27	27–36	36–45
B	27±1	<27	27–54	54–81	81–116	116–151
Mn	400±35	<400	400–800	800–1200	1200–1600	1600–2000
V	83±5	<83	83–166	166–249	249–332	332–415
Ni	20±2	<20	20–40	40–60	60–80	80–100
Sn	2,6 ±0,3	<2,6	2,6–5,2	5,2–7,8	7,8–10,4	10,4–13,0
Mo	0,7 ±0,07	<0,7	0,7–1,4	1,4–2,1	2,1–2,8	2,8–3,5
Zc	–	<1	1–13	13–25	25–37	>37
YZc1	–	<0,08	0,08–1,08	1,08–2,08	2,08–3,08	>3,08

В образцах определялось валовое содержание химических элементов спектральным методом по методике ЦИНАО с использованием 5н HNO₃ в качестве экстрагента. Количественное определение проведено в лаборатории геолого-геохимической экспедиции (г. Бронницы). При этом использовался масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой Elan-6100 ("Perkin Elmer", США); атомно-эмиссионного спектрометра Optima-4300 ("Perkin Elmer", США). Результаты обрабатывались статистически – на основе анализа вариационного ряда вычислялся на компьютере достоверный интервал с помощью программ Excel.

Поступающие из атмосферы металлы в той или иной мере фиксируются почвой. Скорость закрепления металлов, подвижность их зависит в основном от окислительно-восстановительных условий, преобладающих в почвах. Динамика поведения загрязняющих веществ в почве в конечном итоге приводит к накоплению или выносу их из профиля почв.

Основные типы почв: черноземы, серые лесные, дерново-подзолистые и аллювиальные. Исследования, которые проводились в два этапа, позволили уточнить и подтвердить статистическими расчетами представления об ассоциации химических элементов-загрязнителей. Из 42 выявленных элементов остановились на 13. При этом для As*, Hg* за фоновые критерии приняты их кларки в земной коре (таблица 3).

Таблица 3 – Интенсивность загрязнения почв тяжелыми металлами в Рязанском регионе

Элементы	Региональный фон	Среднее содержание, мг/кг			
		Почвы Рязанского района	Дерново-подзолистые	Черноземы	Серые лесные
Pb	12	30,3±5	16,2±2,6	18,8±2,0	23,2±3,2
Cd	0,18	0,43±0,09	0,21±0,08	0,31±0,03	0,26±0,04
Zn	35	86,4±17	35,3±5,1	55,6±5,1	46,9±5,0
Cu	27	53,4±10	38,8±6,0	44,9±6,0	50,6±5,9
As	5,0*	4,73±0,84	2,4±0,93	4,1±0,3	3,07±0,48
Hg	0,07*	0,08±0,008	0,05±0,008	0,06±0,006	0,05±0,008
Mo	0,7	1,31±0,40	0,96±0,11	1,14±0,27	0,84±0,07
Mn	400	700±95	587±110	621±98	737±94
B	27	39,2±6,6	29,3±3,5	39,0±5,4	37,2±4,5
Co	9	11±1,9	7,2±1,1	12,8±1,3	11,3±1,1
Ni	20	26,6±4,4	18,4±2,5	31,3±2,9	25,8±2,4
V	83	133±47	80,2±13,9	165±23	156±39
Sn	2,6	5,0±0,9	2,92±0,65	2,57±0,56	2,80±0,40

Большое влияние на интенсивность загрязнения почв оказывает близость промышленных предприятий. В аллювиальных, дерново-подзолистых почвах, расположенных в 5–20 км от г. Рязани, отмечено накопление Zn, V, Pb, Cd, As до уровней повышенной, средней и низкой загрязненности. В среднем в данном районе почвы имеют низкий уровень загрязнения и убывают в ряду Pb = Zn > Cd > Cu > Mo + Sn > Mn > V (таблица 3).

Буферность почв и всей экосистемы по отношению к воздействию техногенных потоков зависит от совокупности процессов, выводящих избыточные деструкционно активные продукты техногенеза из биологического круговорота [4]. По буферной способности наиболее лучшими почвами региона являются черноземы, серые лесные тяжелого гранулометрического состава, образованные

на покровных суглинках. Менее всего устойчивы к промышленным выбросам дерново-подзолистые почвы на флювиогляциальных отложениях.

Выявлено участие выбросов завода цветных металлов в загрязнении дерново-подзолистых легких по гранулометрическому составу почв медью до 80 мг/кг, когда средняя концентрация Cu в почве составила $38,8 \pm 6$ мг/кг. Известно, что органическое вещество торфа прочно удерживает в корнеобитаемом слое почвы тяжелые металлы. Поэтому дерново-подзолистые почвы, где широко использовалось применение местных торфов 100–200 тонн на 1 га, концентрировали Cd в 2,5 раза, Pb в 2 раза больше регионального фона. В среднем элементы в данной почве составили убывающий ряд: $Mn > Pb = Cu = V > Cd$. Загрязненность в среднем характеризуется низким уровнем. При исследовании проб полигонов с черноземами и серыми лесными тяжелосуглинистыми почвами было выявлено аномально повышенное аккумулятивное Pb $37,0 \pm 8$ мг/кг, а отдельные индивидуальные точки – 50 мг/кг. Техногенный элемент Cd в среднем накопился в лесостепных и степных почвах до уровня низкого загрязнения. Более высокое аккумулятивное выявлено в отдельных полигонах $0,38 \pm 0,09 - 0,39 \pm 0,14$ мг/кг. Отмечено загрязнение почв V до $240 \pm 51 - 253 \pm 60$ мг/кг. Этот элемент попадает в педосферу от сжигания угля, мазута в местных котельных и Рязанской ГРЭС. Элементы-загрязнители составили ряд для серых лесных почв: $Pb = Cu = V > Mn > Cd$; для черноземов: $V > Cu = Cd > Pb = Zn = Mn$.

С 2002 по 2008 гг. проводили лизиметрические опыты по детоксикации повышенного загрязнения (Pb – 40 мг/кг, Cd – 0,6, Zn – 110, Cu – 90 мг/кг) дерново-подзолистой супесчаной почвы, а с 2006 по 2008 гг. – чернозема оподзоленного. Использовались лизиметры конструкции ВНИИГиМ.

Концепция исследований состоит в том, что в агроландшафтах, как правило, наблюдается наличие не одного, а нескольких фитотоксикантов. Теоретически в таких случаях возможны как усиления, так и ослабления сил негативного воздействия отдельных ТМ на растения. Научно обоснованная система удобрений в севообороте бесспорно оказывает влияние на более полное использование питательных веществ почвы и удобрений разными культурами и его фитосанитарной роли.

Исследуемая дерново-подзолистая почва, в гранулометрическом составе которой преобладает физический песок, обладает слабыми экологическими функциями. Она имеет неглубокий гумусовый (20–39 см), слабощелочной иллювиальный (17–30 см) горизонты и близко расположенные глеевые горизонты. Оподзоленный чернозем с тяжелым гранулометрическим составом обладает более высокими буферными свойствами.

До закладки опытов проведено фоновое известкование и почвы имели реакцию близкую к нейтральной, $pH > 6,0$. Содержание гумуса около 2% в дерново-подзолистой почве, около 4% в черноземе. Обеспеченность подвижными фосфором и калием определена как средняя и повышенная.

В опытах исследовались органическая, органо-минеральная и минеральная системы удобрений. Они несколько различались в схемах опытов. Анализ многолетних исследований продуктивности повышенно загрязненной дерново-подзолистой почвы представлен в таблице 4.

Схема опыта предполагает исследования продуктивности загрязненной почвы (вариант 1). В Вариантах 2, 3, 4, 5 навоз КРС (Н40) вносили только 2 раза за севооборот (под пропашные). Минеральные удобрения (оптимальные дозы N1P1K1) во втором варианте использовались ежегодно, кроме клевера. В 3 и 4

вариантах на фоне Н40 т/га N1K1 использовали двойную (P2) и четверную (P4) дозы фосфора. На 5 варианте использовали навоз (Н80), а на 6 – N1K1 (ежегодно) P480 – 2 раза за севооборот. Применение навоза 40 т/га и одновременное запасное использование P240 в виде суперфосфата (вариант 4) обеспечили максимальную продуктивность, прибавка составила 43,9 ц/га корм. ед. (249%). Другие системы удобрений обеспечили прирост продуктивности севооборота на 21,2–27 ц/га корм. ед. (120–153%).

Таблица 4 – Влияние систем удобрений на продуктивность загрязненной тяжелыми металлами дерново-подзолистой почвы, ц/га корм. ед.

Варианты опыта	Картофель (клубни)	Ячмень (зерно)	Сено клевера 1 г.п.	Сено клевера 2 г.п.	Биомасса ржи + ячмень	Свекла кормовая (корнеплоды)	Овес (зерно)	Картофель (клубни)	Средняя продуктивность
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2002 г.	
1.	Без удобрений	29,7	29,0	8,1	8,3	12,2	14,2	21,7	17,6
2.	H40 N1P1K1	67,8	48,6	25,3	12,3	44,4	44,12	67,9	44,3
3.	H40 P1K1 P2	75,9	54,0	25,9	10,8	46,2	52,8	67,4	44,6
4.	H40 P1K1 P4	88,8	65,2	47,2	20,8	71,2	56,0	81,2	61,5
5.	H80	75,6	39,6	30,1	11,2	30,6	36,0	71,0	42,0
6.	P480 N1K1	56,8	57,7	21,3	13,6	40,0	44,8	37,2	38,8

Схема опыта на повышенно загрязненном черноземе несколько отличалась (таблица 5). Органическая система представлена навозом КРС в дозе 100 т/га (вариант 2). Органо-минеральная – на фоне Н100 ежегодно вносилось полное минеральное удобрение (N1P1K1, вариант 3). В вариантах 4 и 5 исследовались периодические дозы фосфора P2, P4. В варианте 6 применялась ежегодная доза P120(e). В последних трех вариантах использовались минеральные удобрения ежегодно N1K1. В звене исследуемого севооборота все агрохимические приемы детоксикации имели положительную закономерность. Вместе с тем высокая эффективность 109% получена от использования органо-минеральной системы (вариант 3).

Оценку агрохимических приемов детоксикации загрязненных почв проводим на основе изучения состава гумуса и качества внутрипочвенных вод.

Таблица 5 – Влияние систем удобрений на продуктивность загрязненного чернозема

Варианты опыта		Урожай основной продукции, ц/га			Кормовые единицы, ц/га	
		Ячмень	Свекла кормовая	Овес	Средняя продуктивность	Прибавки
		2006 г.	2007 г.	2008 г.	2006–2008 гг.	
1.	Без удобрений	15,7	293	22,2	73,1	–
2.	H100	32,1	573	27,7	128,6	55,5
3.	H100 N1P1K1	36,9	675	34,6	152,5	79,4
4.	P2 N1K1	24,2	375	34,0	103,2	30,1
5.	P4 N1K1	30,8	333	27,2	98,0	27,9
6.	P120(e) N1K1	26,5	452	34,7	115,4	42,3
НСР0,95		4,8	39,6	3,6	–	–

Гумусообразование играет значительную роль в формировании почвы и ее важнейших свойств и признаков. Насыщенность 1 га посевной площади органи-

кой несколько отличалась в опытах, но интенсивность накопления гумуса от различных агрохимических средств практически не различалась (таблица 6). Эти увеличения укладывались на черноземе в 6–25%, на дерново-подзолистой почве в 6–28%. В дерново-подзолистой почве процесс гумусообразования более интенсивно проходил при запасном внесении P480 на фоне N1K1. Практически одинаковое влияние оказали органическая (H80) и органо-минеральная (H40 P240 N1K1) системы. Процесс гумификации обусловлен факторами почвообразования, а фракционный состав гумуса – минералогическим составом. ГК позволили выявить, что наиболее ценная ГК-2, связанная кальцием, повышалась только в черноземе под влиянием систем удобрений. В дерново-подзолистой почве увеличивались концентрации ГК 1-ой и 3-ей фракциями. На них заметное влияние оказывали варианты P480, H40 на фоне N1K1. Сравнивая действия систем удобрений на качество гумуса в загрязненных почвах, удобрения в черноземе увеличивают содержание ГК на 10–45%, ФК – 8–51%, в дерново-подзолистой повышается концентрация ГК на 19–42%, ФК остается без изменений.

Таблица 6 – Действие разных систем удобрений на групповой и фракционный составы гумуса в почвах, загрязненных тяжелыми металлами (СФР к почве, %)

Варианты опыта	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты				Гумины	Сумма фракций	Сорг	СГК/СФК
	1	2	3	сумма фракций	1	2	3	сумма фракций				
Дерново-подзолистая супесчаная почва												
1. Б/у	0,16	0,10	0,10	0,36	0,10	0,08	0,08	0,26	0,30	0,92	0,93	1,38
2. H40N1P1K1	0,17	0,07	0,12	0,36	0,13	0,02	0,10	0,25	0,29	0,90	0,92	1,43
3. H40P120N1K1	0,15	0,04	0,24	0,43	0,10	0,10	0,08	0,28	0,25	0,96	0,99	1,52
4. H40P240N1K1	0,21	0,12	0,16	0,49	0,09	0,05	0,15	0,29	0,32	1,10	1,12	1,65
5. H80	0,19	0,11	0,19	0,49	0,15	0,02	0,10	0,28	0,35	1,12	1,13	1,79
6. P480N1K1	0,25	0,02	0,24	0,51	0,14	0,14	0,04	0,29	0,35	1,15	1,18	1,75
Чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый												
1. Б/у	0,15	0,24	0,28	0,67	0,06	0,20	0,11	0,37	1,13	2,17	2,19	1,79
2. H100	0,08	0,60	0,29	0,97	0,18	0,18	0,20	0,56	1,16	2,70	2,74	1,74
3. H100N1P1K1	0,11	0,39	0,28	0,78	0,06	0,17	0,21	0,43	1,26	2,47	2,49	1,79
4. P2N1K1	0,10	0,49	0,29	0,88	0,05	0,25	0,20	0,50	0,92	2,29	2,33	1,77
5. P4N1K1	0,16	0,30	0,28	0,74	0,13	0,21	0,06	0,40	1,24	2,38	2,41	1,85
6. P120(e)N1K1	0,16	0,30	0,28	0,74	0,09	0,16	0,14	0,40	1,15	2,29	2,31	1,85

Проблема адаптации растений в условиях техногенной среды имеет первостепенное значение. Растения имеют три биобарьера против поступления токсикантов, это почва – корень – стебель – репродуктивные органы. Зерно в загрязненной почве экологически опасное, так как содержание Pb отмечено 0,68, 1,17 мг/кг (ПДК 0,5), Cd – 0,27, 0,11 мг/кг (ПДК 0,1), Zn – 76 (ПДК 50). Использование систем удобрений оказали в основном положительное влияние, но не всегда продукция становится экологически безопасной в пищу человека (таблица 7).

Общую загрязненность почвы поллютантами характеризует валовое содержание ТМ. Отрицательное влияние высоких концентраций ТМ на биосферу зависит от их подвижности. Пока элементы прочно связаны с составными частями почвы, они труднодоступны растениям, слабо выражена их миграция в биосфере. На почвах, повышенно загрязненных, проявляется выраженная зависимость содержания ТМ от типа почвы. В дерново-подзолистой концентрации ацетатно-аммонийных форм Pb и Cd выделено меньше на вариантах без удобрений, Zn и Cu – больше по сравнению с черноземом.

Таблица 7 – Распределение тяжелых металлов в растениях, мг/кг

Варианты опыта		Части растения	Дерново-подзолистая почва, ячмень				Чернозем, овес			
			Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu
1.	Б/у	зерно	0,68	0,27	76	6,0	1,17	0,11	21,6	2,4
		солома	1,40	0,14	59	8,8	1,09	0,14	28,0	1,8
		корни	7,2	0,47	165	40,4	2,39	0,24	77,3	17,6
2.	<u>H40N1P1K1</u> H100	зерно	0,33	0,07	59	4,4	1,18	0,10	26,1	2,5
		солома	1,68	0,10	45	2,4	1,24	0,19	18,1	2,2
		корни	19,4	1,20	246	71,6	2,22	0,38	39,9	20,0
3.	<u>H40P120N1K1</u> H100N1P1K1	зерно	0,33	0,13	56	4,0	1,18	0,11	27,0	2,7
		солома	1,67	0,09	111	5,7	1,53	0,21	45,6	5,2
		корни	2,8	0,26	146	22,5	3,88	0,53	77,8	16,0
4.	<u>H40P240N1K1</u> P2N1K1	зерно	0,44	0,07	49	4,8	1,24	0,11	26,4	2,5
		солома	0,78	0,13	107	4,4	1,08	0,15	17,9	1,9
		корни	11,6	0,40	314	55,6	4,03	0,60	55,9	29,1
5.	<u>H80</u> P4N1K1	зерно	0,32	0,18	38	3,5	1,34	0,06	25,2	2,4
		солома	0,96	0,11	72	4,4	1,35	0,17	23,4	1,8
		корни	22,3	0,57	254	38,6	3,80	0,47	55,1	22,2
6.	<u>P480N1K1</u> P120 (e)N1K1	зерно	0,32	0,10	53	4,4	1,19	0,05	33,5	3,0
		солома	1,03	0,11	73	5,3	1,43	0,21	27,6	2,0
		корни	7,0	0,89	226	32,8	3,33	0,46	33,2	23,9
Среднее по удобренным вариантам		зерно	0,35	0,11	53	4,2	1,23	0,09	27,6	2,6
		солома	1,22	0,11	82	4,4	1,33	0,19	26,5	2,6
		корни	12,62	0,66	237	44,1	3,45	0,49	52,4	22,2

Рассматривая интенсивность образования подвижных форм элементов, следует отметить, что Cd наиболее интенсивно переходил в подвижную форму на черноземе, но P120(e) на фоне N1K1 резко снижал этот процесс. В дерново-подзолистой почве P480N1K1 имел ту же тенденцию.

Миграционная способность ТМ зависит от совокупности свойств почвы, химических загрязнителей, ландшафтной обстановки. Инфильтрация их через почвенный профиль сопровождается выведением органического вещества и связанных с ним металлов. Изучаемые системы удобрений на дерново-подзолистой почве уменьшают в основном вынос Pb, Zn, Cu за пределы почвенного профиля и увеличивают Cd. В черноземе удобрения повысили миграцию Pb и снизили – Cd (таблица 8). Корреляционные исследования по влиянию качества гумуса (групп, фракций) на содержание ТМ во внутрипочвенных водах показали, что миграция Pb в почвенно-грунтовые воды в основном обусловлена 3-ей фракцией ГК в дерново-подзолистой почве ($r = 0,59$) и ФК-3 – в черноземе ($r = 0,69$). Поступление Cd в лизиметрические воды с ФК-3 в дерново-подзолистой почве имеет высокую степень зависимости ($r = 0,77$).

В черноземе группа ФК, фракции ГК-2, ГК-3 и сумма фракций ГК имели отрицательные корреляции ($r = -0,75, -0,78, -0,57, -0,74$). Но обнаружена в данной почве высокая миграционная способность Cd с фракцией ГК-1 ($r = 0,81$). Cu мигрирует преимущественно в виде комплексных соединений во фракциях ГК-2 и ФК-2 в дерново-подзолистой почве. Миграционная способность Zn в большей степени обнаружена в черноземе в виде фракций ФК-3 ($r = 0,83$) и ГК-2 ($r = 0,65$).

Таблица 8 – Коэффициенты корреляции (R) образования групп и фракций гумуса и содержания тяжелых металлов во внутриводных водах

Элементы	Гуминовые кислоты, фракции				Фульвокислоты, фракции			
	1	2	3	сумма	1+1а	2	3	сумма
Дерново-подзолистая почва								
Pb	0,14	-0,32	0,59	0,40	-0,05	0,45	-0,33	0,57
Cd	0,39	-0,07	0,29	0,42	-0,49	0,10	0,77	0,54
Zn	-0,23	0,43	-0,19	-0,32	-0,51	0,51	-0,14	-0,13
Cu	0,17	0,88	-0,62	0,08	-0,08	-0,52	0,66	-0,05
Чернозем оподзоленный								
Pb	-0,31	0,23	-0,08	0,18	-0,23	-0,54	0,69	0,15
Cd	0,81	-0,78	-0,57	-0,74	-0,50	-0,11	-0,38	-0,75
Zn	-0,79	0,65	0,46	0,58	0,14	-0,37	0,83	0,61
Cu	0,47	-0,35	-0,39	-0,30	-0,06	-0,64	-0,08	-0,34

В условиях техногенного загрязнения почв выделяются три уровня функционирования экосистемы: нормальный, допустимый, критический. В таблице 9 представлены мероприятия по обеспечению устойчивости экосистемы.

Таблица 9 – Мероприятия по обеспечению устойчивости экосистемы

Уровни функционирования экосистем	Характеристика загрязненности	Возможности использования территории	Предлагаемые мероприятия
1. Нормальный	Содержание элементов-загрязнителей в почве, внутриводном стоке на уровне геохимического фона	Сельскохозяйственное использование	Снижение уровня воздействия источников загрязнения экосистемы. Научно обоснованная система ведения хозяйства
2. Допустимый	Уровни загрязнения ТМ в почве ниже повышенного	Разработка севооборотов с участием устойчивых культур (свекла, бобовые, лекарственные, технические травы, овес)	Мероприятия по снижению воздействия источников загрязнения. Научно обоснованная система удобрений. Усиление контроля качества продукции
3. Критический	Высокий, очень высокий уровень загрязнения почвы ТМ	Выращивание культур-фитосанитаров с последующей их утилизацией. Исключение сельскохозяйственных загрязненных угодий из оборота	Проводить санацию почвы за счет перемещения ее загрязненных слоев на глубину 30–40 см. Окультуривание слоев почвы, которые оказались на поверхности за счет органических, минеральных удобрений и извести. Проведение контроля над всеми объектами экосистемы

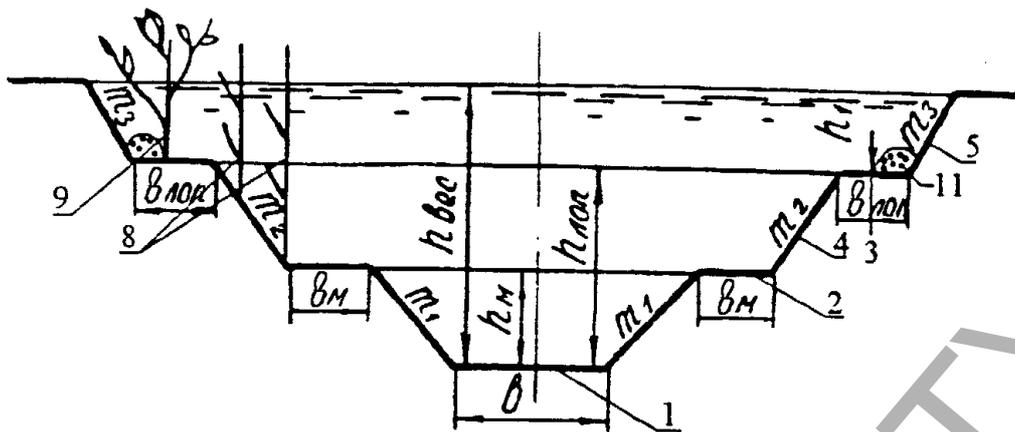


Рисунок 3 – Поперечный разрез биоканала:

b – ширина биоканала по дну; $в_m$ – ширина бермы при пропуске бытовых расходов ($Q_{быт}$); $в_{лок}$ – ширина бермы при пропуске летне-осенних дождевых паводков; h_m – уровень воды в бытовой период; $h_{лок}$ – уровень воды при пропуске летне-осенних дождевых паводков; $h_{вес}$ – уровень воды при пропуске весеннего половодья; m_1, m_2, m_3 – коэффициенты заложения откосов

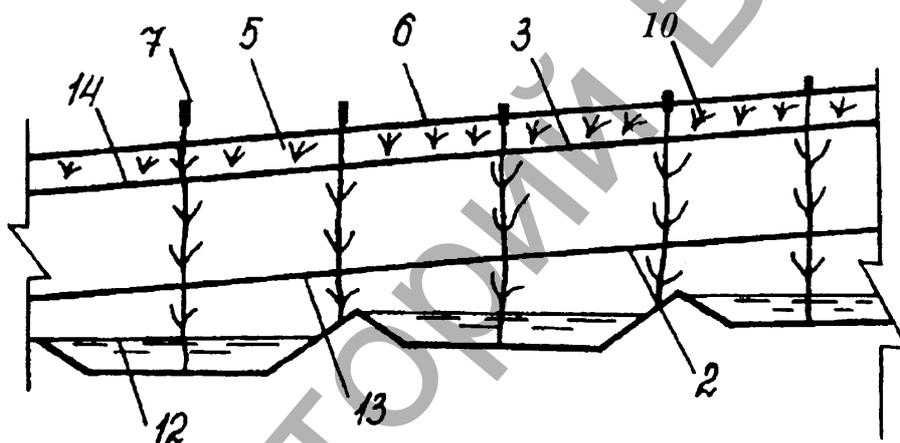


Рисунок 4 – Продольный разрез биоканала:

1 – дно биоканала; 2 – нижняя берма; 3 – верхняя берма; 4, 5 – откосы; 6 – бровка; 7, 8, 9, 10 – высшие водные растения; 11 – валик; 12 – уровень воды при пропуске $Q_{быт}$; 13 – уровень воды при пропуске $Q_{л-ос.}$; 14 – максимальный расчетный уровень воды

Заключение

1. В Рязанском регионе наибольшее атмотехногенное поступление относится к свинцу.

2. Почвенно-экологический мониторинг указал, что интенсивность загрязнения почв ТМ указывает на близость промышленных предприятий. В основном наблюдается низкое, среднее загрязнение почв. Хотя отмечаются точки мониторинга, где определены повышенный и высокий уровень загрязнения Pb, V, Cu, Cd.

3. При детоксикации повышенного уровня загрязнения комплексом металлов (Cd, Pb, Zn, Cu) выявлена наиболее эффективная органо-минеральная система удобрений.

4. Системы удобрений в основном уменьшают вынос Pb, Zn, Cu за пределы почвенного профиля в дерново-подзолистой почве, но увеличивают Cd. В черноземе снизили миграцию Cd, но повысили – Pb. Миграция обусловлена в первую очередь фульвокислотами фракцией 3.

Список литературы

1. Евтюхин, В.Ф. Экологическое обоснование контроля и детоксикация агроценозов юга центрального Нечерноземья, подверженных техногенному воздействию / Дисс. на соиск. уч. ст. д. б. наук. – Балашиха, 2011. – 357 с.
2. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрение / Под общ. ред. М.М. Овчаренко. – М., 1997. – 289 с.
3. Мажайский, Ю.А. Обоснование режимов комплексных мелиораций в условиях техногенного загрязнения агроландшафта / дисс. на соиск. уч. ст. д. с.-х. наук. – М., 2002. – 327 с.
4. Глазовская, М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М. : Высшая школа, 1998. – 328 с.

УДК 626.8(476)

МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Климович Н.А.¹, Мешик О.П.²

¹Государственное объединение «Брестмелиоводхоз», г. Брест, Республика Беларусь, explmelio@tut.by

²Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, mor@bstu.by

The article presents the history of land melioration in the Brest region of Belarus. It describes the current status of land melioration. It also notes the problems of education and training of graduates.

Введение

Брестская область занимает выгодное географическое положение на территории Республики Беларусь. Здесь наблюдается лучшее обеспечение ресурсами тепла и влаги, тем самым формируются благоприятные условия для развития сельхозпроизводства. Однако ввиду неустойчивости естественного увлажнения, на сельскохозяйственных землях имеют место как избытки тепла и влаги, так и их дефициты. В современных условиях воздействия на водный и тепловой режимы подстилающей поверхности осуществляются, прежде всего, путем проводимых мелиоративных мероприятий. Агрономические свойства почв, уровень природного плодородия, неустойчивость их естественного увлажнения не гарантируют получение высоких и стабильных урожаев сельхозкультур. Необходимыми, но далеко не достаточными условиями для решения этой задачи, являются благоприятные водно-воздушный и тепловой режимы хорошо окультуренных почв. Достаточным условием, как известно, является оптимальное соотношение газов, минеральных и органических удобрений в растворе. В этой связи мелиорации на современном этапе рассматриваются как инженерные мероприятия, посредством которых обеспечиваются оптимальные водный, воздушный, тепловой и питательные режимы почв. Брестская область по темпам развития мелиоративных работ является лидером в республике, а мелиорация земель Брестчины, как и всего Полесья, имеет давнюю историю.

Основная часть

Рост населения, развитие социально-экономических и производственных отношений в XVI веке потребовали включения в сельскохозяйственный оборот новых земель и их улучшения. Мелиорации при этом стала отводиться веду-

щая роль. По распоряжению польской королевы Боны, с целью освоения принадлежащих ей земель, в районе Кобрина было проложено несколько мелиоративных каналов (1549–1557). Самый крупный канал сохранился до наших дней и продолжает действовать. В честь королевы он назван «Канал Бона», его длина 29 км, а площадь водосбора 261 км².

Продолжили начатые королевой Боней работы по мелиорации земель голландские поселенцы, обосновавшиеся в районе Бреста, в XVII веке. Они осушали болота в собственных сельскохозяйственных целях. В конце XVIII века по распоряжению польского правительства, при короле Станиславе Августе Понятовском, начались работы по сооружению судоходного канала между бассейнами рек Днепра и Буга. Канал, названный Королевским, соединял реки Пину и Мухавец. Участок канала в районе Кобрина сохранился под прежним названием. Современное название канала – «Днепровско-Бугский». В годы после второй мировой войны канал реконструирован, в настоящее время используется в судоходстве, рыболовстве, рекреации и как водоприемник мелиоративных систем. Общая длина Днепровско-Бугской водной системы составляет 196 км, из них на канал приходится 105 км пути. Канал имеет 12 гидроузлов с судоходными шлюзами, 28 водопропускных плотин, 14 водоспусков, 5 земляных плотин, 3 перепада, 64 км напорных дамб. Фактически, Днепровско-Бугский канал связывает бассейны Черного и Балтийского морей [1].

Наряду со строительством в конце XVIII века Днепровско-Бугского канала осуществлялось строительство Огинского канала, длиной 47 км, который соединял р. Щара и р. Ясельда и, в итоге, Балтийское и Черное море. В первую мировую войну канал был сильно поврежден и утратил свое первоначальное значение. Его русло, часть гидротехнических сооружений, береговые укрепления военных лет сохранились до наших дней. В настоящее время канал заилен, на отдельных участках находится в заросшем состоянии и используется как водоприемник прилегающих к нему польдерных мелиоративных систем.

Наиболее значимой по масштабу мелиоративных работ была проведенная в конце XIX века экспедиция генерала И.И. Жилинского. Мелиорация земель осуществлялась в соответствии с Генеральным планом осушения Полесья, который имел достаточно серьезное для того времени финансовое и проектное обеспечение. За 1874–1897 гг. экспедицией построено 4367 верст (верста – 1,06 км) осушительных каналов, 549 мостов и 30 шлюзов, очищено 127 верст заросших русел рек. Многие из построенных в то время каналов были проложены настолько удачно, что сохранились до наших дней без изменения своих названий.

В первой половине XX века мелиорация земель Брестчины проходила невысокими темпами, что связано со сменами власти, войнами и, в итоге, с низким финансированием работ. Однако уже в середине 50-х годов с мелиорированного гектара в колхозах получали 18-19 центнеров ржи, 20-27 – овса, 200-300 – картофеля, 250-400 – корнеплодов, 400-500 центнеров кукурузы на силос.

Важнейший исторический этап в развитии мелиорации земель открыл майский Пленум ЦК КПСС 1966 года. Мелиорация земель была введена в ранг всенародной общегосударственной задачи, а Полесье отнесено к числу важнейших водохозяйственных строек Советского Союза.

Наряду с крупномасштабными осушительными мероприятиями, в 1971 году началось строительство оросительных систем. Первоначально, для орошения земель применялись быстроразборные, переносные и передвижные дождевальные устройства: «УДС», «Радуга», «Сигма», «ДДН-70» и др., а в дальнейшем – передвижные широкозахватные устройства: «Волжанка», «Фрегат», «Днепр», «Кубань». Одновременно со строительством мелиоративной сети

создавались водохранилища и пруды, насосные станции, сетевые гидротехнические сооружения, дамбы обвалования, дороги, мосты, линии связи и электропередач. На пике мелиоративного освоения продуктивность гектара осушенных сельхозугодий составляла 33-38 центнеров кормовых единиц (цке), в том числе продуктивность мелиорированной пашни была 43-53 цке. Общий валовой сбор продукции растениеводства составлял до 45 %, в том числе кормов до 60 %. В ходе комплексной мелиорации земель Полесья создавались совхозы, где предусматривалась производственная и жилая зона, общественные и торговые помещения, зона отдыха [1].

По состоянию на 01.01.2015 в Брестской области осушено около 23 % всей территории и около 48 % сельскохозяйственных земель. В таблице приведены площади мелиорированных земель по административным районам области (данные ГО «Брестмелиоводхоз»).

Таблица – Наличие мелиорированных земель по районам Брестской области на 01.01.2015, тыс.га

Район	Общая площадь осушенных земель	из них дренажем	двустороннее регулирование водного режима	Осушено сельхоз-земель	Площадь орошаемых земель
Барановичский	18,4	8,8	2,5	17,4	0,7
Березовский	37,9	28,3	16,4	36,6	0,03
Брестский	27,0	19,7	7,0	24,3	0,6
Ганцевичский	39,8	21,8	20,9	35,7	0,01
Дрогичинский	59,2	35,8	16,9	56,0	0,4
Жабинковский	23,1	21,1	7,3	21,7	-
Ивановский	55,3	36,4	19,9	50,9	0,8
Ивацевичский	54,2	23,7	20,7	51,2	-
Каменецкий	22,7	14,3	4,9	21,6	1,4
Кобринский	70,0	37,9	22,2	66,0	-
Лунинецкий	76,0	28,3	31,1	64,8	-
Ляховичский	24,6	16,2	7,2	22,0	-
Малоритский	41,8	19,7	18,2	39,3	-
Пинский	94,6	28,4	40,9	87,5	0,1
Пружанский	50,0	17,9	20,0	47,4	0,3
Столинский	63,8	24,7	27,0	58,9	-
Всего по области:	758,4	387,2	283,2	704,0	4,4

К настоящему времени первоочередной мелиоративный фонд в области освоен более чем на 80 %. Наиболее мелиорированными являются Ивановский (35 % от общей площади административного района), Кобринский (35 %), Жабинковский (34 %) и Дрогичинский (32 %) районы. Наименьшие площади мелиорации в Барановичском (8 %) и Каменецком (14 %) районах. В Брестской области 372,9 тыс. га земель осушено закрытым дренажем, что составляет около 50 % всей осушенной площади. Керамический дренаж постепенно вытесняется пластмассовым, который применяется на объектах реконструкции, и его доля достигла 5 %.

Двусторонним регулированием водного режима охвачено около 37 % мелиорированных угодий – 283,2 тыс.га. При этом, доля гарантированного увлажнения достаточно низкая. Доминирует предупредительное шлюзование. Фактически, на большей части осушительно-увлажнительных систем в результате неудовлетворительного состояния подпорных сооружений (19 % от суммарного количества) невозможно осуществлять даже предупредительное шлюзование.

На площади 40,4 тыс. га функционируют мелиоративные системы водооборотного типа, на площади 227,8 тыс. га осуществляется машинный водоподъем. Пolderные мелиоративные системы занимают значительные площади, что является отличительной чертой мелиорации в Брестской области от других регионов. Зимние (незатапливаемые) пolderы занимают площадь 208,0 тыс. га.

Площади орошаемых земель за последние десятилетия существенно уменьшились и составляют 4,4 тыс. га, что менее 1 % от всей площади мелиорации. Основной причиной снижения орошаемых площадей является недостаток финансирования и, как следствие, выход из строя поливного оборудования, истечение сроков его амортизации, неудовлетворительное состояние водозаборных сооружений и др.

Протяженность мелиоративной осушительной сети в Брестской области составляет 164,2 тыс. км, в том числе на открытую сеть приходится 41,3 тыс. км. Имеется в области 2,8 тыс. км дамб обвалования, 6,1 тыс. км эксплуатационных дорог, 2,1 тыс. км полезащитных лесополос, 291 насосная станция, 364 шлюза-регулятора, 7662 трубы-регулятора, 794 моста, 13304 трубы-переезда, 2411 пешеходных мостов, 7670 колодцев на закрытой коллекторно-дренажной сети, 83909 дренажных устьев, 728 колодцев для наблюдения за уровнями грунтовых вод.

Мелиорация земель в Брестской области осуществлялась в соответствии с Государственной программой сохранения и использования мелиорированных земель на 2011-2015 гг. [2] и отвечала ее основной цели – повышению продуктивности мелиорированных земель за счет проведения мелиоративных мероприятий и осушения высокоплодородных земель. Для достижения этой цели решались задачи по обеспечению оптимального водно-воздушного режима на мелиорируемых землях путем адекватных эксплуатационных мероприятий. В соответствии с основными направлениями развития мелиорации земель в настоящее время проводится реконструкция технически устаревших мелиоративных систем или их отдельных элементов, восстановление неработающих систем, проведение работ по обеспечению нормативной устойчивости и долговечности сооружений (эксплуатация).

В целом, политика государственного регулирования в мелиоративной отрасли предусматривает выполнение агро-мелиоративных мероприятий на осушенных землях, реконструкцию и восстановление осушительных и осушительно-увлажнительных и оросительных систем, введение в сельскохозяйственное использование высокоплодородных земель и земель на ранее законсервированных объектах мелиорации в запланированных Государственной программой объемах, реконструкцию и восстановление основных сооружений мелиоративных и водохозяйственных систем, очистку от древесно-кустарниковой растительности осушенных сельскохозяйственных земель, мелиоративных каналов на осушенных сельскохозяйственных землях, землях лесного фонда и разрабатываемых торфяных месторождений, проведение ремонтно-эксплуатационных работ и ведение государственного учета мелиоративных и водохозяйственных систем и др.

В Брестской области в полном объеме освоены средства, выделяемые из республиканского и областного бюджетов для решения вышеназванных задач. В частности, в 2015 году отремонтировано 2270,3 км открытых каналов, в том числе 495,9 км каналов с заилением больше 30 см и 1774,4 км каналов очищено от водной растительности каналоочистителями с заилением менее 30 см, сведена древесно-кустарниковая растительность на открытой сети общей протяженностью 1353,1 км, окошено 21,03 тыс. км открытых каналов, отремонтировано 415 гидротехнических сооружений.

Вместе с тем, по результатам инвентаризации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений на 1 декабря 2015 года в области имеют сверхдопустимое заиливание (более 30 см) 6325,8 км каналов (за исключением земель, подлежащих реконструкции), или 15 % от общей протяженности (41051,5 км), в том числе межхозяйственных 3285,9 км и 3039,9 км внутрихозяйственных. Заросли древесно-кустарниковой растительностью 3595,6 км каналов (9 % от общей протяженности каналов), в том числе 1616,5 км межхозяйственных и 1979,1 км внутрихозяйственных. Больше всего заиленных каналов в Кобринском районе – 1239,1 км (33 %), в том числе межхозяйственных – 526,6 км; Пинском – 719,4 км (13 %), в том числе межхозяйственных – 291,8 км; Столинском – 598,6 км (16 %), в том числе 472,5 км межхозяйственных. Заросших древесно-кустарниковой растительностью каналов в Кобринском районе 1023,9 км (27 %), в том числе межхозяйственных 434,1 км, Столинском – 412,5 км (11 %), межхозяйственных – 288,3 км и Пинском 383,8 км (7 %), межхозяйственных – 151,6 км.

Требуют реконструкции и ремонта 1495 водорегулирующих и 2622 переездных сооружения, что составляет 19 и 18 % соответственно от их общего количества. В Пинском районе неисправно 436 водорегулирующих (53 % от наличия (825 шт.)) и 1006 переездных сооружений (48 % от наличия (2090 шт.)). В других районах этот показатель колеблется от 3 до 40 процентов.

Анализ показывает, что сверхдопустимое заиливание открытой сети, зарастание древесно-кустарниковой растительностью и неисправные гидротехнические сооружения, в основном, находятся на объектах, подлежащих реконструкции. Если в области требуют реконструкции мелиоративные системы, расположенные на площади 97,4 тыс. га (14 % от площади всех осушенных сельскохозяйственных земель), то в Столинском районе – на 18,9 тыс. га (32 %), Ивацевичском районе – на 11,8 тыс. га (23 %).

По данным инвентаризации, 466,9 км дамб (16 %) требуют реконструкции и ремонта. В Пинском районе – 127,1 км (19 %), Лунинецком - 91 км (28 %), Столинском – 65,1 км (13 %), Ивацевичском - 55 км (23 %).

Несмотря на то, что в составе мелиорированных земель области преобладают минеральные почвы (70 %), особо остро стоит проблема сохранения осушенных торфяников. Сельхозиспользование торфяно-болотных почв неизбежно приводит к их деградации. В Брестской области в основном преобладают маломощные торфяники (до 1 м), почти третья часть которых минерализовалась и перешла в стадию органоминеральных и антропогенно преобразованных почв. Нерациональное сельхозиспользование торфяно-болотных почв привело к обострению эрозионных процессов. Около 30% торфяников используются под пашню. Резко изменились теплофизические свойства мелиорированных торфяников, что обострило проблемы заморозков и пожаров [3]. Функционирующие на торфяно-болотных почвах осушительно-увлажнительные системы не снимают остроту проблем ввиду неэффективного управления ими и плохого состояния сооружений.

Научное обеспечение реализации Государственных программ сохранения и использования мелиорированных земель возлагается на научно-исследовательские учреждения Аграрного отделения Национальной академии наук Беларуси. В частности, ведущей научной организацией является РУП «Институт мелиорации», который осуществляет научное обеспечение более 4,3 млн га сельскохозяйственных земель, в том числе 2,9 млн га осушенных. Институтом разработаны теоретические основы и технические решения по комплексному мелиоративному освоению заболоченных земель и болот Полесья.

Подготовка высококвалифицированных кадров по специальности 1- 74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» осуществляется в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и УО «Брестский государственный технический университет» (БрГТУ). Для БрГТУ ГО «Брестмелиоводхоз» является базовой организацией, большая часть выпускников направляется трудиться по распределению в Брестскую область. С 1973 по 2015 гг. университетом выпущено 2596 специалистов, получивших высшее образование по специальности «Мелиорация и водное хозяйство» («Гидромелиорация») на дневной и заочной формах обучения. Многие из выпускников занимают руководящие должности в аппарате ГО «Брестмелиоводхоз», УП «Брестводстрой», ГО «Гродномелиоводхоз» и в их районных структурных подразделениях. Подготовка специалистов ведется на факультете инженерных систем и экологии БрГТУ. Выпускающей является кафедра природообустройства. На кафедре природообустройства реализуется утвержденная программа «Совершенствование методов обеспечения и организации сквозного курсового и дипломного проектирования по специальности 1- 74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство». Методология научного обоснования сквозного комплексного учебного проекта, выполняемого на реальной основе, опирается на Учебный план специальности 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство», график учебного процесса, скоординированный во времени под реализуемую учебную технологию и позволяющий ритмично на протяжении всего периода обучения проводить прикладные исследования и расчеты под итоговый дипломный проект, выполняемый на профилирующей кафедре [4].

Государственная экзаменационная комиссия отмечает:

– научно-техническую обоснованность предлагаемых инженерных решений (прикладное использование в проектах результатов собственных тепловоднобалансовых и гидрологических исследований при обосновании гидромелиоративных, агротехнических мероприятий, методов, способов и режимов гидромелиораций применительно к предложенным авторами (студентами) техническим схемам гидромелиоративных систем – 100 % проектов);

– высокий уровень использования компьютерных технологий, оригинальных прикладных компьютерных программ, позволяющих, в контексте выполнения массовых многовариантных проектных расчетов, осуществлять научные исследования, численные эксперименты, статистические оценки, а также качественно оформлять расчетно-пояснительные записки, графическую часть проектов с помощью технических средств – 100% проектов.

По результатам защиты, дипломные проекты постоянно заслуживают оценки высшего и высокого параметрических уровней знаний и компетентности студентов при стопроцентном выпуске молодых специалистов.

О высоком качестве подготовки специалистов можно судить по результатам возобновившегося с 2005 года Международного конкурса профессионального мастерства по специальности «Мелиорация и водное хозяйство», проводимого вузами Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины, на котором студенты БрГТУ выходили победителями в индивидуальном и командном зачетах.

Острая демографическая ситуация в стране привела к сокращению числа абитуриентов в вузах, что в большой степени сказалось на специальности 1- 74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство», не пользующейся большой популярностью у молодежи. В то же время, на государственном уровне специальность признана остродефицитной и для поступающих создаются определенные преференции: проведение дополнительного набора, снижение минимальных баллов результатов централизованного тестирования и др. Данные меры

все равно не приводят к качественному отбору абитуриентов, и огромные затраты по подготовке высококвалифицированных специалистов принимают на себя факультет инженерных систем и экологии, и кафедра природообустройства.

Перед современным специалистом стоят профессиональные задачи [5]:

- разработка и внедрение инновационных технологий проектирования, строительства, эксплуатации и модернизации природно-техногенных комплексов природообустройства, выполнение работ по их экспертизе и мониторингу;

- использование достижений науки и передовых технологий по организационному, методологическому и техническому обеспечению перевода на эколого-экономическое эффективное функционирование мелиоративных и водохозяйственных объектов на всех этапах жизненного цикла;

- рациональное использование земельных и водных ресурсов с учетом особенностей регионов и требований экологии;

- решение социальных проблем трудовых коллективов мелиоративных и водохозяйственных организаций;

- внедрение научно-технического прогресса в мелиорацию и водное хозяйство.

Выпускники БрГТУ способны в полном объеме решать вышеназванные профессиональные задачи и соответствуют требованиям, предъявляемым к молодым специалистам. Они имеют обширную базу теоретических знаний по специальным дисциплинам мелиоративного и водохозяйственного цикла. В качестве проблемы можно обозначить трудности на начальном этапе трудовой деятельности, связанные с недостаточным опытом практической работы. Эту проблему возможно решать в ходе четкой организации учебных и производственных практик студентов, где на первый план выходит связь и координация работы выпускающей кафедры и профилирующей организации.

Заключение

Несмотря на то, что в настоящее время темпы мелиоративного освоения земель существенно снизились, в республике разрабатываются и реализуются Государственные программы сохранения и использования мелиорированных земель. Брестская область является флагманом развития мелиораций в Беларуси. Для удовлетворения потребностей мелиоративной отрасли региона в высококлассных специалистах осуществляется связь и координируется работа в системе «вуз – производство».

Список литературы

1. Лукашик, П.И. История мелиорации земель Брестчины / П.И. Лукашик. – Брест: Облтипография, 1998. – 180 с.

2. Государственная программа сохранения и использования мелиорированных земель на 2011-2016 гг.: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 авг. 2010 г., № 1262 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 5/32430.

3. Лихацевич, А.П. Мелиорация земель в Беларуси / А.П. Лихацевич, А.С. Мееровский, Н.К. Вахонин. – Минск: БелНИИМиЛ, 2001. – 308 с.

4. Валуев, В.Е. Реализация положений образовательного стандарта специальности 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» при комплексном курсовом и дипломном проектировании / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, О.П. Мешик // Методика преподавания химических и экологических дисциплин: сборник науч. статей VIII Междунар. науч.-метод. конф, Брест, 26–27 нояб. 2015 г. / БрГТУ; БГУ им. А.С. Пушкина; редкол.: А.А. Волчек [и др.]. – Брест: БрГТУ, 2015. – С. 235–237.

5. ОСВО 1-74 05 01-2013 Общеобразовательный стандарт высшего образования. Специальность 1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство. – Минск: Министерство образования Республики Беларусь, 2013. – 30 с.

ОБ ИТОГАХ РАБОТЫ БРЕСТСКОГО ОБЛАСТНОГО КОМИТЕТА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЗА 2015 ГОД И ЗАДАЧАХ НА 2016 ГОД

Ялковская Т.А.

Брестский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды, г. Брест, Республика Беларусь, priroda@ecocom.brest.by

The article analyzes the work of the committee of natural resources and environmental protection in 2015. It is described the situation in the industrial enterprises of the region and highlighted the problem the industry. The committee's work is aimed primarily at addressing the interaction of man and nature.

Работа областного комитета за отчётный период была направлена на выполнение Указов Президента, решений Правительства, поручений Минприроды по обеспечению экологической безопасности, рациональному природопользованию.

Наиболее актуальные экологические вопросы рассмотрены на заседаниях местных исполнительных и распорядительных органов власти.

На заседаниях облисполкома рассмотрены вопросы «О состоянии работы по осуществлению раздельного сбора вторичных ресурсов на примере городов Брест, Барановичи, Пинск и задачах по выполнению в Брестской области Государственной программы сбора (заготовки) и переработки вторичного сырья в Республике Беларусь», «О ходе выполнения государственной программы по водоснабжению и водоотведению «Чистая вода».

Ежемесячно на заседаниях облисполкома (начиная с апреля 2015 года) рассматривались вопросы по наведению порядка на земле и благоустройству населенных пунктов на примере Дрогичинского, Брестского, Каменецкого, Ивацевичского, Ганцевичского, Барановичского, Ляховичского районов и г. Барановичей.

На заседании Брестского областного Совета депутатов рассмотрен вопрос «О состоянии и перспективном использовании природно-ресурсного потенциала области для обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности населения области (на примере Брестского и Малоритского районов)».

На заседании президиума Брестского областного Совета депутатов рассмотрены вопросы «Об итогах совместной работы ГУ «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, субъектов хозяйствования с органами власти на местах по наведению порядка на земле и благоустройству населенных пунктов в 2014 году и задачах на 2015 год», «О совместной работе облкомитета природных ресурсов и охраны окружающей среды с органами самоуправления, территориально-общественного самоуправления по формированию в обществе экологической культуры».

Проведено 9 заседаний коллегий областного комитета, на которых рассмотрено 23 природоохранных вопроса. На совместной коллегии с прокуратурой Брестской области рассмотрен вопрос «О результатах проверки соблюдения природоохранного законодательства при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в водоохраных зонах и прибрежных полосах водных объектов, расположенных в границах Брестской области».

Результаты обследований территорий области по вопросам наведения порядка на земле рассмотрены на совместном заседании коллегии областного комитета и санитарно-эпидемиологического совета при Главном государственном санитарном враче Брестской области в апреле 2015 года с приглашением руководителей заинтересованных областных служб.

Особое внимание уделялось выполнению Директив Президента Республики Беларусь, направленных на укрепление дисциплины, экономии и бережливости, принятию мер по дальнейшей де бюрократизации, совершенствованию работы с обращениями граждан.

В 2015 году проведено 24 «прямые телефонные линии» и 91 «горячая линия». На личном приеме руководства комитета и начальников инспекций принято 49 граждан. В отчетный период произошло уменьшение количества поступивших обращений по сравнению с аналогичным периодом 2014 года на 16% (2014 г. – 187 обращений, в 2015 г. – 157). Все поступившие обращения рассмотрены в установленные законодательством сроки. Вопрос о работе с обращениями граждан дважды рассмотрен на коллегиях областного комитета.

В 2015 году повысил квалификацию 61 работник областного комитета, в том числе 60 – в ГУО «Республиканский центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов» Минприроды и 1 – в Институте государственной службы Академии управления при Президенте Республики Беларусь.

В Минприроды и облкомитете прошли аттестацию 8 специалистов. Все государственные служащие, подлежащие аттестации, соответствуют занимаемой должности.

Проверки по организации контроля за соблюдением законодательства об охране окружающей среды осуществлялись согласно координационным планам контрольной (надзорной) деятельности на 2015 год.

Планово проверено 582 (2014 год - 505) субъекта хозяйствования, что на 13% больше в сравнении с 2014 годом. Проведена 261 внеплановая проверка (2014 год – 248), что на 5,2% больше в сравнении с 2014 годом.

За отчетный период привлечено к ответственности 2880 природопользователей, наложено штрафов на сумму 3,2 млрд. руб. Средняя величина наложенного штрафа по области составила 1,12 млн. руб. или 6,2 базовые величины (2014 год – 817 тыс. руб. или 5,4 базовые величины).

Предъявлено 277 претензий в возмещение вреда, причиненного окружающей среде на сумму 2,8 млрд. руб.

Общая сумма штрафных санкций и возмещения вреда, причиненного окружающей среде, составила 6,0 млрд. рублей (2014 году – 3,9 млн. рублей).

На постоянном контроле комитета и инспекций находилось выполнение заданий программ социально-экономического развития Брестской области, комплексного развития Припятского Полесья и «Чистая вода».

В полном объеме выполнены мероприятия по наведению порядка на земле и благоустройству территорий населенных пунктов на 2015 год.

Проведено комплексное обустройство 37 дворовых территорий, осуществлено озеленение 86,8 га территорий населенных пунктов.

В местах и зонах отдыха на водных объектах установлена 201 малая архитектурная форма, 149 контейнеров для сбора ТКО, 82 предупредительных аншлага, оборудовано 18 стоянок автотранспорта, 24 спортивные игровые площадки, 27 общественных туалетов.

Выполнен ремонт ограждений 143 сельскохозяйственных объектов, на них установлено 95 контейнеров для сбора твердых коммунальных отходов, асфальтированы территории и подъездные пути 28 сельхозобъектов, обустроено

77 площадок для временного хранения металлолома, 39 площадок для временного хранения изношенных шин, 22 площадки для мойки техники. Снесено 10 непригодных и неэксплуатируемых сельскохозяйственных помещений, рекультивировано после их сноса 34,1 га освободившихся земель. Кроме этого осуществлена распашка и вовлечено в хозоборот 198,5 га пустующих сельскохозяйственных земель, в том числе 166,6 га возле сельхозобъектов, 31,9 га земель возле дорог, каналов и иных земель.

В 2015 году на территории области рекультивирован 31 выработанный и неиспользуемый внутрихозяйственный карьер площадью 57,3 га, установлено 48 информационных знаков, обозначающих внутрихозяйственные карьеры.

Проведена работа по благоустройству 856 мемориальных комплексов, мест захоронений воинов и партизан Великой Отечественной войны, захоронений в местах массовой гибели гражданского населения, на 48 кладбищах проведены восстановление и ремонт ограждений, на 101 – оборудованы контейнерные площадки для сбора твердых коммунальных отходов, установлено 143 контейнера для сбора ТКО.

Приоритетным направлением природоохранной политики в текущем году остается наведение и поддержание порядка на земле. В настоящее время разработан проект республиканского плана мероприятий по наведению порядка на земле в 2016 году.

Требуется активизации работа за соблюдением природоохранного законодательства при разработке месторождений полезных ископаемых, по выявлению несанкционированных мест добычи общераспространенных полезных ископаемых, вовлечению в хозяйственный оборот плодородных пустующих земель. Под особым контролем должны находиться мероприятия по предотвращению деградации и восстановлению земель (включая почвы).

Необходимо оказывать содействие местным органам власти в поиске инвесторов для вовлечения в хозяйственный оборот разведанных месторождений полезных ископаемых, по созданию импортозамещающих производств с использованием местных минерально-сырьевых ресурсов, в том числе по организации розлива питьевых, минеральных вод, использованию геотермальных вод, сапропелей, а так же других возобновляемых природных ресурсов (дикорастущее лекарственное сырье, грибы, ягоды, древесные ресурсы и т.п.), использованию отходов.

Значительная работа проведена по сбору и переработке отходов. Приняты организационные и практические меры по извлечению 41,4% вторсырья из коммунальных отходов, отдельным сбором охвачено 80% населения области.

Ведется строительство полигонов ТКО для городов Пинска, Березы и Белоозёрска. Построены и введены в эксплуатацию мини-полигон в д. Лахва Лунинецкого района, вторая карта полигона ТКО для г.п. Ружаны.

Проведена работа по оптимизации объектов захоронения ТКО. В 2015 году рекультивировано 33 мини-полигона ТКО, исчерпавших свой ресурс. В настоящее время на территории области эксплуатируется 28 полигонов ТКО и 273 мини-полигона, в 2006 году их было 951.

Во всех районах области функционируют станции (пункты) сортировки (досортировки) отходов, в Бресте и г. Барановичах – мусороперерабатывающие заводы. В 2015 году проведены модернизации существующей сортировочно-погрузочной станции г. Пинска КУПП «ЖКХ г. Пинска», линий сортировки ТКО в Жабинковском, Ивановском, Лунинецком, Малоритском, Пружанском и Столинском районах.

В отчетном году субъектами хозяйствования проведена инвентаризация оборудования и отходов, содержащих полихлорированные бифенилы, выведено из эксплуатации 1236 единиц ПХБ-содержащего оборудования.

Во всех административных районах области функционируют пункты по сбору ртутьсодержащих отходов. В 2015 году посредством созданной системы собрано 56,54 тонн ртутьсодержащих отходов.

На ОАО «Брестский электроламповый завод» на участке по утилизации отработанных люминесцентных трубок и других ртутных ламп переработано 55,7 тонн ртутьсодержащих отходов, из них от населения 36,2 тонн.

Сбор отработанных батареек осуществляется посредством 172 стационарных и 11 передвижных пунктов, расположенных в объектах торговли, образования, на участках ЖКХ. В 2015 году собрано 11,78 тонн отработанных элементов питания.

Вместе с тем, проблемным вопросом является строительство новых полигонов ТКО для Ганцевичей, Дрогичина, Ивацевичей, г. Кобрин и г. Столина. Данные полигоны практически исчерпали свой ресурс.

Не выполнены задания Государственной программы по сбору бумаги и картона (заготовлено 41,2 тыс. тонн (71,9 % к плану).

Не созданы необходимые мощности для извлечения ВМР из состава коммунальных отходов. Только 35 % поступающих отходов производства и потребления на полигоны ТКО проходят через станции сортировки, а 65% образующихся отходов поступают сразу на объекты захоронения.

В 2016 году в вопросах обращения с отходами под особым контролем должны находиться недопущение захоронения ВМР на полигонах твердых коммунальных отходов, повышение эффективности раздельного сбора отходов, создание новых производств по переработке отходов и привлечение иностранных инвестиций, строительство и реконструкция полигонов ТКО для Березы и Белоозерска, г. Пинска.

Важной экологической составляющей является государственный контроль за охраной атмосферного воздуха.

В составе валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух 127,8 тыс. тонн (71%) составляют выбросы от мобильных источников и 51,8 тыс. тонн (29 %) от стационарных.

На предприятиях области в 2015 году построено 46 установок очистки газа, реконструировано 24. Снижение выбросов составило 540,3 тонн. Этим обеспечено выполнение задания Минприроды, в части сокращения выбросов по Брестской области в 2015 году на 500 тонн.

УП «Лагуна», ОАО «Полесьеэлектромаш», ЗАО «Пинскдрев» – Городищенская мебельная фабрика» и другие предприятия области провели замену красителей с высоким содержанием летучих органических соединений на окрасочные материалы с вододисперсной основой.

Переведены на газовое топливо котельные КУМПП ЖКХ «Барановичское районное ЖКХ», КУМПП ЖКХ «Ляховичское ЖКХ», ОАО «Спецжелезобетон» в Лунинецком и ИООО «Линде газ Бел» в Брестском районах.

Оборудованы золоуловителями три котельные КУМПП ЖКХ «Микашевичское ЖКХ» Лунинецкого района, а также котельные УП «Мебельная фабрика «Лагуна», КУПП «Барановичкоммунтеплосеть», КУМПП ЖКХ «Жабинковское ЖКХ» и ЗАО «Пинскдрев»-Городищенская мебельная фабрика.

Проведена замена существующих газоочистных установок на рукавные фильтры в деревообрабатывающих цехах ОАО «Модуль» в г. Ганцевичах, ОДО «СТС-Стиль» в г. Кобрине, ОАО «Спецжелезобетон» в г. Лунинце, ОАО «Жабинковский сахарный завод».

Установлены новые системы очистки выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на ОАО «Березастройматериалы», ОАО «Березовский сыродельный комбинат», на предприятиях ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев», СЗАО «КварцМелпром».

Для достижения концентрации твердых частиц в выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух не более 50 мг/м^3 проведена модернизация системы очистки выбросов на ОАО «Ивацевичдрев» и на ОАО «Белсолод» в Ивановском районе.

Для достижения концентрации твердых частиц в выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от асфальтобетонных заводов не более 100 мг/м^3 модернизированы ГОУ на АБЗ «Лесино» КУП «Барановичиремстрой» и АБЗ «Мордичи» ДРСУ-136 в Барановичском районе.

Получила распространение практика внедрения возобновляемых источников энергии – энергии воды, солнца. Так, завершено строительство мини-ГЭС «Стахово» Днепро-Бугского водного пути в Лунинецком районе по использованию энергии воды. Энергия солнца используется предприятием РУП «Беларуснефть-Брестоблнефтепродукт», в Брестском и Березовском районах на АЗС установлены солнечные фотоэлектрические установки общей мощностью 0,016 МВт.

Природопользователями области в 2015 году выведено из обращения 600 кг озоноразрушающих веществ (ОАО «Березовский сыродельный комбинат», ОАО «Кобринский масло-сыродельный завод». СП «Санта Бремор» ООО и СП «Санта Импэкс»). За последние 5 лет снижение использования озоноразрушающих веществ в области составило 59%.

Для снижения загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом в области ежегодно проводится обновление автобусного парка городов, реализация эффективных архитектурно-планировочных решений, строительство транспортных развязок.

Способствуют стабилизации выбросов от автомобилей и проводимые природоохранные мероприятия, такие как акция «День без автомобиля», республиканский смотр-конкурс на лучшую автотранспортную организацию. По итогам республиканского конкурса в 2015 году третье место присуждено ОАО «Автобусный парк г.Барановичи».

В 2015 году аналитический контроль за соблюдением допустимых нормативов выбросов в отработанных газах мобильных источников проведен на 152 предприятиях. Проверен 1751 автомобиль, с превышением нормативов по дымности и токсичности эксплуатировался каждый 76 автомобиль или 1,3%.

Вместе с тем в решении вопросов по контролю за охраной атмосферного воздуха существует ряд проблем.

По-прежнему проблемным вопросом остается загрязнение атмосферного воздуха Бреста и г. Пинска формальдегидом, особенно в теплый период года.

На ряде предприятий области КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод», ОАО «Беловежский», ЧУПП «Мебельная фабрика «Лагуна», ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуца» имели место факты нарушения правил эксплуатации газоочистного оборудования, отсутствие системной работы по снижению выбросов от автотранспорта.

В вопросах контроля за охраной атмосферного воздуха в 2016 году необходимо обеспечить проведение аналитического контроля нормативов предельно-допустимых выбросов всех асфальтобетонных производств, принять меры к сельскохозяйственным предприятиям по получению разрешений на выбросы

загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Под особым контролем должна находиться реализация мероприятий по снижению концентрации выбросов твёрдых частиц на асфальтобетонных заводах до 100 мг/м³ и на газоочистных установках до 50 мг/м³.

В результате проводимых мероприятий по охране водных ресурсов более эффективно стали работать очистные сооружения в г. Ганцевичах, г. Ивацевичах, г. Кобрине.

Ведется строительство очистных сооружений города Столина, продолжается реконструкция очистных сооружений в Бресте, г. Барановичах, г. Лунинце, г. Пинске.

Процент экономии свежей воды за счет ее использования в системах оборотного водоснабжения составил 95%. Удельное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды на одного человека составляет 118,8 л/сутки.

В целом потери воды при ее транспортировке к потребителю и неучтенные расходы в системах коммунального водоснабжения снизились с 5,3% в 2010 году до 4,2% в 2015 году (3,4 млн.м³). По сравнению с 2010 годом тенденция сокращения сброса загрязняющих веществ в водные объекты наблюдается по девяти гидрохимическим показателям: взвешенным веществам на 19 %, сульфат-иону на 24,6 %, хлорид-иону на 1,5 %, аммоний-иону на 53,8%, нитрат-иону на 61,5 %; синтетическим поверхностным активным веществам на 18,1 %; металлам: меди на 12 %, цинка на 23,8 %, никеля на 29,6 %.

Приборами учета оснащено 99,9% (3261) действующих скважин и все выпуска сточных вод в водные объекты.

Завершены работы по двум международным проектам, реализованным с привлечением средств международной технической помощи Европейского союза в рамках Программы трансграничного сотрудничества «Польша-Беларусь-Украина» 2007–2015.

Введен в эксплуатацию первый пусковой комплекс очистных сооружений биологической очистки в искусственных условиях в г. Каменце. Ведутся пусконаладочные работы (1,8 млн. евро).

Оборудованы канализационными системами центральная и восточная части г. Высокого Каменецкого района (1,46 млн. евро), что позволит повысить эффективность работы очистных сооружений города.

Введены в эксплуатацию 14 новых и реконструированных очистных сооружений, в том числе 5 очистных сооружений производственных сточных вод на промышленных предприятиях (ООО «Франдеса» в Березовском районе, ОАО «Брестский мясокомбинат», СП ОАО «Брестгазоаппарат», Брестского филиала ГП «Белаэронавигация» в г. Бресте, ОАО «Птицефабрика «Дружба» в Барановичском районе). Все они построены за счет собственных средств предприятий.

На 17 предприятиях области реализовывались мероприятия, направленные на увеличение объемов повторно-последовательного использования воды.

Осуществлялись мероприятия по снижению площадей полей фильтрации. Выполнено переключение системы канализации д.Тельмы на очистные сооружения г. Бреста. Аналогичные работы завершаются в деревнях Скоках и Клейниках Брестского района.

В рамках приграничного сотрудничества с Республикой Польша природоохранными службами сторон в 2015 году проведено четыре рабочие встречи. Отобрано 132 пробы поверхностных трансграничных вод рек Западного Буга, Лесной Правой, Наревки. Выполнено 3520 исследований. Все договоренности по международному сотрудничеству в 2015 году выполнены.

Вместе с тем, в вопросах охраны и рационального использования водных ресурсов имеется ряд проблем. По данным Национальной системы мониторинга окружающей среды на территории области практически все водные объекты в той или иной степени подвергались биогенной нагрузке. Наиболее загрязненными водными объектами области по-прежнему остаются участки рек Западного Буга ниже г. Бреста, Ясельды ниже г. Березы, Мухавца в районе Кобрина.

Снизилась эффективность работы очистных сооружений в городах Иванове, Лунинце, Малорите, Пинске.

По-прежнему медленными темпами осуществляется строительство очистных сооружений в г. Столине, из-за отсутствия финансирования не начато строительство очистных сооружений в г. Жабинке, реконструкция очистных сооружений в г. Пружаны.

Необходима модернизация локальных очистных сооружений перерабатывающей промышленности (ОАО «Березовский мясоконсервный комбинат», филиала ОАО «Брестский мяскокомбинат» «Кобринский мяскокомбинат», строительство локальных очистных сооружений СОАО «Ляховичский молочный завод» и СОАО «Беловежские сыры», модернизация системы канализации ОАО «Жабинковский сахарный завод»).

Требуется повышение контроля за состоянием очистных сооружений в сельской местности (очистные сооружения населенных пунктов Псыщево, Мотоль КУМПП ЖКХ «Ивановское ЖКХ», Перховичи, Севрюки, Городище КУМПП ЖКХ «Барановичское районное ЖКХ», Камень, Почепово, Лемешевичи КУМПП ЖКХ «Пинское ЖКХ» и др).

Задачами на 2016 год в вопросах контроля за охраной и использованием водных ресурсов, прежде всего, является контроль за выполнением мероприятий по снижению сбросов загрязняющих веществ в водные объекты с целью обеспечения хорошего гидрохимического и гидробиологического статуса водных объектов, ходом реконструкции очистных сооружений городов Бреста, Пинска, Лунинца, Барановичей.

По-прежнему остается одной из приоритетных задач контроль за состоянием водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов, обеспечение готовности, должного экологического состояния зон массового отдыха населения на водных объектах к летнему сезону, приведение до 31 декабря 2020 года проектов водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов в соответствие с требованиями законодательства.

Одним из основных ведущих компонентов в общем балансе является лес. Лесистость области оптимальна и составляет 36,1%.

В сравнении с 2014 годом в 2015 году показатели изменения лесного фонда области в целом положительны. Средний запас спелых и перестойных насаждений составляет 241 м.куб./га. Ежегодно запас на гектаре увеличивается на 3,7 га.

Согласно координационному плану на 2015 год проверено 12 государственных лесохозяйственных учреждений Брестского ГПЛХО и ГПУ «НП «Беловежская пуца». В ходе проверок выявлено 37 нарушений природоохранного законодательства, составлено 35 протоколов, наложено штрафов на сумму 56,8 млн. рублей, предъявлено 2 претензии на общую сумму 33,1 млн. рублей.

В целях стабилизации и увеличения численности основных видов животных осуществлялся контроль за проведением арендаторами охотугодий учета диких зверей и птиц, велась борьба с браконьерством.

По сравнению с 2014 годом увеличилась численность косули на 8%. Численность лося, благородного оленя, европейской лани осталась на уровне 2014 года. Наметилась тенденция по снижению численности бобра речного.

Несмотря на принимаемые меры по регулированию численности нежелательных видов диких животных, сохраняется достаточно высокий уровень численности хищников: волка (156 особей), лисицы (4137 особей), енотовидной собаки (1200 особей).

В 2015 году проведено 1300 рейдовых мероприятий по вопросам охраны животного и растительного мира, в том числе 112 совместно с государственной инспекцией охраны животного и растительного мира. За нарушение законодательства в части использования животного и растительного мира составлено 105 протоколов на сумму 62,4 млн. рублей. За причинение вреда окружающей среде предъявлено 3 претензии на сумму 7,8 млн. рублей.

В 2016 году в вопросах контроля за охраной и использованием животного и растительного мира требуется активизировать проведение совместных контрольных мероприятий, направленных на пресечение фактов браконьерства, выявление и пресечение фактов нарушений в лесном фонде.

Необходимо усилить контроль за деятельностью арендаторов водоемов, особенно в части соблюдения ими договорных обязательств по поддержанию в надлежащем состоянии прибрежных полос водоемов, созданию благоприятных условий для рыболовов-любителей.

Общая площадь особо охраняемых природных территорий составляет 14,15% от территории области (464 тыс. га). На территории области находится 1 национальный парк «Беловежская пуща», 18 республиканских и 27 заказников местного значения, 82 памятника природы.

Семь особо охраняемых природных территорий области имеют статус Рамсарских угодий. На территории Брестского и Малоритского районов находится белорусская часть трансграничного биосферного резервата «Западное Полесье», включенного во Всемирную сеть биосферных резерватов.

В сентябре 2015 года на территории Республики Польша проведено третье заседание Координационного Совета трансграничного биосферного резервата «Западное Полесье». На заседании подведены итоги предыдущего заседания, определены направления дальнейшего его продвижения.

В 2015 году с целью оптимизации и совершенствования развития системы ООПТ местного значения Пружанским райисполкомом принято решение о преобразовании биологического заказника местного значения «Выдренка», подготовлены проекты решений Брестского райисполкома о преобразовании заказников местного значения «Бугский» и «Брестский».

В облисполком внесен проект совместного решения Гомельского и Брестского облисполкомов об объявлении биосферного резервата «Припятское Полесье».

Взято под охрану 452 мест обитания 69 видов диких животных и 323 места произрастания 53 видов дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Инспекциями с участием землепользователей в отчетном году организовано обследование 200 мест обитания диких животных и 118 мест произрастания дикорастущих растений, переданных под охрану.

В 2015 году решения о передаче под охрану 53 мест произрастания дикорастущих растений и обитания диких животных, относящихся к видам, включенным в Красную книгу, приняты Ляховичским, Ивановским, Малоритским, Столинским, Брестским и Кобринским райисполкомами.

Подготовлены проекты решений Ганцевичского и Лунинецкого райисполкомов о передаче под охрану 9 типичных биотопов.

В области функционирует 7 государственных природоохранных учреждений (далее – ГПУ), осуществляющих управление 8 заказниками республиканского значения. В заказниках действует 36 туристско-экскурсионных маршрутов и экологических троп. В 2015 году заказники посетило более семи тысяч человек.

На базе ГПУ создано общественное объединение местный экологический фонд «Заказники Брестской области», при содействии которого в 2015 году привлечено 700 тыс. долларов международной помощи, направление использования которых – развитие экотуризма.

В ходе реализации мероприятий Государственной программы развития системы особо охраняемых природных территорий на 2015–2019 годы проведены мероприятия по расчистке от древесно-кустарниковой растительности и тростника болот, расположенных на территории республиканского биологического заказника «Споровский» на площади 416,8 га и республиканского ландшафтного заказника «Званец» на площади 125 га.

Закупка техники и выполнение данных работ осуществлены за счет средств международной технической помощи (6,7 млрд.рублей) в рамках проекта ЕС/ПРООН «Клима-Ист: сохранение и устойчивое управление торфяниками в Республике Беларусь для сокращения выбросов углерода и адаптации болотных экосистем к изменению климата».

В целях предотвращения зарастания открытых низменных болот на территории республиканского ландшафтного заказника «Званец» в феврале 2015 года проведен регулируемый направленный пал сухой растительности на площади 4950 га.

Также на территории республиканского заказника «Споровский» с участием бенефициаров ОАО «Спорово» и ОАО «Березовская МТС» в 2015 году реализовывался международный проект «Управление торфяниками на основании ландшафтного подхода с целью получения многосторонних экологических выгод» с бюджетом 100 тысяч долларов. В рамках проекта проведено залужение 100 га возделываемых торфяников.

При поддержке Минприроды в рамках проекта «Содействие переходу Республики Беларусь к «Зеленой» экономике» проводится реконструкция экологического центра в республиканском заказнике «Прибужское Полесье».

В целях сохранения биологического и ландшафтного разнообразия области приоритетным направлением в 2016 году остается выполнение мероприятий по объявлению новых и преобразованию существующих заказников и памятников природы местного значения в соответствии с региональной схемой размещения особо охраняемых природных территорий местного значения.

Требует продолжения и работа по приведению в соответствие с современными требованиями решений исполкомов по созданию особо охраняемых природных территорий местного значения, передаче под охрану мест обитания диких животных и мест произрастания дикорастущих растений, виды которых включены в Красную книгу Республики Беларусь.

Важнейшая роль в решении вопросов по обеспечению экологической безопасности принадлежит государственной экологической экспертизе. *В 2015 году рассмотрено 129 проектов (2014 году – 128), из них: согласовано – 79, согласовано с условиями – 46, не согласовано – 4, возвращено на доработку – 17.* В составе проектной документации по 20 объектам проведена оценка воздействия на окружающую среду.

За отчетный период специалисты инспекций *приняли участие в работе 2068 комиссий по выбору площадок под строительство, 2393 комиссий по приемке объектов.*

В 2015 году для получения комплексного природоохранного разрешения в областной комитет представили заявку на рассмотрение 19 природопользователей. В 2015 году выдано одно комплексное природоохранное разрешение – ОАО «Жабинковский сахарный завод».

В вопросах проведения государственной экологической экспертизы в 2016 году необходимо усилить контроль за соблюдением законодательства об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов при осуществлении приемки законченных строительством объектов в эксплуатацию.

Особое внимание должно быть уделено выдаче комплексных природоохранных разрешений и объектам, которые требуют разработки ОВОСа и учета общественного мнения.

В 2015 году специалистами облкомитета и горрайинспекций на страницах печатных периодических изданий опубликовано 118 статей на природоохранную тематику, принято участие в 215 радио и 299 телепередачах, проведено более 2000 выступлений в трудовых коллективах.

Облкомитет активно сотрудничал с РУП РТЦ «Телерадиокомпания «Брест», ООО «Буг-ТВ», газетами «Заря» и «Народная трибуна». Постоянно обновлялась информация на Интернет-сайтах облкомитета и облисполкома.

Совершенствовалась работа с общественными экологами. На учете в облкомитете состоит 88 общественных экологов, которые приняли участие в проведении рейдов по борьбе с браконьерством, в организации семинаров и конкурсов.

В 2016 году в вопросах пропаганды экологических знаний, формирования экологической культуры, грамотности и бережного отношения населения к природе должна быть продолжена работа по информированию населения о состоянии окружающей среды, по экологическому воспитанию учащихся, просвещению и актуальным, востребованным экологическим вопросам и проблемам. Необходимо также активизировать работу общественных координационных экологических советов.

УДК 378.4

СОВРЕМЕННАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ НА КАФЕДРЕ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ В КОНТЕКСТЕ СОТРУДНИЧЕСТВА С ПРУП «БРЕСТОБЛГАЗ»

Новосельцев В.Г.¹, Боровенко В.В.²

¹Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, РБ, vgnovoseltsev@yandex.ru

²Производственное республиканское унитарное предприятие «Брестоблгаз», г. Брест, РБ, bor@brest.gas.by

The article tells the story of the development of the department of heat and ventilation, the results of cooperation with the company "Brestoblgas".

История развития кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Энергоснабжение - одна из приоритетных задач, от решения которой зависят темпы и уровень дальнейшего развития нашей страны. В этих условиях значительно возрастает роль высококвалифицированных кадров по отоплению, теплоснабжению, газоснабжению, вентиляции и кондиционированию воздуха. В связи с этим в Брестском государственном техническом университете на факультете инженерных систем и экологии с 2008 года открыта специальность 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна».

1 сентября 2009 года для подготовки студентов по этой специальности была основана кафедра теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ). Заведующим кафедрой с 2009 года по настоящее время является В.Г.Новосельцев, кандидат технических наук, доцент. За пять лет с момента основания штат кафедры изменялся, в основном пополняясь новыми преподавателями. По состоянию на 2016 год на кафедре ТГВ работают 9 человек профессорско-преподавательского состава и 3 человека учебно-вспомогательного персонала.

На кафедре существует научная школа под руководством д.т.н., профессора, почетного профессора Брестского государственного технического университета, лауреата премии Национальной академии наук Беларуси В.С.Северянина.

Одной из первоочередных задач кафедры ТГВ является создание для обучения студентов действующих экспериментальных лабораторных стендов с использованием самого современного, высокоэффективного и энергосберегающего оборудования, применяемого в системах отопления, тепло- и газоснабжения и вентиляции. Такие лабораторные стенды помогают студентам значительно повысить эффективность изучения лекционного материала по профильным дисциплинам, дают возможность “пощупать” оборудование, наглядно изучить работу систем генерации, переноса и передачи теплоты и холода, газоснабжения, увидеть воочию функционирование тех или иных устройств, автоматизацию современных систем.

На кафедре теплогазоснабжения и вентиляции существуют четыре современные специализированные лаборатории: “Отопления и теплоснабжения”, “Вентиляции, кондиционирования воздуха и холодоснабжения”, “Газоснабжения”, “Теплогенерирующих установок и энергосбережения”. В них представлено самое современное оборудование из Беларуси, Германии, Швеции, России, Франции, Польши и др. Дооснащение лабораторий проводится постоянно.

Значительный вклад в развитие лабораторий кафедры ТГВ внесли различные организации, предприятия и фирмы, осуществляющие свою деятельность в сфере отопления, вентиляции, тепло- и газоснабжения, кондиционирования. Среди них УП «Брестоблгаз» (Беларусь), WILO (Германия), ООО «Альтернатива» (Беларусь), Vuderus (Германия), ИСТА МИТЕРИНГ СЕРВИС (Германия), NEIMEIER (Германия), ТА (Швеция), ebmpapst (Германия), Бугэнерго (Беларусь), Изотерм (Россия) и другие. В учебном процессе используются передовые достижения науки и техники в области профиля специальности: компьютерные программы подбора оборудования и расчета систем теплогазоснабжения и вентиляции, современные контрольно-измерительные приборы.



Рисунок 1 – Часть стендов лаборатории “Вентиляция”



Рисунок 2 – Один из стендов лаборатории «Теплогенерирующих установок»



Рисунок 3 – Стенд «Тепловой насос» лаборатории «Отопление»



Рисунок 4 – Один из стендов лаборатории «Отопление»



Рисунок 5 – Стенд “Газорегуляторная установка” лаборатории “Газоснабжение”



Рисунок 6 – Стенд “Центральный промышленный кондиционер” лаборатории “Кондиционирование воздуха и холодоснабжение”

Большое участие в обучении студентов принимают профильные организации-заказчики кадров, сотрудничающие с кафедрой ТГВ.

Наибольший вклад в развитие специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна внесло производственное республиканское унитарное предприятие «Брестоблгаз» - одно из крупнейших профильных для специальности ТГВ предприятий Брестской области.

Описание и показатели развития производственного республиканского унитарного предприятия «Брестоблгаз»

По состоянию на 01.01.2016 в эксплуатации находится 11 015,9 км газопроводов, 550 газорегуляторных пунктов (ГРП), 500 шкафных регуляторных пунктов (ШРП), 872 станций катодной защиты (СКЗ), 101 групповая емкостная установка. Постоянно ведется работа по телемеханизации производственных процессов. На 01.01.2016 550 ГРП, 35 ШРП и 143 СКЗ оснащены телеметрией.

На выполнение планов технического перевооружения и повышения качества обслуживания систем газоснабжения предприятием в 2010 – 2015 году затрачено более 60,5 млрд. руб, в том числе за 12 месяцев 2015 года затрачено 19,1 млрд. руб. За 2010 – 2015 годы произведена замена 89 485 единиц морально-устаревшего бытового газового оборудования за счет средств собственников оборудования, в том числе за 12 месяцев 2015 года – 16 376 ед., 823 единиц оборудования ГРП, ГРУ, ГЕУ, находящегося в эксплуатации свыше 20 лет, в том числе за 12 месяцев 2015 года – 100 ед., на что затрачено 2,03 млрд. руб., в том числе за 12 месяцев 2015 года – 0,53 млрд. руб.

Бесперебойное и безаварийное функционирование энергетической и газотранспортной системы обеспечивается постоянной, кропотливой работой по эксплуатации и ремонту газовых сетей, взаимодействием со смежниками и потребителями. Разработаны планы взаимодействия со сторонними организациями по локализации и ликвидации аварийных ситуаций, утвержденными председателями райисполкомов, а также планы взаимодействия между подразделениями предприятия и управлениями магистральных газопроводов ОАО «Газпромтрансгаз Беларусь» в случае аварийных ситуаций на магистральных газопроводах и распределительных сетях. Регулярно проводятся практические занятия с персоналом аварийно – диспетчерских служб (АДС) предприятия. Бригады АДС обеспечены современным оборудованием и приборами, используемыми при ликвидации аварийных ситуаций. Разработаны мероприятия по предупреждению аварийности на системах и объектах газоснабжения. Газораспределительные пункты оборудуются системами телеметрии, что повышает уровень безопасности при поставках газа.

Проектирование сетей газоснабжения по улицам районов индивидуальной застройки осуществляется на основании схем газоснабжения населённых пунктов, а при их отсутствии – на основании гидравлического расчёта проектируемого газопровода с учётом перспективы застройки.

При разработке новых районов индивидуальной застройки городов и сельских населённых пунктов предприятие включает в технические условия обязательную разработку схемы газоснабжения данного района застройки.

Разработка схем газоснабжения малых населённых пунктов, районов индивидуальной застройки производится на основании справочных данных рай(сель)исполкомов о количестве населения, жилых домов, длине улиц населённого пункта, наличии промышленных и социально-бытовых потребителей природного газа, информации главного архитектора района о перспективе застройки района. Так за период 2010-2014 годы газифицированы природным газом 159 сельских населённых пунктов (в т.ч. 42 агрогородка), на которые в составе проекта газификации были разработаны схемы газоснабжения, которые используются производственными управлениями УП «Брестоблгаз» при выдаче технических условий и газификации населённых пунктов.

На предприятии сертифицирована (в 2006 году) система менеджмента качества (СМК) проектирования, строительства и эксплуатации систем газоснабжения, строительства систем отопления, водоснабжения и канализации и по-

вторно сертифицирована (в 2009, 2012 году) в соответствии с требованиями СТБ ISO 9001-2009. В 2015 году повторно сертифицирована система менеджмента качества применительно к выполнению функций заказчика, застройщика, оказанию инженерных услуг в области строительства, строительству и эксплуатации систем газоснабжения в соответствии с требованиями СТБ ISO 9001-2009.

На предприятии постоянно проводится работа по внедрению новой техники и прогрессивных энергосберегающих технологий, направленная на ускорение технического переоснащения и модернизацию производства. Предприятие старается в силу своих возможностей обновлять основные фонды, внедряя новые технологии в производство, выпускать новые виды продукции, обновлять перечень предоставляемых услуг, повышая их качество.

2010 год:

- расширение сферы строительства полиэтиленовых газопроводов;
- установка автоматизированной системы отпуска газа «Берлио» на АГЗС;
- установка на газонаполнительных станциях вместо уровнемерных трубок систем учета газа на базе микроимпульсных уровнемеров фирм Level Flex и Arlisens (Германия);
- введение в действие химической лаборатории по определению качественных показателей сжиженного газа на базе хроматографа Кристалл-Хроматэк 5000.2;
- применение котлов с максимально возможным КПД, в т.ч. конденсационных;
- применение на предприятии системы мониторинга GPS;

2011 год:

- внедрены пеллетные установки в РПУ «Ивановорайгаз» и ТПУ «Березовское»;
- организован выпуск привязочных знаков, столбиков, переходов ПЭ-сталь в РПУ «Ивановорайгаз»;
- освоена установка счетчиков на гибкую подводку труб;

2012 год:

- начат выпуск тротуарной плитки в ТПУ «Березовском»;
- организован выпуск пеллетных котлов с горелками PetroJet;
- организован выпуск прессованных цилиндрических брикетов из древесных опилок марки «нестро», наполнителя для кошачих туалетов «Чистые лапки», питательных грунтов марки «Дачный» на основе фрезерного торфа;
- на ТПУ «Березовском» внедрены новые прогрессивные формы упаковки торфобрикета для реализации на экспорт в вакуумной упаковке; обернутых полипропиленовой лентой для транспортировки на поддонах;

2014 год:

- внедрен новый метод обслуживания наружных газопроводов с помощью высокочувствительного детектора метана RMLD;
- внедрение программного продукта «Панорама», переход на электронные формы хранения и использования геоинформационных систем при эксплуатации систем газоснабжения;

2015 год:

- внедрен сравнительно новый метод проведения работ по реконструкции и ремонту сетей газоснабжения с использованием инновационного технологического оборудования «СТОП-СИСТЕМА».

Наиболее перспективными направлениями является:

- применение полиэтиленовых труб для строительства межпоселковых газопроводов высокого давления (до 1,2 МПа);

- внедрение новых материалов (медь, нержавеющая сталь и другие, разрешенные к применению) для строительства внутридомовых систем газоснабжения с целью снижения производственных затрат на их монтаж;
- телемеханизация ШРП, СКЗ с целью снижения производственных затрат на их обслуживание;
- переход на электронные формы хранения и использования геоинформационных систем при эксплуатации систем газоснабжения;
- внедрение принципиально нового метода технического обслуживания газопроводов и сооружений на них с помощью высокочувствительных приборов во всех районах Брестской области;
- применение технологического оборудования «СТОП-СИСТЕМА» на стальных газопроводах диаметром до 300 мм и полиэтиленовых газопроводах;
- внедрение подсистемы коррозионного мониторинга газопроводов.

История сотрудничества кафедры ТГВ и производственного республиканского унитарного предприятия «Брестоблгаз»

Начало сотрудничества с кафедрой ТГВ положено договором, заключенным Е.А.Шолоником в 2013 году (генеральным директором ПРУП «Брестоблгаз» до 2014 года). В соответствии с этим договором ПРУП «Брестоблгаз» стало базовой организацией для подготовки студентов специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна.

Большой вклад в развитие сотрудничества вносит главный инженер ПРУП «Брестоблгаз» В.В.Боровенко. Совместно с ним была разработана концепция лаборатории «Газоснабжение» кафедры ТГВ. Под его руководством на производственной базе ПРУП «Брестоблгаз» изготовлены элементы стенда «Газорегуляторная установка», (см. рисунок 5), специалистами ПУ «Брестгаз», входящей в состав ПРУП «Брестоблгаз», произведен монтаж стенда в лаборатории кафедры ТГВ. Большое количество различного оборудования и контрольно-измерительных приборов ПРУП «Брестоблгаз» передано кафедре ТГВ безвозмездно. В цикле лабораторных работ по дисциплине «Газоснабжение» с использованием вышеуказанного стенда и оборудования, переданного ПРУП «Брестоблгаз», выполняется более 80% лабораторных работ.

Соответствующим договором на базе ПРУП «Брестоблгаз» открыт филиал кафедры ТГВ. На филиале проводится обучение по дисциплинам специализации преподавателями кафедры ТГВ и специалистами ПРУП «Брестоблгаз», осуществляются все виды практик, дипломное проектирование.

Генеральный директор ПРУП «Брестоблгаз» Е.А.Казимирчик оказывает всемерную поддержку развитию сотрудничества и занимает активную позицию по вопросу всестороннего обучения студентов в производственных условиях. По его инициативе с 2016 года предполагается проводить обучение на базе «Брестмежрайгаз» по дисциплине «Эксплуатация теплогенерирующего и газоиспользующего оборудования». В рамках этой дисциплины предполагается активное использование производственной базы ПУ «Брестгаз».

Обучение на филиале кафедры ТГВ в ПРУП «Брестоблгаз» высоко оценивается студентами, что показывают данные ежегодного анкетирования студентов пятого курса, проводимого кафедрой ТГВ.

Заключение

Сотрудничество с профильными предприятиями, в особенности с ПРУП «Брестоблгаз», позволяет кафедре ТГВ идти в ногу со временем, готовить высококвалифицированных специалистов для энергетики и строительной отрасли нашей страны.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ОБЛАСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Волкова Г.А.¹, Сац С.М.²

¹Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь;

²КПУП «Брестводоканал», г. Брест, Республика Беларусь

Problems of water supply systems in Brest regions were analyzed by the authors. Modern techniques of water purification are used in local enterprise «Brestvodokanal» to provide high quality of water.

КПУП «Брестводоканал» считается одним из лучших в республике по организации эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения. Такую высокую планку удается держать за счет максимальной эффективности использования финансовых и людских ресурсов на приоритетных направлениях развития предприятия. Это внедрение современных технологий, оборудования и механизмов, переподготовка персонала, реализация социальных программ, строгое соблюдение технологических регламентов.

Безусловно, высоких результатов невозможно достичь без поддержки администрации города и области, а также разумного взаимопонимания со стороны контролирующих организаций.

Системы водоснабжения и водоотведения г. Бреста на сегодня удовлетворяют существующим потребностям города в водоснабжении питьевой водой и в водоотведении.

Самое главное для предприятия – положительные результаты при минимальных затратах. Здесь можно отметить следующее:

- высокое качество воды, поставляемой потребителям на протяжении последних 10 лет. Качество питьевой воды отвечает требованиям СанПиН 10-124 РБ «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения», а очистка сточных вод в комплексе с обработкой осадка соответствует необходимым требованиям охраны окружающей среды;
- снижение потерь воды в сетях до 10%;
- увеличение протяженности переключаемых сетей;
- плановая замена оборудования и механизмов на основных объектах технологических циклов очистки и транспортировки воды и стоков.

Водоснабжение г. Бреста осуществляется от 5 водозаборов, оборудованных станциями обезжелезивания. Всего на данных водозаборах имеется 85 артезианских скважин общей мощностью 107,4 м³/сут. Протяженность водоводов и водопроводных сетей составляет 493 км. Система канализации включает в себя 446 км самотечных и напорных канализационных сетей, 41 канализационную станцию, очистные сооружения биологической очистки производительностью 135 тыс. м³/сут.

Однако город развивается. С учетом изменения качественного состава сточных вод из-за перепрофилирования ряда промышленных предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, с длительной эксплуатацией очистных сооружений, а также с учетом национальных и международных требований к очистке сточных вод еще в 2000 г. была начата реконструкция брестских очистных сооружений. Этот проект – часть государственной программы

«Чистая вода». Реализуют его не только за счет местного бюджета, но и посредством инвестиций. Первым спонсором выступило Датское агентство окружающей среды, которое обеспечило поставки оборудования для переработки ила на очистных сооружениях на 400 тыс. евро. Польские инвесторы профинансировали оборудование вторичных отстойников на сумму 1,2 млн. евро. В 2010 г. Международный банк реконструкции и развития приступил к финансированию реконструкции очистных сооружений в Беларуси по удалению азота и фосфора из сточных вод. При его содействии в сентябре 2014 г. в Бресте на городских очистных сооружениях был сдан в эксплуатацию новый аэротенк (сооружение биологической очистки сточных вод), построенный литовской фирмой «Arginta».

Возраст брестских очистных сооружений – 45 лет. Сооружения постепенно приходят в плачевное состояние. Кроме того, один новый аэротенк проблему не снимает. Предстоит отремонтировать 3 аэротенка советских времен, построить еще один дополнительный, освободить илонакопители.

Сейчас сброс сточных вод происходит в биологические пруды в пойме р. Западный Буг на границе с Польшей. Экологи постоянно проводят исследования воды в реке. Эти сооружения доочистки призваны были улучшить экологию при помощи природных факторов: солнца и низких температур. На поддержание их в нормальном состоянии денег тоже не было, поэтому они заилились и только усугубили проблему. Решить эту проблему окончательно поможет строительство коллектора, по которому очищенные стоки будут напрямую попадать в реку. А это дополнительно миллионы евро. Кроме технологии очистки стоков от азота и фосфора предстоит реконструировать механическую очистку.

Неприятный запах, который время от времени «накрывает» город, связан именно с механической очисткой. Классическое решение этой проблемы в Польше таково: сооружения первичной очистки накрывают специальными куполами, а затем происходит фильтрация воздуха, находящегося под куполами. Над этой проблемой работают шведские консультанты, т.к. в Беларуси таких технологий нет. По предварительным оценкам, на реконструкцию брестских городских очистных сооружений потребуется порядка 25 млн. евро.

Последние 10 лет при реконструкции протяженных и довольно изношенных сетей (отдельные участки трубопровода эксплуатируются более 50 лет) и при новом строительстве применяют трубы из коррозионно-стойких материалов (полиэтилен, стальные с внутренней песчано-цементной изоляцией, высокопрочный чугун), используются бестраншейные технологии восстановления и прокладки трубопроводов, производится замена старой на современную запорно-регулирующую и предохранительную арматуру. Благодаря этому повысилась стабильность работы сетей водоснабжения. Все промышленные мероприятия и организации города обеспечены приборами учета воды, новое жилье сдается с поквартирными приборами учета.

Водоканал г. Бреста отличается большим научно-техническим потенциалом, внедряет в производство много собственных разработок.

Великий поэт А.С. Пушкин как-то сказал, что водопровод всегда «доказывал присутствие образованности». Применимо к нынешнему времени это надо понимать так: значимость науки для прогресса нашей отрасли постоянно повышается. Внедрение инноваций дает серьезный экономический эффект, благодаря этому происходит улучшение технологических процессов и условий труда сотрудников. Водоканал поддерживает тесные отношения с научно-исследовательскими институтами, Брестским государственным техническим университе-

том, строительными и наладочными организациями и использует малейшую возможность для освоения новейших разработок. За последние 10 лет КПУП «Брестводоканал» стал законодателем проведения научно-производственных конференций, в том числе и международных, в рамках которых осуществляется обмен опытом с родственными предприятиями. Все это дает возможность быть в курсе нового и, кроме того, создает в коллективе особую творческую атмосферу.

С 2009 г. на базе КПУП «Брестводоканал» организован филиал кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов в целях повышения подготовки инженерных кадров по специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», углублённого приобретения студентами практических знаний и навыков по технологическим дисциплинам специальности, а также улучшения научно-исследовательской подготовки специалистов, объединения и эффективного использования научно-технического потенциала учреждений для развития фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ в области перспективных технологий и сооружений для очистки природных и сточных вод, проведения научно-исследовательских работ и внедрения результатов совместных исследований в производство. Филиал осуществляет также деятельность по следующим направлениям: совместная организация ознакомительных (учебных) практик, организационно-технологических и технологических (производственных) практик студентов в подразделениях КПУП «Брестводоканал»; оказывает содействие в повышении квалификации сотрудников кафедры ВВиОВР.

Наша стратегическая задача – реализация долгосрочного плана развития предприятия на ближайшие 10 лет. В его основу заложены следующие ключевые направления: улучшение качества производимой продукции и услуг, повышение надежности систем водоснабжения и водоотведения. Осуществление такого плана позволит улучшить состояние здоровья жителей, социально-экологическую обстановку в городе, создать комфортную и благоприятную среду обитания, рационально использовать источники водоснабжения. Размер платы, взимаемой с потребителей за оказание услуги, должен быть достаточным для обеспечения эффективной производственной деятельности и экологической ориентированности КПУП «Брестводоканал». Складывающаяся на сегодняшний день финансово-экономическая ситуация, несомненно, влияет на наши планы. Снижаются темпы ввода жилого фонда, следовательно, снижается размер поступающей платы за подключение. Падает экономическая активность предприятий, сокращаются объемы водопотребления – в результате уменьшается размер поступающей платы по надбавке к тарифу. Поэтому в таких условиях необходимо закончить те объекты, которые уже начали.

Сегодня «Брестводоканал» – это самый сложный комплекс сооружений, надежная и качественная работа которых обеспечивается прекрасным трудовым коллективом. Многие из тех, кто работает в «Брестводоканале» – высококвалифицированные рабочие, талантливые инженеры, инициативные руководители, – закончили факультет инженерных систем и экологии БрГТУ, который раньше назывался факультетом водоснабжения и гидромелиорации. Коллектив «Брестводоканала» обладает высоким профессионализмом, огромным творческим потенциалом, верностью трудовым традициям, заложенными ветеранами предприятия.

Список литературы

1. Храменков, С. Ничего нельзя делать спонтанно / С. Храменков // Вода Magazine. – М. 2009. – № 5 (21). – С.12–13.
2. Вавринюк, В.А. Конкурс профмастерства / В.А. Вавринюк // Вода. – Минск. 2011. – № 10 (171), С.13–14.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 556.551

LAKE GEOECOSYSTEM AS AN INDICATOR OF NATURAL LAKE CHANGES

Elżbieta Bajkiewicz-Grabowska

Department of Limnology, University of Gdańsk

Lakes constitute the main element of hydrographic network of young glacial areas. They differ in morphometric parameters of their basins, size of drainage area and their role in hydrological cycle. In terms of hydrography, they often constitute the main element of river-lake network, many of them are blind reservoirs. Despite the fact that they mainly simultaneously came into existence, the rate of eutrophication of their waters is significantly diverse. It results from both natural and anthropogenic reasons.

It is worth noting that a lake is not only a component of young glacial landscape but also an ecosystem functioning mainly due to matter flow from the area drained by the lake. This is the drainage area that functions as a constant supplier of various forms of matter. The rate of natural eutrophication of a lake i.e. slow, natural process of ageing and declining, depends on the structure of the basin, reservoir morphometric parameters and its hydrological regime.

The drainage area structure may provide a favourable environment for area flows or may limit them, whereas all lake natural properties may be more or less favourable for the preservation of the present state of trophy.

The resultant of all factors favourable for eutrophication has a different value for each lake. The same strength of drainage area influence expressed in the amount of biogenic substances carried from the drainage area into the lake, have a different effect when the natural lake resistance to degradation is high, and different when the lake is subjected to the outside influence. And vice versa, in case of the same category of lake resistance to degradation, differences in the state of trophy should be expected when their drainage areas have different influence on the lakes.

The lake ecosystem together with the drainage area enriching it in matter constitutes an ecological setting within which there is a constant flow of energy and matter. Such system can be called, as A. Kostrzewski (1991) proposed, a lake geoecosystem. The functioning of a system understood in such a way is based on a constant transport of different forms of matter from the drainage area and its accumulation in the lake. The structure of the lake geoecosystem determines the course of eutrophication process.

System of evaluation of natural eutrophication of lakes

Lake geoecosystem susceptibility to eutrophication can be evaluated on the basis of the system suggested by the author of this article (Bajkiewicz-Grabowska 1981, 1987, 1992, 2002), whereas lake natural resistance to the influence of the drainage area according to the modified proposal of the System of Evaluation of Lakes Quality (Kudelska et al. 1983, 1994; Bajkiewicz-Grabowska 1992, 2002). In this system, on one hand, the drainage area is evaluated as a supplier of the biogenic matter to the reservoir, on the other hand, the lake is evaluated as a recipient of the matter. The degree of the drainage area influence on the lake is evaluated on the basis of features characterizing lake total drainage area as well as its direct drainage area.

The characteristics describing the degree of the total drainage area influence on the lake include: lake index, also called Ohle's index (quotient of total drainage

area and lake area), type of lake water balance (throughflow, outflow, no-outflow). Ohle's index informs of the degree of reservoir dependence on the drainage area, whereas type of lake water balance informs of the lake role in the system of surface discharge, therefore it informs of possible point source of matter supply and also of possibilities of lake "rinsing".

The degree of influence of the direct drainage area of which the surface load is carried into the lake, depends on those features of physical-geographic environment which accelerate this load or inhibit it. In the conditions of young glacial landscape these are:

- the size of drainage area actively participating in the matter supply; it is measured by the degree of depression of the land (no-outflow areas);

- average slope of the drainage area ($J = \frac{\Delta H}{\sqrt{A}}$; ΔH – denivelation in the direct drainage area in meters, A – direct drainage area in km^2); its volume conditions intensity of water erosion and the volume of area runoff;

- channel network density ($D = \frac{\Sigma l}{A}$; Σl – the length of all streams in the direct drainage area, A – direct drainage area in km^2); this parameter is a measure of direct and fast transport of matter to the lake;

- surface burdens and soil conditions indicating land permeability, therefore describing the possibility of matter transport to the groundwaters;

- land use reflecting the volume of the biogenic elements load to the lake.

Above characteristics are determined on the basis of topographic, soil and agricultural maps of the scale 1:25,000.

The influence of the drainage area on matter activation and transport to the lake is evaluated by bonitation of each characteristics stated above at 0 do 3 points scale, where 0 stands for very little influence on matter activation and lack of possibility of its transport to the lake, and 3 stands for great possibility of matter activation and its fast transport to the reservoir (Table 1).

Table 1 – Point criterion for the evaluation of the drainage area – supplier matter to the lake

Characteristics	Number of points			
	0	1	2	3
Ohle's index	< 10	10 – 40	40 – 150	> 150
Type of lake water balance	-	outflow	no-outflow	throughflow
Morphometry of direct drainage area:				
– channel network density ($\text{km} \cdot \text{km}^2$)	< 0,5	0,5 1,0	1,0 – 1,5	> 1,5
– average slope of the basin ($\text{m} \cdot \text{km}^{-1}$)	< 5	5 – 10	10 – 20	> 20
– share of depressions (%)	> 60	45 – 60	20 – 45	< 20
Geological type of the basin	loamy, peaty	sand-loamy	loam-sandy	sandy
Land use type of the basin	forest, swampy, agricultural-forest, pasture-forest-agricultural	forest-agricultural, pasture-agricultural	agricultural, pasture-forest-agricultural with settlements, forest with settlements	forest-agricultural with settlements, pasture-agricultural with settlements, agricultural with settlements

The final evaluation constitutes an arithmetic mean of the points given for evaluation of each individual characteristics and on its basis the drainage area is classified to one of the 4 groups of susceptibility to the supply of the surface load to the lake:

group 1 – mean value is lower or equal to 1,0; the drainage area strongly limit the area flow, and demonstrates practically no possibility to deliver matter to the lake;

group 2 – mean value amounts from 1,1 to 1,4; the drainage area demonstrates little susceptibility to the activation of the area load stored in its area and little possibility to deliver it to the lake;

group 3 – mean value amounts from 1,5 to 1,9; the drainage area demonstrates average susceptibility, thus it has average possibility to deliver the matter to the lake;

group 4 – mean value is equal or higher than 2,0; the catchment demonstrates great possibility to activate the are load and quickly deliver it to the lake.

These evaluations also indicate which of the given characteristics is favourable for fast matter supply to the lake (for instance: dense channel network, high slope, not many shares of depressions, catchment with settlement) and which inhibits this process (for instance: lack of water courses, low slope, many shares of depressions, loamy forms in the ground, many forests).

The lake natural resistance to the outside influence is evaluated according to the modified proposal of the System of Evaluation of lakes Quality (Kudelska et al. 1983). The lake natural resistance to the drainage area influence is determined by the following characteristics:

- mean lake depth; shallow lakes of the same biogenic compounds overloading are more fertile than deep lakes (Kajak 1979);

- quotient of lake volume and its shoreline length; the higher value it has, the more resistant the lake is to the outside influence (Sylwester et al. 1974);

- thermal stratification; it is expressed in the percentage of meta- and hypolimnion in the overall water mass (the higher value, the lower the lake productivity);

- quotient of bottom surface within epilimnion and epilimnion volume being the measure of recirculation of biogenic substances; the lower the value, the more favourable for the state of water transparency, as the contact with the bottom is lesser, thereby less phosphorus from the bottom sediments gets to epilimnion (Fee 1979)

- mean rate of annual water exchange (quotient of mean annual lake runoff and the volume of the lake); it demonstrates the intensity of reservoir “rinsing”. Lake of faster water exchange may accumulate higher biogenes load than the lake of slower water exchange even at the same mean depth (Vollenweider 1976);

- Schindler`s index (quotient of the are receiving pollution, thus of total drainage area, and the amount of water that thin it, thus lake capacity).

Above characteristics are estimated on the basis of lakes bathymetric plans; the volume of the runoff from the lake is obtained from the data of Institute of Meteorology and Water Management (IMGW).

Points from 0 (high resistance) to 3 (lack of resistance) are given to each individual characteristics defining the lake resistance to the outside influence.

Table 2 – Point criterion for the evaluation of the lake resistance to the outside influence

Characteristics	Number of points			
	0	1	2	3
Mean lake depth (m)	> 10	5 – 10	3 – 5	< 3
Lake volume (hm ³) to shoreline length (m)	> 5	3 – 5	1 -3	< 1
Thermal stratification (%)	> 35	20 – 35	10 – 20	< 10
Active bottom surface (m ²) to epilimnion volume (m ³)	< 0,10	0,10 – 0,15	0,15 - 0,30	> 0,30
Rate of annual water exchange	> 10	5 – 10	1 – 5	< 1
Schindler`s index (m ⁻¹)	< 10	10 – 30	30 – 100	> 100

The final evaluation constitutes an arithmetic mean of the points given for evaluation of the influence of each individual lake characteristics (Table 2). The mean lower than or equal to 0,8 indicates that the lake belongs to category I (the lake is

highly resistant to the outside influence), from 0,9 to 1,6 – category II (average resistance), from 1,7 to 2,4 – category III (low resistance) and more than 2,4 – category IV (no resistance, the lake is highly subjected to the outside influence).

The combination of the drainage area susceptibility and lake resistance groups allows to indicate 4 types of lake geoecosystems of different rate of natural eutrophication.

The first type constitutes such a lake geoecosystem in which natural lake characteristics (I or II resistance category) as well as the drainage area characteristics (1 or 2 susceptibility group) are not favourable for lake waters eutrophication; the lake is resistant to the outside influence and its drainage area is slightly active in delivering the area load to the lake. Thus, such geoecosystem has a chance to maintain the trophy on a low level.

The second type represents such lake geoecosystem in which unfavourable for the lake drainage basin conditions (strong possibility of delivering the area load to the reservoir – 3 or 4 susceptibility group) are compensated by high lake resistance to the outside influence (I or II resistance category). As a result, the rate of their natural eutrophication should be moderate.

The third type constitutes such a lake geoecosystem in which there are favourable lake drainage basin conditions (the basin is slightly active in delivering the area load to the reservoir – 1 or 2 susceptibility group) but the lake itself is subjected to the outside influence (III or IV resistance category). The lake eutrophication develops gradually, however, the interference in drainage area conditions (e.g. the development of tourism) may lead quickly to an increase in its rate.

The fourth type is a lake geoecosystem, which natural conditions are favourable for very fast water eutrophication. The lake is subjected to the outside influence (III or IV resistance category).

The results of the evaluation

50 lake geoecosystems were selected from Mazurian Lakeland and Kashubian Lakeland. On the basis of the evaluation presented above, it was determined with respect to the rate of natural eutrophication, which type of lake geoecosystem they represent (Table 3). The lake geoecosystems were selected so that the lake drainage basins demonstrated varied susceptibility to the matter supply, and lakes varied resistance to the degradation (Table 3).

Table 3 – Types of the lake geoecosystems depending on the natural degradation rate

Group of drainage basins as a supplier of matter to the lake	Categories of degradation ability of lakes			
	I	II	III	IV
1	Hańcza Kierzlińskie Duże	Szurpiły Kołowin Bobięcińskie Wielkie	Bądze Sędańskie	Łąkie Wielkie
2	Mamry Wigry Piłakno	Rekowo Kamienne Osuszyno	Duś Łuknajno Lubowisko	Junno
3	Czos Głębokie Raduńskie Górne Raduńskie Dolne	Łapalickie Wobel Żarnowieckie Wielki Ocypel	Branickie Rańskie Lubygość Stężyckie	Bąckie Iławskie Kretyńskie Tuchel
4	Ełckie Juno Kłodno, Charzykowskie	Brodno Wielkie Dąbrowskie Ostrzyckie Sianowskie	Liwieniec Puchlin Potęgowskie Patulskie	Kraksy Duże Trzebno Święte Kałębie

References

1. Bajkiewicz-Grabowska E., 1981 – The influence of the physical-geographic environment on the biogenous matter delivery to the lake – J. Hydrol. Sci., 8: 1-4: 63-73.
2. Bajkiewicz-Grabowska E., 1987 – Evaluation of Natural Susceptibility Shallow lakes to Degradation – Geo-Journal 14, 3: 279-289.
3. Bajkiewicz-Grabowska E., 1992 – Assessment of Lakes Eutrophization Rate on the Basis of Catchment Area Evaluation – Miscellanea Geographica, 5: 89-94.
4. Bajkiewicz-Grabowska E., 2002 – Obieg materii w systemach rzeczno-jeziornych. WGiSR UW, Warszawa, 274 pp.
5. Bajkiewicz-Grabowska E., 2010 – Czyste jeziora Pomorza. Diagnoza. Badania Limnologiczne 7, 74 pp.
6. Fee, E. J., 1979; A relation between lake morphometry and primary productivity and its use in interpreting whole-lake eutrophication experiments. Limnol. Oceanogr., 24: 401-416.
7. Kajak, Z., 1979; Eutrofizacja jezior. PWN, Warszawa.
8. Kostrzewski, A. (red.), 1991; Koncepcja programu: Monitoring obiegu materii, kompleksowy monitoring środowiska przyrodniczego w podstawowych typach geosystemów Polski. Komitet Naukowy przy Prezydium PAN „Człowiek i Środowisko”, Poznań.
9. Kudelska, D., Cydzik D., Soszka H., 1983 – System oceny jakości jezior – Wyd. IKŚ, Warszawa.
10. Kudelska, D., Cydzik D., Soszka H., 1994 – Wytyczne monitoringu podstawowego jezior – Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa.

УДК 620.9

ОБРАБОТКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ В ПОЛЬШЕ

Kluba Mieczysław, Rudnicki Roman, Jezierska-Thöle Aleksandra
Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, Polska, mietklub@umk.pl

The article gives an outline of the issues of the use of arable land in Poland under the energy crops-annual and perennial. The main objective of this research was the spatial analysis and evaluation of the development of energy crops in Poland, taking into consideration natural, historical and urban conditions.

Введение

Директива Европейской Комиссии 28/2009/ВЕ устанавливает увеличение участия возобновленных источников энергии в окончательном использовании энергии для целого Евросоюза на уровне 20%. Для отдельных членских стран эта цель определена на разном уровне [1]. В соответствии с акцессионным трактатом с Евросоюзом с 2004 года, Польша обязалась увеличить участие энергии созданной из возобновленных источников в энергетике до 7,5% в 2010 году и до 14% в 2020 году. Производство биомассы на энергетические цели может быть, затем, главным причиняющим фактором для достижения этих целей. Считается, что потенциал биомассы Польши принадлежит к самым высоким в Европе и выносит 895 ПЙ [2].

Термин «энергетические растения» подчиняется как и к одногодичным, так и к многолетним обработкам на пахотных землях с исключительным предназначением для энергетических целей. Растительная биомасса, добываемая из

энергетических растений, может составлять сырьем как постоянное топливо или субстрат для производства биогаза, а может тоже служить как экстракт к производству жидких топлив [3]. Рост плантации энергетических обработок в Польше – это шанс на диверсификацию направлений сельскохозяйственного производства и на увеличение прибылей сельскохозяйственного населения.

Главной целью исследований был пространственный анализ и оценка развития энергетических обработок в Польше с учётом избранных обусловленностей.

Пространство исследований охватило 314 повятов, в соответствии с организационным делением Агентства реструктуризации и модернизации сельского хозяйства. Основу анализа составляла матрица пространственной информации охватывающая последний Всеобщий сельскохозяйственный список с 2010 года. Это вытекало с уровня подробных данных, касающихся числа сельских хозяйств с энергетическими обработками, поверхности энергетических обработок, а также их структуры - учитывая виды растений и форму земельных употреблений на уровне поветов, областей и страны только для этого года. Анализируя пространственные обработки энергетических растений, учли следующие внешние черты развития сельского хозяйства: естественные, исторические и урбанизационные. В каждой группе черт выделено несколько типов пространств, в зависимости от интенсивности исследуемого элемента. Приём вышеуказанных групп черт для оценки развития обработок энергетических растений в Польше, разрешил выделить пространства крепкой и слабой концентрации обработок энергетических растений, и выяснить пространственную концентрацию определённых энергетических обработок.

Обработки на энергетические цели на пахотных землях

В 2010 году общая поверхность обработок энергетических растений на пахотных землях в Польше вынесла 17131 гектаров, что составляло всего лишь 0,16% всех посевов. Число сельских хозяйств, занимающихся обработкой энергетических растений, достигло 950. В среднем, на одно сельское хозяйство приходило 18 гектаров сельскохозяйственных земель использующих энергетические цели (табл. 1). Самой большой ценностью этого показателя характеризовались: западнопоморская область 58,9 гектаров, а затем варминско-мазурская 38,7 гектаров и любуская 35,0 гектаров.

Пространственный анализ поверхности обработок в диапазоне страны проявил, что самый большой ареал обработок энергетических растений на пахотных землях выступил в западнопоморской области 3536 гектаров.

Таблица 1 – Поверхность и число сельских хозяйств с обработкой энергетических растений на пахотных землях в 2010 году

Области	Поверхность пахотных земель под энергетическими обработками			Число сельских хозяйств с энергетическими обработками			Средняя поверхность пахотных земель на 1 сельское хозяйство (а)		
	Вместе (гектары)	В этом (%)		Вместе	В этом (%)		Вместе	В этом:	
		Одного дичные	Много-летнее		Одного дичные	Много-летнее		Одного дичные	Много-летнее
Польша <i>a/</i>	17131,3	85,4	14,6	950	88,4	11,9	18,0	17,4	22,0
Нижнесилезское	2600,6	96,5	3,5	114	92,1	7,9	22,8	23,9	10,2
Куявско-поморское	105,7	86,1	13,9	30	83,3	16,7	3,5	3,6	2,9
Люблинское	525,1	98,9	1,1	82	89,0	11,0	6,4	7,1	0,7
Любуское <i>a/</i>	1191,2	98,7	1,3	34	94,1	8,8	35,0	36,7	5,2

Области	Поверхность пахотных земель под энергетическими обработками			Число сельских хозяйств с энергетическими обработками			Средняя поверхность пахотных земель на 1 сельское хозяйство (а)		
	Вместе (гектары)	В этом (%)		Вместе	В этом (%)		Вместе	В этом:	
		Одногодичные	Многолетнее		Одногодичные	Многолетнее		Одногодичные	Многолетнее
Лудзке	231,3	95,1	4,9	60	91,7	8,3	3,9	4,0	2,3
Малопольское	127,5	97,3	2,7	40	90,0	10,0	3,2	3,4	0,9
Мазовецкое	2245,8	39,9	60,1	107	83,2	16,8	21,0	10,1	75,0
Опольское	1114,9	76,0	24,0	83	86,7	13,3	13,4	11,8	24,3
Подкарпатское	641,3	96,0	4,0	100	95,0	5,0	6,4	6,5	5,1
Подляское	18,7	85,6	14,4	7	42,9	57,1	2,7	5,3	0,7
Приморское	172,6	48,9	51,1	30	70,0	30,0	5,8	4,0	9,8
Силезское <i>a/</i>	581,8	98,2	1,8	43	90,7	11,6	13,5	14,7	2,0
Свентокшиское	192,3	97,5	2,5	20	90,0	10,0	9,6	10,4	2,4
Вармински-мазурское <i>a/</i>	1240	61,3	38,7	32	84,4	18,8	38,8	28,2	79,9
Великопольское	2606,8	96,1	3,9	108	86,1	13,9	24,1	26,9	6,8
Западнопоморское	3535,9	99,6	0,4	60	95,0	5,0	58,9	61,8	4,3

a/ в случае числа хозяйств сумма участков может быть выше чем 100% (хозяйство владело одновременно одногодичными и многолетними обработками)

Источник: собственная обработка на основе Главного статистического учреждения (ПСР 2010).

В системе поватов самой большой поверхностью обработок характеризовались поваты, расположенные в соседстве больших городских стеканий, также столиц областей, т.е. в познаньском повате 1544,5 гектаров и варшавском западном 1301,7 гектаров. Очередную группу составляют поваты, расположенные у западной границы Польши с Германией, т.е. згожелецкий 713,3 гектара, голенёвский 713,3 гектара, и лобеский 616,4 гектара, и грыфиньский 520,9 гектаров (рисунок 1). Вышеуказанная ситуация, вытекает как из запасов земли под обработку, так также лёгкого сбыта биомассы в городах, особенно больших (котельные, теплоцентрали и т.д.). Не без значения тоже новаторский характер этой деятельности, на которой влияние имеет между другими - уровень образования производителей биомассы [4].

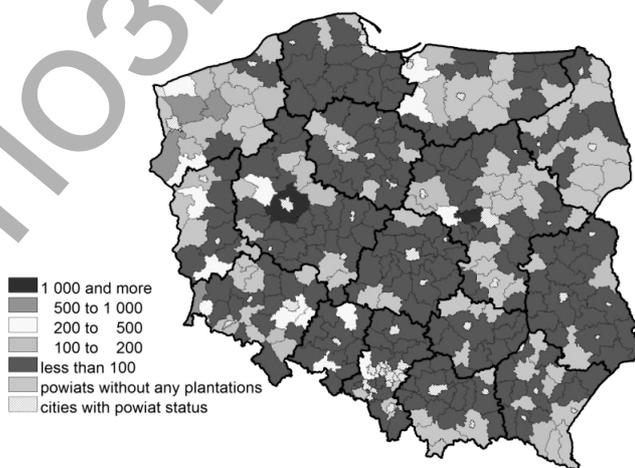


Рисунок 1 – Поверхности обработок энергетических растений на пахотных землях в Польше в 2010 году

Источник: собственная обработка на основе Главного статистического учреждения (ПСР 2010).

В структуре энергетических обработок на пахотных землях выделяются одногодичные (85,4%) и многолетние растения (15,6%).

В пределах одногодичных обработок (14644 гектара) самое большое участие приходилось на:

- масличные растения, т.е.: рапс и приворот 31,1% (таблица 2). В 2010 году самые большие поверхности посевов этой обработки были в великопольской области 1271 гектар и западнопоморской области 1015 гектаров;

- растения с большим содержанием сахара или крахмала, т.е.: кукуруза 26,5% (наибольшее в западнопоморской области 1523 гектара), зерна 20,1% (наибольшее тоже в западнопоморской области 972 гектара) и сахарной свеклы 0,8% (наибольшее в великопольской области 140 гектаров) (таб. 2).

В пространственной системе самое большое участие одногодичных энергетических растений записано в западнопоморской 99,6% и люблинской области 98,9% (таблица 1).

Затем в группе многолетних обработок (2488 гектаров) наиболее часто обрабатываемыми были растения с большим приростом биомассы, напр. мискантус гигантский (*Miscanthus gigantea*) (11,3%), тростниковая мозга (*Phalaris arundinacea*) (1,3%), пенсильванский слязовец (*Sida hermaphrodita*) (0,5%), которые можно применять м.др. в нагревательных целях. В масштабе областей доминирующее значение в обработке имела мазовецкая область 1350 гектаров, то 54,3% целого ареала в стране. Пространственный анализ обработок многолетних энергетических растений показывает, что самый большой ареал обработок выступил в варшавском западном повате (1302 гектара), а тоже в эльблонгском (284 гектара) и ключборском (235 гектаров).

Таблица 2 – Структура одногодичных и многолетних обработок плантаций на пахотных землях в Польше в 2010 году

Одногодичные плантации			Многолетние плантации		
Перечисление	Поверхность в гектарах	% совокупности	Перечисление	Поверхность в гектарах	% совокупности
Рапс и приворот	5365,5	31,3	Мискантус гигантский	1929,9	11,3
Кукуруза	4540,2	26,5	Тростниковая мозга	215,0	1,3
Зерна	3448,8	20,1	Пенсильванский слязовец	80,0	0,5
Сахарные свёклы	140,5	0,8	Топинамбур	38,0	0,2
Другие	1149,1	6,7	Другие	224,9	1,3
Вместе	14643,5	85,4	Вместе	2487,8	14,6

Источник: собственная обработка на основе Главного статистического учреждения (ПСР 2010).

Оценка развития энергетических обработок в Польше

Оценку развития обработок на энергетические цели в Польше совершилась на основе естественных (А), исторических (Б) и урбанизационных обусловленностей (Ц) - подписи как в таблице 3.

Оценку естественной обусловленности переведено на основе показателя качества сельскохозяйственного производственного пространства [5], выделяя пространства: (1) невыгодные условия для сельскохозяйственного производства - ниже 50 пунктов, (2) среднее - с 50 до 80 пунктов и (3) выгодные

- выше 80 пунктов. Предъявлено: невыгодная тенденция к росту ранга энергетических обработок в меру улучшения естественных условий сельского хозяйства - это главным образом результат одногодичных обработок.

В пределах оценки исторических обусловленностей выделено четыре пространства: (1) земли прежнего австрийского захвата и принадлежащие Польше в межвоенном периоде, (2) земли прежнего прусского захвата и принадлежащие Польше в межвоенном периоде, (3) земли прежнего русского захвата и принадлежащие Польше в межвоенном периоде и (4) земли прежнего прусского захвата и принадлежащие Германии в межвоенном периоде [6] [7]. Проявлено: самую большую концентрацию энергетических обработок на местностях, присоединённых к Польше после II мировой войны (пространство 4), характеризующихся большим участием великопространственных сельских хозяйств, созданных главным образом в результате приватизации государственного сельского хозяйства. В этой структуре выделяются тоже земли прежнего русского захвата и Польши в межвоенном периоде, где отмечено высшее участие многолетних энергетических обработок.

Урбанизационные обусловленности определены на основе раздела поветов на три уровня: (1) личности наиболее слабо урбанизированные о перевесе деревенского населения (> 50% населения всего), (2) личности посредственно урбанизированные о перевесе городского населения (> 50% населения всего) и (3) личности наиболее сильно урбанизированные (пространства метрополии) [8] [9]. Проявлено: тенденция для увеличения ранга энергетических обработок в меру роста урбанизирования пространств. Кроме того, пространства наиболее сильно урбанизированные отличались высшим участием многолетних энергетических растений (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка энергетических обработок по естественным, историческим и урбанизационным обусловленностям в Польше (2010)

Обусловленности	Уровень	Поверхность обработок [% общей поверхности сельских хозяйств]			Число хозяйств [% общего числа сельских хозяйств]		
		на пахот- ных зем- лях	в этом (%)		на пахот- ных зем- лях	в этом (%)	
			одного дичные	многолет нее		одного дичные	много- летнее
А. Естественные	1	0,01	20,1	79,9	0,01	70,0	30,0
	2	0,09	87,0	13,0	0,06	88,2	12,1
	3	0,12	83,9	16,1	0,09	89,7	10,5
Б. Исторические	1	0,05	96,6	3,4	0,04	93,3	6,7
	2	0,09	95,0	5,0	0,09	87,2	13,5
	3	0,04	58,9	41,1	0,04	85,6	14,4
	4	0,20	90,8	9,2	0,16	89,5	11,0
В. Урбанизационные	1	0,02	90,9	9,1	0,04	86,1	13,9
	2	0,11	93,4	6,6	0,07	90,3	9,9
	3	0,23	69,5	30,5	0,07	86,0	15,7

А / в случае числа хозяйств сумма частей может быть выше чем 100% (хозяйство владело одновременно одногодичными и многолетними обработками); А, Б, Ц - объяснение обусловленности поместили в тексте

Источник: собственная обработка на основе Главного статистического учреждения (ПСР 2010).

Заключение

Ценным источником биомассы сельскохозяйственного происхождения является обработка энергетических однолетних и многолетних растений на пахотных землях. Несмотря на то, что потенциал биомассы в Польше принадлежит к самым большим в Европе (оцениваемый на ок. 900 ПЙ / год), то до настоящего времени использование энергии из биомассы, в этой энергии урожая обработок на сельскохозяйственных землях - на низком уровне. Касается это так и участия поверхности энергетических обработок в общей поверхности сельских хозяйств, а также участия хозяйств в производстве биомасса на энергетические цели. Переведённый анализ проявил, что Польша владеет хорошей естественной обусловленностью для развития обработок энергетических растений, однако же они не целиком используются. Влияние на эту ситуацию между другими: изменения содружественных правил, касающиеся энергетических растений (они не реализованы от 2010 года). Вышеуказанные изменения вызвали заторможенность, а даже регресс в энергетических обработках не только в Польше, но также в других странах Евросоюза.

Обработка энергетических растений на пахотных землях в Польше - несмотря на слабое развитие - характеризуется большой пространственной неоднородностью. Высшая концентрация обработок выступает в областях, расположенных вдоль западной границы Польши, часто на местностях приватизированных государственных сельских хозяйствах. Влияние на пространственное расположение энергетических обработок обозначается со стороны исторической обусловленности - главным образом на местностях прежнего прусского захвата, а также естественных местностях - самая большая поверхность обработок энергетических растений записана на местности поветов высокого показателя качества сельскохозяйственного производственного пространства. Констатировано, что пространства, имеющие невыгодные естественные условия сельского хозяйства, характеризуются слабым использованием земель для энергетических растений, что с уверенностью требует корректуры сельскохозяйственной политики в этой сфере. Как показали исследования, на структуру обработок энергетических растений самое большое влияние имели урбанизационные обусловленности. Пространства сильно урбанизируемые характеризовались большой концентрацией энергетических обработок на пахотных землях, что связано с экономикой производства, и главным образом, с рынком сбыта сырья.

Список литературы

1. Nilsson, L., Pisarek M., Buriak J., Oniszk-Popławska A., Bućko P., Ericsson K., Jaworski L., Energy policy and the role of bioenergy in Poland, Energy Policy, Vol. 34, Issue 15, October (2006), pp. 2263-2278.
2. Heller, M.C., Keoleiana G.A., Mann M.K., Volk T.A., Life cycle energy and environmental benefits of generating electricity from willow biomass, Renewable Energy, 29, (2009), pp. 1023-1042.
3. Jasiulewicz, M., Possibility of Liquid Bio-Fuels, Electric and Heat Energy Production from Biomass in Polish Agriculture, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 19, No. 3, (2010) pp. 483.
4. Chodkowska-Miszczuk, J., Szymańska D., Update of the review: Cultivation of energy crops in Poland against socio-demographic factors, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 15, No. 9, 2011, pp. 4242-4247.
5. Stuczyński, T., Kozyra J., Łopatka A. et al., Przyrodnicze uwarunkowania produkcji rolnej w Polsce, Studia i Raporty IUNG – PIB, 7, 2007, Puławy.

6. Rudnicki, R., Spatial differences in the use of Europe Union funds by agricultural holding in Poland, Bogucki Scientific Publishing, Poznan, (2010), pp. 20-63.

7. Jezierska-Thöle, A., Kluba M., Einfluss der Mitgliedschaft Polens in der Europäischen Union auf die demographischen Veränderungen in der polnischen Landwirtschaft, In: Transformation in Deutschland und Polen Europäische Regionen im Wandel. Demokratieentwicklung in Polen und in den neuen Bundesländern. Europäische Akademie Berlin. Osteuropa Zentrum Berlin. (2012). pp. 74-85.

8. Markowski, T., Marszał T. Metropolis, metropolitan areas, metropolisation. Ed. by Committee for Spatial Economy and Regional Planning, Polish Academy of Sciences, 2006, Warszawa, pp.25 [in Polish].

9. Rudnicki, R., 2013, Regionalne zmiany poziomu rozwoju rolnictwa polskiego w warunkach oddziaływania Instrumentów Wspólnej Polityki Rolnej w latach 2002-2010 [w:] Kurowska K. (ed.), Planowanie rozwoju przestrzeni wiejskiej, Oficyna Wyd. Jacek Chmielewski, 2013, pp. 18-36.

УДК 551.515.4

ZJAWISKA BURZOWE W PÓŁNOCNO-ZACHODNIEJ POLSCE

Kirschenstein Małgorzata

Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych w Dęblinie, Wydział Lotnictwa, Dęblin ,
Polska, e-mail: mjk67@tlen.pl

Storms are related to dangerous weather phenomena for the environment and man. Most of the storms accompanied by: lightning, precipitation hail, turbulence, squall, shear, gusts of wind, tornado, icing. The goal for work was to characterize the storm and precipitation hail in north-western Poland from 1971 to 2015. A deviation of storm and precipitation hail from multi-annual mean was assessed together with trends of changes.

Wstęp

W badaniach zmian klimatu, poza podstawowymi elementami meteorologicznymi – temperaturą powietrza i opadami atmosferycznymi ważne są także analizy niebezpiecznych zjawisk atmosferycznych, do których zaliczamy burzę i towarzyszące jej zjawiska atmosferyczne. Stanowią one zagrożenie dla środowiska przyrodniczego i działalności gospodarczej człowieka, szczególnie w rolnictwie i transporcie. W wielu przypadkach, przebieg tych zjawisk może być określony, jako ekstremalne zdarzenie meteorologiczne, ponieważ w rzeczywistości zjawisko burzowe – to zespół jednocześnie występujących zjawisk towarzyszących takich, jak: wyładowania atmosferyczne, intensywne opady, w tym opady gradu, turbulencja, szkwał, uskok, porywy wiatru, tornado, oblodzenie, a także zmiany ciśnienia atmosferycznego i temperatury powietrza. Zatem negatywne skutki, jakie mogą powodować te zjawiska są powodem prowadzonych badań, dotyczących oceny częstości ich występowania w przekroju rocznym oraz zmienności wieloletniej. W Polsce pierwsze opracowania burz dotyczyły zmienności czasowej występowania burz oraz wyznaczania regionów burzowych [6, 8]. W opracowaniach zwracano także uwagę na zmiany wieloletnie burz, wzrost ich częstości w półroczu chłodnym oraz ich związek z sytuacjami synoptycznymi [2, 4]. Badano także tendencje zmian i prognozowano aktywność burzową w Polsce [3]. W ostatnich natomiast latach badania opadów gradu dotyczyły ich zmienności wieloletniej i przebiegu dobowego, a także uwarunkowań cyrkulacyjnych sprzyjających ich występowaniu [2, 7].

Z uwagi na to, że każde wystąpienie burzy lub opadu gradu należy traktować, jako potencjalnie niebezpieczne, w pracy zbadano, jakie czynniki wpływają na częstość i rozkład burz w północno-zachodniej Polsce oraz określono – jak często burzy towarzyszyły opady gradu. Obliczono także trend regresji liniowej, określający zmienność częstości występowania burz i opadów gradu, co pozwoliło na dokładniejsze określenie tendencji zmian wybranych zjawisk, w analizowanym okresie 1971-2015.

Wybrany do badań obszar północno-zachodniej Polski jest zróżnicowany pod względem rozkładu wybranych elementów meteorologicznych, ponieważ warunki klimatyczne kształtowane są tu przez cyrkulację atmosferyczną znaną z Oceanu Atlantyckiego, Morza Bałtyckiego oraz dodatkowo znaną z rozległego obszaru kontynentalnego. Do istotnych czynników wpływających na zróżnicowanie regionalne należą również uwarunkowania lokalne takie, jak: ukształtowanie terenu, charakter podłoża i odległość od Morza Bałtyckiego. Właściwości termiczne, wilgotnościowe i aerodynamiczne podłoża, które są składowymi procesów radiacyjnych decydują o wymianie energii na granicy między atmosferą, a podłożem i w dużym stopniu decydują o sile przebiegu wybranych niebezpiecznych zjawisk atmosferycznych.

Należy podkreślić, że burza jest to zjawisko, które w skali globalnej pojawia się często. Burze mogą tworzyć się od szerokości równikowych po strefy polarne. W szerokościach międzyzwrotnikowych burze pojawiają się przez cały rok, w szerokościach umiarkowanych najczęściej występują wiosną, latem i jesienią. W skali globalnej średnia roczna liczba dni z burzą jest zróżnicowana, od ponad 160 burz w strefie równikowej do około 20-30 w szerokościach umiarkowanych. Szacuje się, że średnio w każdej sekundzie, w atmosferze ziemskiej występuje od 1500 do 2000 burz wraz z towarzyszącymi im wyładowaniami atmosferycznymi, a w powierzchnię Ziemi uderza około 100 piorunów [5]. W Polsce według Bielec-Bąkowskiej [2] średnia roczna liczba dni z burzą waha się od 15 dni na wybrzeżu do 33 dni w Tatrach i w południowo-wschodnich regionach kraju, a około 97% wszystkich burz występuje od kwietnia do września.

Wraz ze wzrostem szerokości geograficznej wskutek niższych temperatur zasięg pionowy burz atmosferycznych zmniejsza się, a wysokość ma wpływ na potencjalną intensywność burzy. Zróżnicowany dopływ promieniowania słonecznego w przebiegu rocznym wpływa na rozkład temperatury powietrza i intensywność ruchów konwekcyjnych. W rezultacie miąższość troposfery zmienia się w zależności od szerokości geograficznej (od ok. 15-17 km nad równikiem, 10-12 km w szerokościach umiarkowanych, do ok. 6-8 km w szerokościach okołobiegunowych) i w zależności od pory roku (jest większa latem). Od miąższości troposfery zależy wysokość tropopauzy, która jest barierą ograniczającą wymianę powietrza pomiędzy troposferą i stratosferą.

Metody i charakterystyka obszaru badań

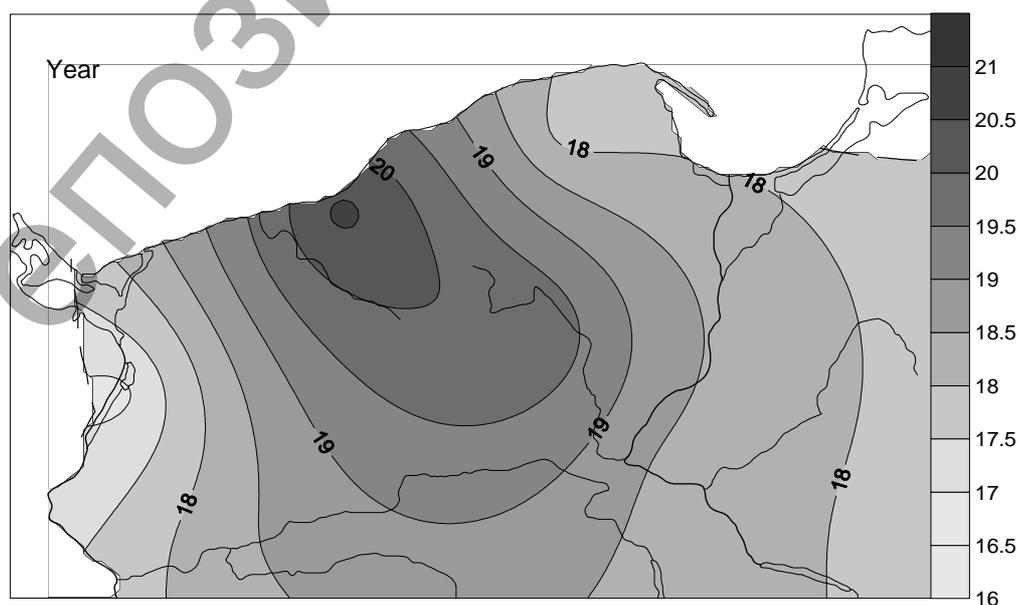
W pracy do analizy wybrano 6 stacji, położonych w różnych częściach obszaru północno-zachodniej Polski. Badany obszar obejmuje Pojezierze Pomorskie po Pradolinę Toruńsko-Eberswaldzką na południu i przyległą od wschodu Dolinę Dolnej Wisły. Opracowanie burz i opadów gradu oparto o dane meteorologiczne z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Dane obejmują 45-letni okres 1971-2015 dla stacji: Gorzów Wielkopolski, Szczecin, Koszalin, Chojnice, Toruń, i 23-letni (1971-1993.) dla Lęborka. W pracy uwzględniono Lębork, pomimo krótszego okresu, aby w rozkładach geograficznych dobrze reprezentowany był także obszar północno-wschodniej części badanego obszaru.

Wyniki badań i dyskusja

Burze związane są z występowaniem chmury Cumulonimbus (*Cb* – *chmura kłębiasto-deszczowa*). Są to gęste chmury o znacznej pionowej rozciągłości. Podstawa dolna, średnio występuje na wysokości 300-600 m, górna granica chmur przekracza 14 000 m (zależy od miąższości troposfery). Cumulonimbus występuje, jako osobna komórka, bądź tworzy szereg chmur. Daje opad przelotny, zwykle o dużym natężeniu i charakterze burzowym, przy jednoczesnym występowaniu gwałtownych porywów wiatru. Do określenia burzy przyjęto definicję stosowaną na stacjach IMGW i obowiązującą od 1962 r. Za burzę uznaje się „*grzmot słyszany po upływie mniej niż 10 sekund od czasu ujrzenia błyskawicy, a burzą odległą nazywa się zjawisko wystąpienia grzmotu po upływie więcej niż 10 sekund, któremu błyskawica może towarzyszyć. Początek burzy wyznacza moment usłyszenia pierwszego grzmotu, koniec natomiast – grzmot, po którym w ciągu 15 min. nie słycać następnego*”.

Burze tworzą się na skutek szybkiego wznoszenia się wilgotnego i ciepłego powietrza na większe wysokości – burza termiczna, lub przy silnym zderzeniu wilgotnego i ciepłego powietrza z masą powietrza chłodnego – burza frontowa. Mogą także utworzyć się po dowietrznej stronie gór, gdy napływa ciepłe i wilgotne powietrze – burza orograficzna.

Północno-zachodnia Polska wraz z wybrzeżem Morza Bałtyckiego jest obszarem, na którym burze występują rzadziej, niż na pozostałym obszarze Polski. Jednak obszar ten jest zróżnicowany pod względem orograficznym. Wyniesienia pojezierne oraz wpływ Morza Bałtyckiego powoduje, że częstość występowania burz, zarówno w przebiegu rocznym, jak i wieloletnim charakteryzuje się dużą zmiennością. Przykładem jest suma burz w całym badanym okresie, mianowicie w 5 stacjach o pełnych ciągach pomiarowych odnotowano 4231 burz, którym towarzyszyły 602 opady gradu. W rozkładzie geograficznym wystąpiły bardzo duże różnice – w Koszalinie wystąpiło 925 burz i 249 opadów gradu, natomiast dla porównania w Szczecinie 759 burz i 55 opadów gradu. W ciągu roku, burze najczęściej pojawiały się, więcw Koszalinie – średnio 21 dni, a najrzadziej w Szczecinie – 17 dni. Z rozkładu przestrzennego średniej rocznej liczby dni z burzą wynika, że najczęściej występowała w środkowym pasie – od Koszalina w kierunku Noteci. Od tego pasa, zarówno na wschód, jak i na zachód burze pojawiały się rzadziej (rys. 1).



Rys. 1 – Średnia roczna liczba dni z burzą w północno-zachodniej Polsce (1971-2015)

Analizując częstość burz w porach roku otrzymano, że najwięcej dni z burzą wystąpiło latem (62,6%) i wiosną (24,4%). Dość często burze pojawiały się jesienią (11,8%), natomiast zimą z uwagi na niskie temperatury – burzę były rzadkością (1,2%). Z rozkładów przestrzennych wynika (rys. 2), że na obszarze północno-zachodniej Polski w ciepłych porach roku (wiosną i latem) najkorzystniejsze warunki do tworzenia burz występują w pasie ciągnącym się od Pobrzeża Koszalińskiego poprzez wyniesienia pojezierne w kierunku Doliny Dolnej Wisły.

Natomiast jesienią na wzrost częstości burz wyraźnie wpływają napływające znad Morza Bałtyckiego cieplejsze masy powietrza. Zimą burze zdarzają się najczęściej w zachodniej części i jest to efekt napływających z kolei cieplejszych mas powietrza znad Oceanu Atlantyckiego. W obu przypadkach, zarówno jesienią jak i zimą ciepłe i zasobne w wilgoć masy powietrza mogą przyczynić się do powstania opadów o charakterze burzowym.

Należy podkreślić, że w całym 45-letnim okresie (1971-2015) na badanym obszarze wystąpiły duże różnice w poszczególnych porach roku. Wiosną – choć burze na wszystkich stacjach pojawiały się ze zbliżoną częstością – od około 4 burz w Łęborku i Szczecinie do 5 w pozostałych stacjach, to w przebiegu wieloletnim ich łączna suma wahała się od 196 burz w Szczecinie do 227 w Chojnicach. Latem poza burzami frontalnymi, bardzo często pojawiają się burze wewnątrzmasowe. Jest to, więc pora roku charakteryzująca się, zarówno największą liczbą dni z burzą (średnio 10-13 burz), jak i największym zróżnicowaniem przestrzennym – najwięcej burz wystąpiło w Chojnicach (590 burz), najmniej w Szczecinie (466 burz). Jesienią średnio pojawiają się 2-3 burze. W latach 1971-2015 największe różnice wystąpiły pomiędzy Koszalinem (149 burz), a Toruniem (74 burze). Zimą w przeciągu całego badanego okresu burze pojawiały się bardzo rzadko. Najwięcej burz odnotowano w Szczecinie – 18 burz, najmniej w Toruniu – 5 burz.

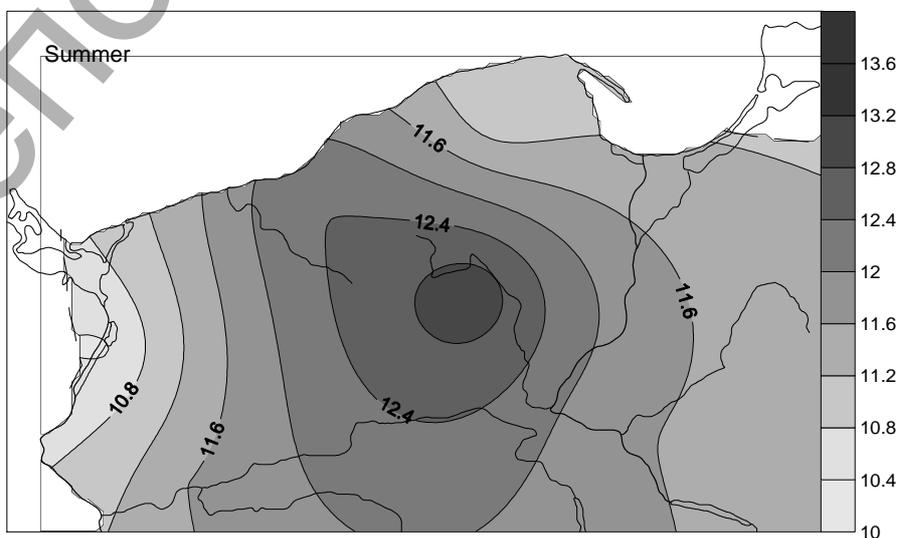
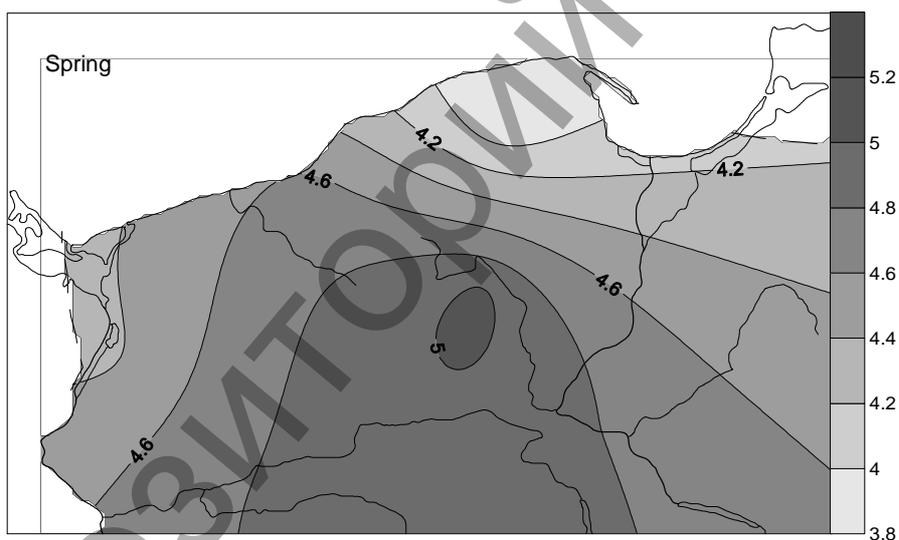
Z powyższej analizy wynika, że ważną cechą przedstawianych rocznych zmian jest ich regionalne zróżnicowanie, związane z dominującymi w danym obszarze sytuacjami synoptycznymi, które w znacznym stopniu są modyfikowane wpływem lokalnych warunków środowiska geograficznego. Jest to szczególnie widoczne w rocznym przebiegu częstości badanych zjawisk. Porównując badany obszar z całym terenem Polski [1] wyraźnie zaznacza się oddziaływanie Morza Bałtyckiego i Oceanu Atlantyckiego, które wpływają na wydłużenie okresu występowania burz na północy kraju – na miesiące jesienne, a nawet zimowe.

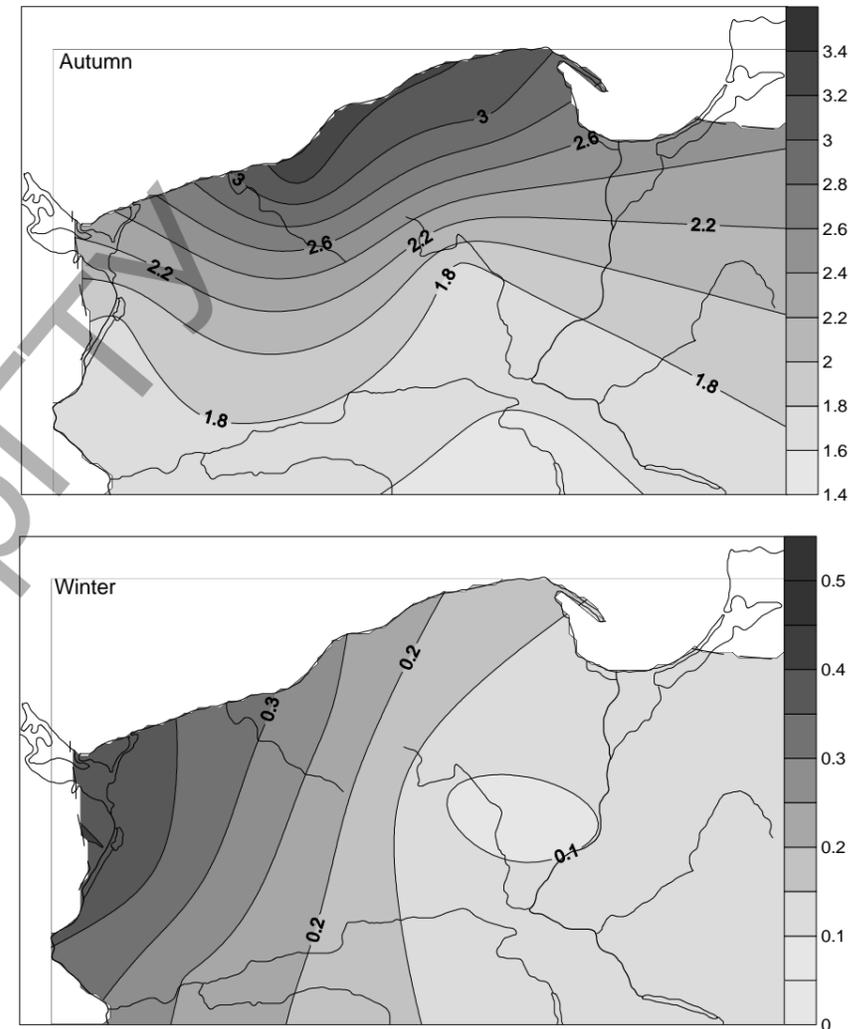
W pracy analizowano także liczbę dni z burzą w przebiegu wieloletnim. Otrzymano, że w latach 1971-2015 częstość występowania burz była bardzo zmienna (tab. 1). We wszystkich stacjach maksymalna ich częstość osiągała 30-35 burz w roku, ale też bywały lata, w których burze pojawiały się sporadycznie 6-10 burz w roku. Bardzo duże wahania występowały w miesiącach letnich. W zależności od roku – ich liczba wahała się od 0 do 15 burz w miesiącu.

Należy podkreślić, że poza Łęborkiem – w pozostałych stacjach burze pojawiały się w każdym miesiącu. Jednak maksimum częstości, za wyjątkiem Szczecina wystąpiło w lipcu – średnio 4-5 burz. W większości stacji w czerwcu burze pojawiały się częściej, niż w sierpniu. Wyróżnia się Koszalin, w którym burze częściej występowały, nie tylko w sierpniu, ale również w miesiącach jesiennych (tab. 1).

Tabela 1 – Maksymalna (max), minimalna (min) i średnia (śr) liczba dni z burzą w latach 1971-2015 (dla Łęborka w latach 1971-1993)

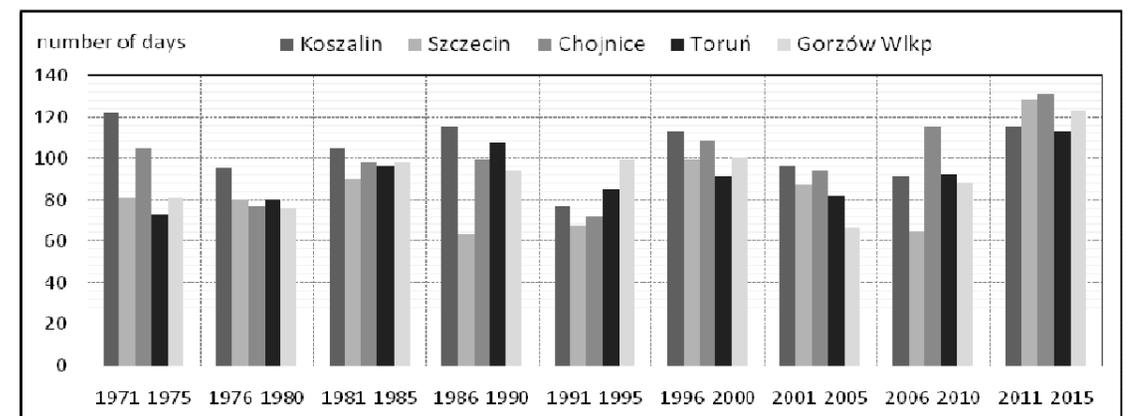
Stacja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Szczecin	max	2	2	2	4	7	10	10	8	4	2	1	1	32
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	śr	0,1	0,1	0,3	0,8	3,3	3,6	3,5	3,2	1,3	0,3	0,2	0,1	17
Gorzów Wlkp.	max	1	2	3	5	7	11	15	7	4	2	2	1	35
	min	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	9
	śr	0,1	0,1	0,3	0,9	3,5	3,9	4,2	3,5	1,4	0,2	0,1	0,0	18
Koszalin	max	2	1	2	7	7	12	13	11	5	4	2	1	33
	min	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	12
	śr	0,1	0,1	0,2	1,2	3,3	3,8	4,5	4,1	2,1	0,9	0,3	0,1	21
Chojnice	max	2	1	2	6	12	11	13	11	5	2	1	0	33
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	śr	0,1	0,0	0,1	1,0	3,9	4,1	5,2	3,8	1,3	0,3	0,1	0,0	20
Toruń	max	1	1	1	6	7	10	11	10	6	2	1	1	30
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	śr	0,0	0,0	0,1	0,9	3,8	3,7	4,3	3,6	1,3	0,3	0,1	0,0	18
Łębork	max	0	1	1	6	7	11	12	6	7	2	3	1	31
	min	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6
	śr	0,0	0,0	0,1	0,7	3,0	3,4	4,3	3,2	2,0	0,7	0,3	0,0	18





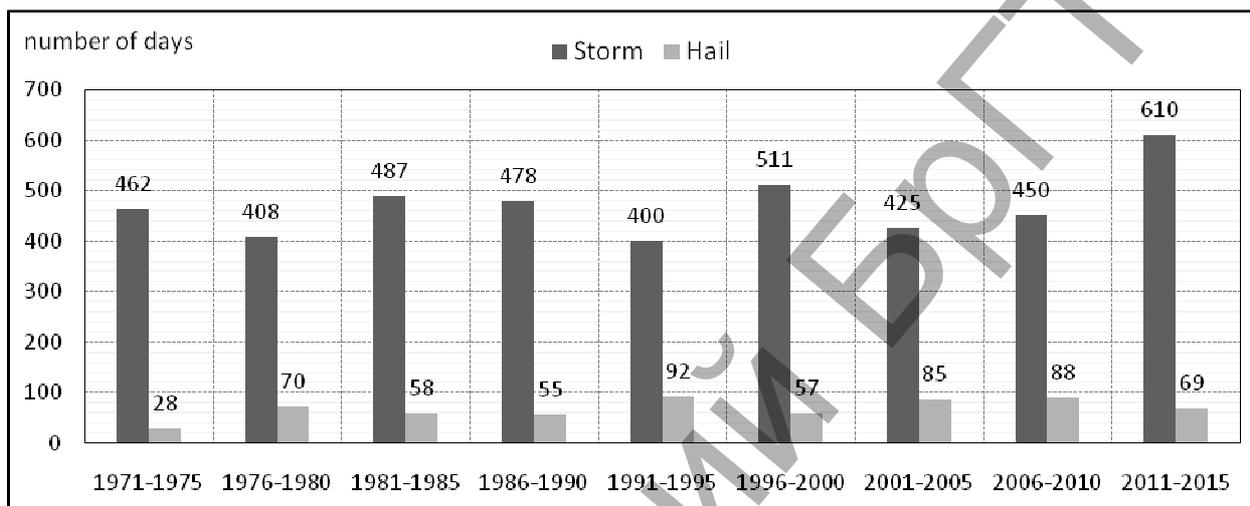
Rys. 2 – Liczba dni z burzą w porach roku w północno-zachodniej Polsce (1971-2015)

W pracy uwzględniono 45- letni okres, w związku z tym policzono sumę burz dla okresów 5- letnich dla 5 stacji (Koszalin, Szczecin, Chojnice, Toruń, Gorzów Wlkp.) o pełnych ciągach pomiarowych (rys. 3, 4).



Rys. 3 – Suma dni z burzą (w okresach 5-letnich) w wybranych stacjach północno-zachodniej Polsce (1971-2015)

Wyróżniło się ostatnie 5- lecie 2011-2015, w którym łącznie wystąpiło 610 burz – od 113 w Toruniu do 131 w Chojnicach. Najmniej burzowe okazało się 5- lecie 1991-1995 – 400 burz (częstość wahała się do 67 burz w Szczecinie do 99 w Gorzowie Wlkp.). Z danych wynika także, że pomimo iż okres 1991-1995 charakteryzował się najmniejszą częstością burz, to odnotowano w nim największą liczbę dni z opadem gradu – 92. Natomiast w latach o największej częstości burz 2011-2015 wystąpiło tylko 69 przypadków opadu gradu (rys. 3, 4). W przebiegu wieloletnim na tle innych stacji wyróżnił się Koszalin. W 9 wyróżnionych 5-leciach – w 6 (od 1971 do 1990 i od 1996 do 2005) burze występowały tu najczęściej, natomiast w dwóch ostatnich – burze najczęściej pojawiały się w Chojnicach (rys.3).



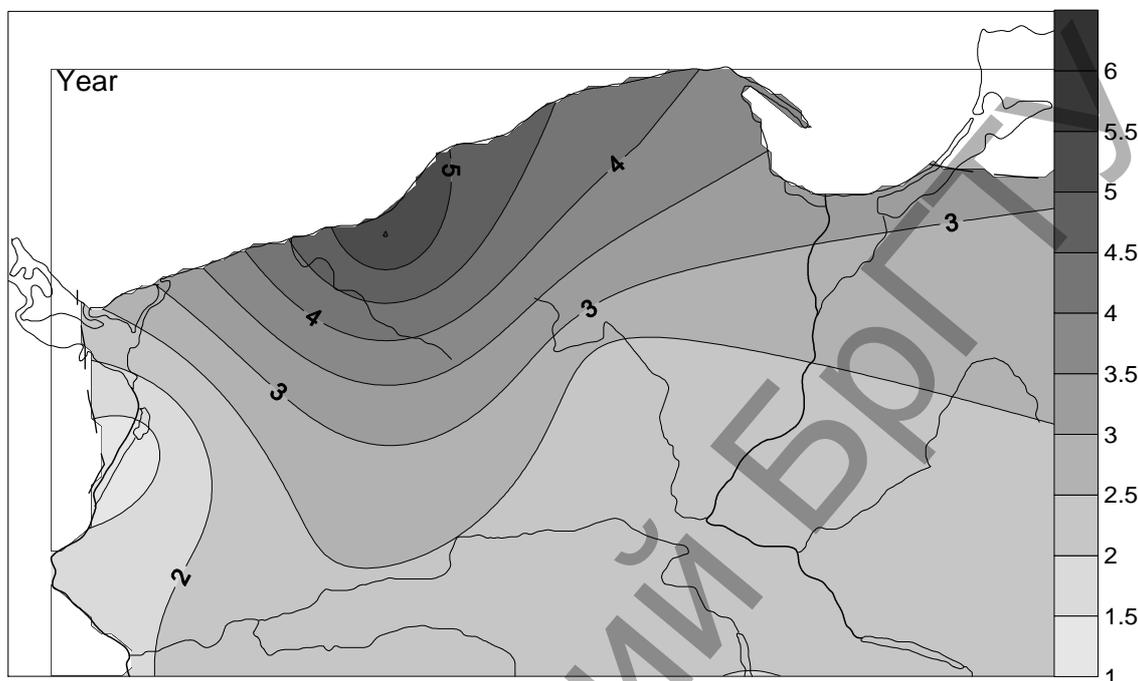
Rys. 4 – Łączna suma dni z burzą i opadem gradu z 5 stacji w okresach 5-letnich w północno-zachodniej Polsce (1971-2015)

Ocenę zmienności częstości burz w ujęciu czasowym oparto o analizę regresji liniowej, która określa wzrost lub spadek częstości burz na jednostkę czasu. Analiza współczynników trendu liniowego wykazała, że w wieloleciu 1971-2015 w większości stacji (poza Koszalinem – wystąpił trend ujemny -0,0365 liczby dni/rok) wystąpiła tendencja wzrostu średniej rocznej częstości burz. Największe tendencje wzrostu wystąpiły w Chojnicach – o 6,9 burz w ciągu 45 lat (0,1544 liczby dni/rok) i w Szczecinie – o 5,4 burz (0,1196 liczby dni/rok).

Burzom często towarzyszą niebezpieczne zjawiska pogodowe, do których należą opady gradu. Grad – to kuliste kawałki lodu, a czasami grupek lodu o średnicy przekraczającej 5 mm. Przyczyną tworzenia gradu są bardzo intensywne prądy pionowe, zarówno wstępujące, jak i zstępujące. Aby utworzyła się gradzina np. o średnicy 3 cm prędkość pionowa w chmurze musi przekroczyć 30 m/s. Im silniejsza burza, tym bardziej prawdopodobne jest wystąpienie opadu gradu. Grad można napotkać nawet do wysokości 13-14 km w czystym powietrzu i może on być przenoszony z wiatrem, nawet do 30 km od rdzenia chmury burzowej.

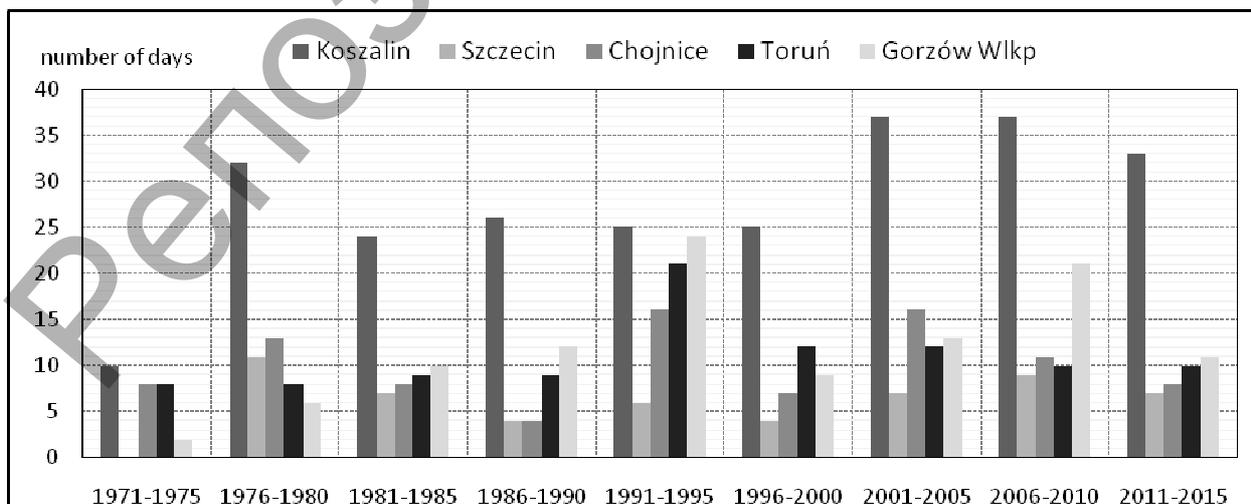
W Polsce liczba dni z opadem gradu wzrasta z północnego zachodu na południowy wschód. Podobnie jak w przypadku liczby dni z burzą, którym towarzyszą opady gradu. Jest to związane z różnymi warunkami cyrkulacyjnymi i środowiskowymi, które sprzyjają rozwojowi silnej konwekcji w poszczególnych regionach Polski. Na stacjach położonych na północy i w zachodniej części kraju zaznacza się częste występowanie opadów gradu już wiosną. Natomiast, na stacjach w południowej części Polski przebieg jest bardziej wyrównany, a maksimum występowania gradu przesunięte jest na miesiące letnie [1].

Badając częstość występowania gradu na obszarze północno zachodniej Polski (rys. 5) stwierdzono, że średnia roczna liczba dni z gradem jest najmniejsza w Szczecinie (1 opad), a największa w Koszalinie (5 opadów). Z rozkładu przestrzennego średniej rocznej liczby dni z opadem gradu wynika, że najkorzystniejsze warunki występują w pasie pobrzeży, a szczególnie na Pobrzeżu Koszalińskim.



Rys. 5 – Średnia roczna liczba dni z opadem gradu w północno-zachodniej Polsce (1971-2015)

Biorąc pod uwagę zmienność liczby dni z opadem gradu w latach 1971-2015 otrzymano, że w Koszalinie w 2007 r., aż 16 razy padał grad. Poza Koszalinem, opady gradu często pojawiały się także w Gorzowie (9 dni) – w 2005 i 2009 roku, oraz w Łęborku – także 9 opadów w 1985 roku. Najdłuższe okresy braku opadów gradu występują w Szczecinie oraz Gorzowie Wielkopolskim. W pracy uwzględniono również częstość opadów gradu dla okresów 5-letnich (rys. 6).



Rys. 6 – Suma dni z opadem gradu (w okresach 5-letnich) w wybranych stacjach w północno-zachodniej Polsce (1971-2015)

Wyróżniło się 5- lecie 1991-1995, w którym grad padał najczęściej – 92 opady (rys. 4). Często opady gradu (80-85) występowały także w dwóch kolejnych 5- leciach 2001-2010. Najmniej opadów gradu – 28 odnotowano w latach 1971-1975. W przebiegu wieloletnim podobnie, jak w przypadku częstości burz wyróżnia się Koszalin, w którym opady gradu występowały najczęściej – w 4 okresach 5- letnich (1976-1980 i od 2001 do 2015) łączna suma przekraczała 30 opadów gradu. Najrzadziej opady pojawiały się w Szczecinie – 55 razy w całym badanym okresie (od 4 do 11 opadów).

Ocenę zmienności częstości opadów gradu w ujęciu czasowym oparto o analizę regresji liniowej. Analiza współczynników trendu liniowego wykazała, że w wieloleciu 1971-2015 w większości stacji (poza Toruniem– wystąpił trend ujemny -0,0007 liczby dni/rok) wystąpiła tendencja wzrostu średniej rocznej częstości opadów gradu. Największe tendencje wzrostu wystąpiły w Koszalinie – o 4,1 opadów gradu w ciągu 45 lat (0,0903 liczby dni/rok) i w Gorzowie Wlkp. – o 2,8 (0,0632 liczby dni/rok).

Wnioski

Każde pojawienie się burzy i towarzyszące jej opady gradu są potencjalnie niebezpiecznym zdarzeniem meteorologicznym zagrażającym środowisku i działalności człowieka. Analiza tych zjawisk w północno-zachodniej Polsce wskazuje na duże zróżnicowanie regionalne, zarówno w przebiegu rocznym, jak i wieloletnim. We wszystkich stacjach maksymalna ich częstość osiągała 30-35 burz w roku, ale też bywały lata, w których burze pojawiały się sporadycznie 6-10. Bardzo duże wahania występowały w miesiącach letnich. W zależności od roku – ich liczba wahała się od 0 do 15 burz w miesiącu. Podobnie w przypadku opadów gradu – występowały dłuższe okresy bez tego opady i lata, np. 2007 r., kiedy w Koszalinie aż 16 razy padał grad.

W przebiegu rocznym 87% burz wystąpiło wiosną i latem. Północno-zachodnia Polska wyróżnia się jednak na tle całego obszaru Polski – w wyniku oddziaływania Morza Bałtyckiego i Oceanu Atlantyckiego wydłuża się okres występowania burz na miesiące jesienne, a nawet zimowe.

Analiza współczynników trendu liniowego wykazała, że w wieloleciu 1971-2015 w większości stacji (poza Koszalinem) wystąpiła tendencja wzrostu średniej rocznej częstości burz, podobnie w przypadku opadów gradu – poza Toruniem także wystąpiła tendencja wzrostu średniej rocznej częstości (poza Toruniem).

Literatura

1. Atlas Klimatu Polski (red. H. Lorenc). 2005. – IMGW. – Warszawa.
2. Bielec-Bąkowska Z. Burze i grady w Polsce. 2013. – Prace Geograficzne. – Z. 132. – Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJKraków. – S. 99-132.
3. Grabowska, K. Tendencje zmian i prognozy aktywności burzowej w Polsce. 2005. – W: Bogdanowicz E., Kossowska-Cezak U., Szkutnicki J. (red.). – Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne. – IMGW. – Warszawa. – S. 385–391.
4. Kolendowicz, L. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej oraz temperatury i wilgotności powietrza na występowanie dni z burzą na obszarze Polski. 2005. – Wydawnictwo Naukowe UAM. – Poznań.
5. Roble, R. TZUR. Israel. The Global Atmospheric - Electrical Circuit. 1986. – W: The Earth's Electrical Environment. National Academy Press. – Washington D.C. – S. 206-231.
6. Stopa M. Podział Polski na regiony Burzowe. 1965. – Przegląd Geograficzny 37. – S. 659-665.
7. Twardosz, R., Niedźwiedź, T., Łupikasza E. Burze w Krakowie i ich uwarunkowania cyrkulacyjne. 2010. – W: T. Ciupa, R. Suligowski (red.). – Woda w badaniach geograficznych. – Instytut Geografii Uniwersytet Jana Kochanowskiego. – Kielce. – S. 303-313.
8. Wiszniewski, W. O burzach w Polsce. 1949. – Gazeta Obserwatora PIHM. – 6. – S. 9-12.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА РЕКИ ЯСЕЛЬДА

Абрамова И.В.

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь

The article presents data on the structural diversity of forest ecosystems in the river basin Yaselda. 8 forest formations 17 forest types are represented in the region. The share of coniferous forests is about 60%.

Введение

Одной из важнейших проблем в настоящее время является сокращение биологического разнообразия. Значительное воздействие на состояние растительного покрова оказывает деятельность человека (включая уничтожение растительности, создание лесных культур и антропофитизацию). В связи с тем, что исключить влияние хозяйственной деятельности на экосистемы невозможно, актуальным является проведение исследований современного состояния растительности с целью оптимизации отношений человека и природы. Полесские леса имеют большое значение для сохранения биоразнообразия, сохранения почвенного покрова от водной и ветровой эрозии, регулирования водного режима и климата территории. Леса – это источник древесины для удовлетворения нужд хозяйства и населения. Кроме того, леса имеют значительные ресурсы лекарственных, медоносных, технических и продовольственных ресурсов. Исключительно высока роль лесов для отдыха и оздоровления населения.

Основная часть

Современный растительный покров на территории Полесья сформировался после того, как отступил последний ледник. В недавнем прошлом долина реки Ясельда была краем обширных болот и лугов. Согласно схеме флористического районирования Беларуси (автор Н.В. Козловская) регион находится в пределах Неманского (Западного) и Полесского (Южного) районов [1].

В геоботаническом отношении данная территория принадлежит Полесской подпровинции Восточноевропейской провинции Европейской широколиственно-лесной области [2]; подзона широколиственно-сосновых лесов. В соответствии с геоботаническим районированием Беларуси бассейн Ясельды относится к подзонам грабово-елово-темнохвойных лесов (северная часть бассейна лежит в пределах Западно-Предполесского района Неманско-Предполесского округа) и широколиственно-сосновых лесов (Бугско-Полесский округ, большая часть лежит в пределах Пинско-Припятского района, западная часть захватывает Бугско-Припятский район).

Северная граница подзоны широколиственно-сосновых лесов практически совпадает с южной границей сплошного распространения ели. Территория Неманско-Предполесского округа – это южная переходная полоса от лесов южнотаежного типа к широколиственным. Для округа характерно преобладание хвойных лесов, ельники произрастают здесь небольшими участками у южной границы распространения ели. Леса в этой части бассейна Ясельды имеют

выраженный полесский облик, в котором сохраняются лишь некоторые черты темнохвойных лесов. Особую ценность лесов этой территории определяет наличие здесь богатых неморально-бореальных подтаежных сосняков и ельников, мелколиственных березовых лесов с их богатым бетулярным флористическим комплексом (производных от хвойных лесов и коренных дубрав, вырубленных в прошлом), а также пойменных смешанных лесов с преобладанием черной ольхи или ели, обогащенных неморальным флористическим элементом.

Для Бугско-Полесского округа характерно незначительное участие ели, повышенное количество дуба, граба при доминировании сосновых и широколиственно-сосновых лесов. Характерной особенностью является широкое распространение мелколиственных лесов на низинных болотах. В прошлом значительные территории округа были заняты разнотравно-мшисто-осоковыми лугами, располагавшимися, главным образом, в поймах рек [2]. Широколиственные леса на данной территории распространены фрагментарно на выходах основных пород, разбросанных по болотам в виде «минеральных островов». В настоящее время большая часть болот в данном регионе осушена.

Естественный растительный покров региона представлен лесной, луговой и болотной растительностью (таблица 1).

Таблица 1 – Площадь основных типов природных экосистем в бассейне р. Ясельда, га(по [3])

Район	Общая площадь района	Луговые	Лесные	Земель, покрытых древесно-кустарниковой растительностью	Под болотами	Под водными объектами
Пружанский	282 591	44 904	126 892	4 798	7 521	3 681
Березовский	141 277	22 649	37 585	2 496	12 558	10 120
Ивановский	155 141	33 484	43 882	2 892	7 009	4 270
Пинский	325 589	68 725	105 984	5 506	43 708	11 361

Леса в регионе распространены неравномерно. Более высокой лесистостью характеризуется наиболее заболоченное левобережье Ясельды. На правобережье, занятом относительно высокой платообразной равниной Загородье, леса образуют небольшие массивы среди сельскохозяйственных земель. В 1970 г. лесистость Полесья составляла 42%, лесистость бассейна Ясельды – 36,2% [4] В настоящее время леса покрывают 26,3-43,8% территории в административных районах бассейна р. Ясельда (наибольшая лесистость в Пружанском районе, остальные три района имеют показатель менее 31%), средняя лесистость составляет 32,1% (таблица 2). Это несколько ниже, чем в среднем в стране (на 01.01.2015 г. 39,6%). В последние десятилетия проводится политика увеличения лесистости региона.

Полесские леса имеют большое значение для сохранения биоразнообразия, сохранения почвенного покрова от водной и ветровой эрозии, регулирования водного режима и климата территории. Леса способствуют переводу склонового и руслового стоков в почвенный, препятствуют возникновению катастрофических

наводнений, увеличивают запасы почвенной влаги, повышают влажность воздуха. Леса – это источник древесины для удовлетворения нужд хозяйства и населения. Кроме того, леса имеют значительные ресурсы лекарственных, медоносных, технических и продовольственных ресурсов. Исключительно высока роль лесов для отдыха и оздоровления населения. Водорегулирующая функция лесов зависит от возраста древостоев. По данным исследований, максимальное водопотребление характерно для хвойных насаждений возраста 40-60 лет. В настоящее время в бассейне р. Ясельда преобладают средневозрастные древостои (43,8-55,2%), это оказывает влияние на величину годового стока рек бассейна.

Разные типы леса неодинаково влияют на поверхностный сток и испарение. Сосновые леса на автоморфных мощных песках (мшистые, вересковые, брусничные и др.) наиболее интенсивно поглощают поверхностный сток и препятствуют эрозии почв. На богатых почвах нормального увлажнения произрастают сосняки черничные. Долгомощные, приручено-травяные, крапивные и папоротниковые сосняки указывают на процессы заболачивания. Кисличные, орляковые и снытевые дубравы характеризуются оптимальным дренированием почв, черничные и луговиковые – застаиванием поверхностных вод и образованием верховодки на водоупорных горизонтах. Производные мелколиственные леса на суходолах сохраняют функции соответствующих коренных лесов.

Таблица 2 – Лесистость в бассейне р. Ясельда (в разрезе административных районов). % (по [5,6])

Район	Общая площадь района, тыс. га	Год			
		1987	1997	2007	2015
Пружанский	282,6	39,2	39,5	42,5	43,8
Березовский	141,3	22,1	21,9	26,2	26,3
Ивановский	155,1	26,2	26,2	26,6	27,6
Пинский	325,6	30,1	30,7	29,9	30,5
В среднем по региону		29,4	29,6	31,3	32,1
В среднем в Брестской области		32,9	33,8	34,9	36,4
В среднем в Беларуси		33,9	35,5	38,6	39,6

В Беларуси преобладающей лесной формацией являются сосновые леса, занимающие 50,5% лесопокрытой площади [7]. Сосна обыкновенная отличается от других хвойных и лиственных пород своей исключительной способностью формировать древостой в широкой амплитуде эдафических условий — от крайне сухих песчаных почв до верховых болот. Исторически сложилось так, что под сельскохозяйственные культуры более интенсивно осваивались плодородные земли возвышенностей Белорусской гряды, а под лесом оставались наиболее бедные песчаные и супесчаные почвы, на которых в отсутствие конкурентов доминировала сосна. Поэтому районы с широким распространением песчаных почв характеризуются повышенной лесистостью, а основным лесообразователем на таких почвах является сосна обыкновенная. Доля сосновых лесов изменяется от 57,8% в подзоне грабово-дубово-темно-хвойных и до 56,1% в подзоне широколиственно-сосновых лесов. В Полесье преобладают сосняки мшистые (42,3%), черничные (23,2), вересковые (11,0), зеленомощные (7,9) и долгомощные (5,3%). Остальные типы леса встречаются на незначительных площадях (0,1-2,6%). Сосновые леса по суходолу в Полесье занимают 93,5% общей площади сосновых лесов (в Бугско-Полесском округе доля несколько ниже – 91,3%), а по болоту – 6,5%.

В регионе представлены леса 8 формаций 17 типов. В структуре лесов бассейна р. Ясельда преобладают хвойные леса (около 60%). Мелколиственные леса распространены преимущественно на заболоченных землях (пушистоберезовые и черноольховые) занимают около 35%. Широколиственные породы (дуб, граб) встречаются реже, в основном произрастают в смешанных древостоях. В долине верхнем и среднем течении Ясельды преобладают черноольховые леса (таволговые, касатиковые, осоковые, осоково-травяные, кисличные), которые приурочены к окраинам низинных травяных болот. Высокоствольные черноольховые леса являются важными центрами сохранения биоразнообразия. По левобережью среднего течения они вместе с пушистоберезовыми лесами простираются на многие километры до Выгоновского озера, которое располагается на водоразделе.

Сосновые леса произрастают на возвышенных участках в левобережной части долины, также они характерны для равнины Загородье. В целом сосновые леса занимают более 55% лесопокрытой площади. Преобладают вересково-мшистые боры, большие площади занимают сосняки черничные. Болотные сосновые леса (сфагновые, осоково-сфагновые, багульниковые и др.) распространены на сравнительно небольших площадях.

Широколиственные леса произрастают преимущественно на равнине Загородье. Большие площади занимают дубравы черничные, кисличные, орляковые и луговиковые, встречаются также грабовые леса. Они растут на возвышенных участках. В прошлом вокруг озер, на надпойменных террасах росли пойменно-приозерные дубравы. Эти леса были уничтожены в процессе освоения территории, осушительной мелиорации и пожаров. В дубравах хорошо развит подлесок и напочвенный покров. В кустарниковом ярусе растут лещина обыкновенная, крушина, рябина, калина, малина и др. Большим разнообразием отличается травянистый покров.

Березняки являются производными от сосновых и дубовых лесов, составляют 10% лесопокрытой площади. Березовые леса растут на хорошо освещенных участках, поэтому преобладают в начале зарастания вырубок и гарей. Лесообразующей породой чаще всего является береза бородавчатая. На избыточно увлажненных почвах растет береза пушистая. Еловые леса здесь редки, произрастают преимущественно в верховьях Ясельды.

Размещение лесов в долине Ясельды (открытые травяные болота в центре, окруженные черноольховыми и пушистоберезовыми лесами, сосновые леса, произрастающие на возвышениях) способствует выполнению ими водоохранной роли. Чрезвычайно высокие водо- и почвозащитными свойствами обладают сообщества сосняков на склонах террас и коренного берега, предохраняющих обширную пойму Ясельды от заиления и загрязнения поверхностными стоками с обжитой и интенсивно эксплуатируемой окружающей территории.

На территории Ивановского района лесное хозяйство ведут Пружанский, Ивацевичский, Дрогичинский, Телеханский и Пинский лесхозы. Сведения о запасах древесины приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о запасах древесины

Район	Запас древесины, тыс. м ³								Общий средний прирост насажде- ний тыс.м ³
	общий	из них спелых и перестойных	Из общего запаса						
			хвойные породы	из них спелых и перестойных	твёрдо- лиственные породы	из них спелых и перестойных	мягколист- венные породы	из них спелых и перестойных	
Березовский	5569,8	169,4	3805,1	40,9	164,7	10,4	1600	118,1	121,4
Ивановский	6348,3	391,4	4551	200,4	497	64,4	1300,3	126,6	137,8
Пинский	15778,4	940,5	10282	321,7	674,8	38,9	4821,6	579,9	334,5
Пружанский	23000,6	4911,9	17550,6	2987	429,4	131,2	5020,6	1793,7	391,5
в т.ч. возможные для эксплуатации									
Березовский	4242,9	147,9	2914,2	33,8	126,1	6,9	1202,6	107,2	92,6
Ивановский	5758,2	278	4236,2	167	368,4	9,2	1153,6	101,8	126,4
Пинский	13929,1	812,4	9050,4	305	592,8	30,3	4285,9	477,1	295,7
Пружанский	7345,8	519,1	5401,1	178,9	46	4	1898,7	336,2	139,7

Регион имеет большое значение для сохранения редких видов флоры (таблица 4).

Таблица 4 – Список видов растений, произрастающих в бассейне р. Ясельда, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь

Русское название	Латинское название	Статус охраны в РБ*
Отдел ПлаунообразныеLycopodiophyta		
Семейство ПлауновыеLycopodiaceae		
Ликоподиелла заливаемая	<i>Lycopodiellainundata</i>	IV (NT)
Семейство БаранцовыеHuperziaceae		
Баранец обыкновенный	<i>Huperziaselago</i>	IV (NT)
Отдел ПапоротникообразныеPolypodiophyta		
Семейство УжовниковыеOphioglossaceae		
Гроздовник многораздельный	<i>Botrychiummultifidum</i>	III (VU)
Отдел ПокрытосеменныеMagnoliophyta		
Семейство КувшинковыеNymphaeaceae		
Кувшинка белая	<i>Nymphaeaaalba</i>	III (VU)
Семейство ЛютиковыеRanunculaceae		
Ветреница лесная	<i>Anemonesylvestris</i>	IV (NT)
Прострел луговой	<i>Pulsatillapatensis</i>	IV (NT)
Семейство КрапивныеUrticaceae		
Крапива киевская	<i>Urticakioviensis</i>	II (EN)
Семейство КрестоцветныеBrassicaceae		
Зубянка клубненоносная	<i>Dentariabulbifera</i>	IV (NT)
Семейство БурачниковыеBoraginaceae		
Воробейник лекарственный	<i>Lithospermumofficinale</i>	III (VU)
Семейство ГоречавковыеGentianaceae		
Горечавка крестообразная	<i>Gentianacruciata</i>	III (VU)
Семейство ЛилейныеLiliaceae		
Лилия кудреватая	<i>Liliummartagon</i>	IV (NT)

Русское название	Латинское название	Статус охраны в РБ*
Семейство ЛуковыеAlliaceae		
Лук медвежий	<i>Alliummursinum</i>	III (VU)
Семейство КасатиковыеIridaceae		
Касатик сибирский	<i>Irissibirica</i>	IV (NT)
Семейство ОрхидныеOrchidaceae		
Венерин башмачок настоящий	<i>Cypripediumcalceolus</i>	III (VU)
Дремлик темно-красный	<i>Epipactisatrorubens</i>	III (VU)
Кокушник длиннорогий	<i>Gymnadeniaconopsea</i>	III (VU)
Любка зеленоцветковая	<i>Plathanthrachlorantha</i>	IV (NT)
Пыльцеголовник красный	<i>Cephalantherarubra</i>	III (VU)
Тайник яйцевидный	<i>Listeraovata</i>	IV (NT)
Семейство ОсоковыеCyperaceae		
Осока теневая	<i>Carexumbrosa</i>	IV (NT)
Пушица стройная	<i>Eriophorumgracile</i>	III (VU)

Примечание. *Категории Красной книги Республики Беларусь [8]: II (EN) – находящиеся под критической угрозой исчезновения; III (VU) – уязвимые; IV (NT) – близкие к первым трем категориям.

Заключение

Таким образом, на формирование лесной растительности бассейна р. Ясельда решающее влияние оказывает хозяйственная деятельность: в структуре лесного фонда и составе древесной растительности произошли существенные изменения, размер и последствия которых предстоит оценить в ходе дальнейших исследований.

Список литературы

1. Растительность европейской части СССР / под ред. С.А.Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.С. Лавренко. – Л. : Наука, 1980. – 429 с.
2. Козловская, Н.В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны / Козловская Н.В. – Минск: Наука и техника, 1978. – 128 с.
3. Юркевич, И.Д. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование / И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, В.С. Адериho. – Минск : Наука и техника, 1979. – 247 с.
4. Юркевич, И.Д. Леса Белорусского Полесья (геоботанические исследования) / И.Д. Юркевич, Н.Ф. Ловчий, В.С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1977. – 288 с.
5. «Государственный земельный кадастр Республики Беларусь» (по состоянию на 1 января 2014 г.)
6. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : статистический сборник. – Минск, 2015. – 254 с.
7. Ловчий, Н. Ф. Кадастр типов сосновых лесов Белорусского Полесья / Н.Ф. Ловчий; ред. В. И. Парфенов ; Национальная академия наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, ИЭБ им. В.Ф. Купревича. - Минск: Беларуская навука, 2012. – 221 с.
8. Красная книга Республики Беларусь. Растения : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ, Национальная академия наук Беларуси ; ред. коллегия И.М. Качановский (предс.). – 4–е изд. – Минск : Беларуская Энцыклапедыя імя П.Броўкі, 2015. – 448 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ТРАНСФОРМАЦИИ ОСУШЕННЫХ АГРОТОРФЯНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

Азаренок Т.Н., Шульгина С.В., Матыченкова О.В., Шибут Л.И., Калюк В.А., Матыченков Д.В.

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск, Республика Беларусь, soil@tut.by

The results of human-induced transformation of drained peat soil are presented. The new values of space-time transformation of the properties in peat horizon of agropeat soils and in peat-mineral horizon of degraded peat soil are given on the based on analysis and systemization of data large-scale soil and agrochemical researches for study the process of degradation.

Введение

В современных условиях экологической политики, направленной на сохранение и создание устойчивых агроэкосистем, важно осознавать последствия антропогенных воздействий на почвенный покров республики. Особенно это относится к осушенным агроторфяным почвам (торфяным осушенным, используемым в сельскохозяйственном производстве).

В настоящее время в республике разработаны многочисленные рекомендации по рациональному использованию осушенных агроторфяных почв, однако несоблюдение или игнорирование норм и правил рационального их использования, противоречащих рекомендациям науки, агрономической трактовкой почв как объекта сельскохозяйственного производства, пренебрежение принципами экологической безопасности при выборе возделываемых сельскохозяйственных культур и направлений их использования, слабой вовлеченности конкретных землепользователей в процесс защиты от деградации ставит под угрозу их существование и способствует образованию деградированных почв, отличающихся низким содержанием органического вещества (ОВ) и неустойчивым режимом функционирования.

Поэтому исследования по систематизации количественных показателей, характеризующих пространственно-временную изменчивость состава и свойств, для характеристики экологического состояния осушенных агроторфяных почв в целях сохранения их как генетического типа, представляются весьма актуальными.

Объектом исследований явились органогенные почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь разных стадий антропогенной эволюции: агроторфяная маломощная (содержание ОВ >50,0%), дегроторфяная торфяно-минеральная (содержание ОВ 50,0-20,1%), дегроторфяная минеральная остаточно-торфяная (содержание ОВ 20,0-5,1%), дегроторфяная минеральная постторфяная (содержание ОВ <5,0%) [1].

Исследования выполнены на основе сбора, систематизации и анализа информации из разных источников: Почвенной Информационной Системы Беларуси, разновременных данных крупномасштабного почвенного обследования и корректировки осушенных земель 2005-2015 гг., результатов агрохимических обследований, сельскохозяйственных земель 2007-2012 гг. с использованием профильно-генетического, сравнительно-аналитического методов, математической статистики.

Основная часть

Систематизация и анализ разновременных результатов почвенных обследований в Республике Беларусь (II тура крупномасштабного почвенного картографирования (1986-1998 гг.) [2] и осушенных и прилегающих к ним земель (2005-2015 гг.)) показал, что в составе сельскохозяйственных земель площади агроторфяных почв значительно сократились, а дегроторфяных увеличились. Так, если по результатам II тура крупномасштабного почвенного картографирования площадь осушенных агроторфяных почв в составе сельскохозяйственных земель составляла 863,4 тыс. га, то к настоящему времени их площади сократились на 187,3 тыс. га и составляют 676,1 тыс. га. Агроторфяные почвы с мощностью торфа до 1,0 м уменьшились на 102,4 тыс. га. Площади же дегроторфяных почв возросли на 125,7 тыс. – с 187,2 до 312,9 тыс. га (таблица 1), т.е. в 1,7 раза, дегроторфяных торфяно-минеральных почв увеличились на 85,5 тыс. га с 102,5 га до 188,0 га, а деградированных минеральных остаточноторфяных почв на 51,6 тыс. га с 66,3 га до 117,9 га, т.е. в 1,8 раза.

Таблица 1 – Динамика площадей агроторфяных и дегроторфяных почв в составе сельскохозяйственных земель Беларуси, тыс. га /%

Годы обследования	Агроторфяные		Дегроторфяные		
	Всего	в том числе	всего	в том числе	
		низинные		торфяно-минеральные	минеральные остаточноторфяные
по данным обследования 1986-1998 гг.	<u>863,4</u> 11,1	<u>686,1</u> 8,8	<u>187,2</u> 2,4	<u>102,5</u> 1,3	<u>66,3</u> 0,8
по данным обследования 2005-2015 гг.	<u>676,1</u> 7,8	<u>522,9</u> 6,1	<u>312,9</u> 3,6	<u>188,0</u> 2,2	<u>117,9</u> 1,4

Морфологическое строение профиля объективно отражает направленность почвообразовательного процесса и дает наглядное представление об их экологическом состоянии [1].

Так, если агроторфяный⁶ горизонт агроторфяной маломощной почвы (фото 1) характеризуется четкой обособленностью от остальной части торфяной залежи, темноокрашен, имеет непрочную комковатую структуру, то в результате антропогенной трансформации, образовавшийся агроторфяно-минеральный горизонт дегроторфяных почв представляет собой преимущественно смесь органического вещества и рыхлых песчаных отложений. В силу преобразования песчаных зерен водными потоками, возможностей для механического закрепления органических частиц на их поверхности нет, и в дегроторфяных почвах (фото 2-4) поверхностный агроторфяно-минеральный горизонт представляет собой механическую смесь обособленных органических и минеральных частиц, не связанных друг с другом и легко отделяющихся друг от друга [3]. Мощность этого горизонта колеблется от 40 до 25 см. Цвет агроторфяно-минерального горизонта изменяется от светло-серого до темно-серого и интенсивно темно-серого, и определяется содержанием органического вещества.

⁶ Номенклатура диагностических горизонтов и почв приведена согласно [1]

Изменение содержания ОВ, вследствие осушения, является одним из важнейших факторов, обуславливающих их эволюцию и является энергетическим регулятором всех почвенных процессов. Запасы энергии в органическом веществе почвы определяют ее экологическое состояние и устойчивость [4]. Трансформация осушенных агроторфяных почв идет по пути количественного и качественного уменьшения содержания ОВ [5, 6].

Так, если в агроторфяной маломощной почве содержание ОВ составляет 72,77%, в дегроторфяной торфяно-минеральной – 32,29%, в минеральной остаточно-торфяной – 14,34%, то в дегроторфяной минеральной постторфяной – падает до значения 4,68%. В результате эволюции агроторфяных маломощных почв в деградированные постторфяные содержание ОВ снижается в 15,5 раза. В этом же направлении происходит и снижение внутренней энергии ОВ.

Согласно проведенным расчетам [4], наибольшее количество внутренней энергией ОВ сосредоточено в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы – $7,22 \times 10^5$ ккал/м². С увеличением степени деградации исследуемых почв внутренняя энергия ОВ в метровой почвенной толще уменьшается и в агроторфяно-минеральном горизонте дегроторфяной торфяно-минеральной почвы средняя величина внутренней энергии составила $5,30 \times 10^5$ ккал/м² или 73,4% от исходной. В дегроторфяной минеральной остаточно-торфяной средняя величина внутренней энергии верхнего горизонта составила $3,03 \times 10^5$ ккал/м², что составляет уже 44,0% от исходной почвы, а в дегроторфяной минеральной постторфяной достигает $1,18 \times 10^5$ ккал/м² (таблица 2). То есть в результате антропогенной эволюции агроторфяной маломощной почвы в дегроторфяную минеральную постторфяную происходит снижение внутренней энергии органического вещества в 6,1 раза.

Таблица 2 – Показатели отдельных свойств агроторфяных почв различной стадии трансформации

Почва	Горизонт	Мощность горизонта, см	Плотность сложения г/см ³ ,	Содержание ОВ, %	Внутренняя энергия ОВ (U) $\times 10^5$ агроторфяного и агроторфяно-минерального горизонтов, ккал/м ²
Агроторфяная низинная маломощная	ТР	$\frac{35,51 \pm 3,96^*}{124^7}$	$\frac{0,29 \pm 0,05}{37}$	$\frac{72,77 \pm 2,49}{141}$	$\frac{7,22 \pm 1,08}{37}$
Дегроторфяная торфяно-минеральная	РТС	$\frac{37,80 \pm 6,70}{356}$	$\frac{0,79 \pm 0,07}{214}$	$\frac{32,29 \pm 5,47}{942}$	$\frac{5,30 \pm 0,48}{214}$
Дегроторфяная минеральная остаточно-торфяная	РТС	$\frac{34,30 \pm 5,30}{294}$	$\frac{1,12 \pm 0,15}{180}$	$\frac{14,34 \pm 4,26}{767}$	$\frac{3,03 \pm 0,59}{180}$
Дегроторфяная минеральная постторфяная	РТС	$\frac{32,50 \pm 4,44}{78}$	$\frac{1,41 \pm 0,09}{44}$	$\frac{4,68 \pm 0,24}{74}$	$\frac{1,18 \pm 0,10}{44}$

* – учитывается мощность только агроторфяного горизонта

⁷ количество определений

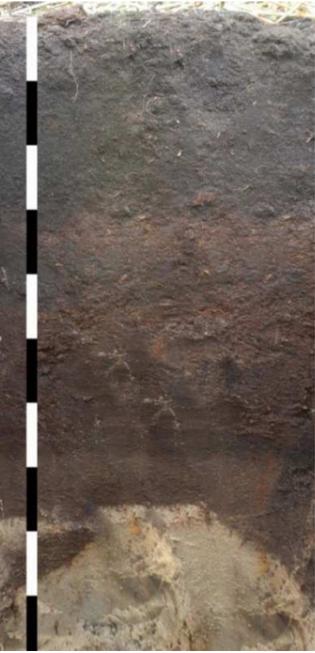
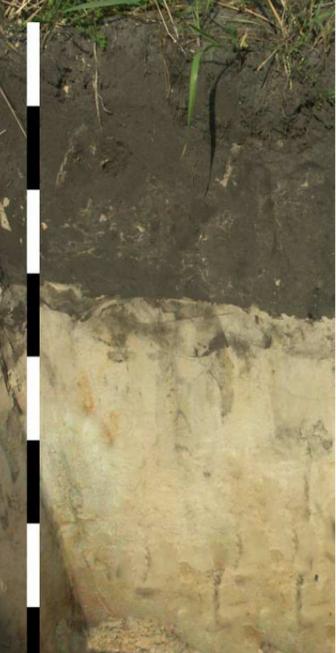
			
<p>Фото 1 Агроторфяная низинная типичная, развивающаяся на тростниково-осоковых торфах, подстилаемых с глубины 0,60 м песками, маломощная</p>	<p>Фото 2 Дегроторфяная торфяно-минеральная, подстилаемая с глубины 0,36 м песками</p>	<p>Фото 3 Дегроторфяная, минеральная остаточно-торфяная, подстилаемая с глубины 0,26 м песками</p>	<p>Фото 4 Дегроторфяная минеральная постторфяная, подстилаемая с глубины 0,23 м песками</p>

Фото 1-4 – Стадии эволюции осушенных агроторфяных почв на м/о «Копацевичи» в СПК «Новополесский» Солигорского района Минской области

Анализ полученных данных показал, что по мере сработки органогенного слоя запасы продуктивной влаги в полуметровой толще почвенного профиля уменьшаются: с 340,08% в агроторфяной маломощной до 252,00% в деградированной торфяно-минеральной, достигая минимальных значений в деградированных минеральных остаточно-торфяных и минеральных постторфяных почвах – 170,07% и 146,23% соответственно, т.е. в 2,3 раза [5].

Значения плотности сложения изменяются с 0,29 г/см³ в агроторфяном горизонте до 0,79-1,12 г/см³ в агроторфяно-минеральном горизонте торфяно-минеральной и минерально-остаточно-торфяной почв, достигая значений близких к зональным дерново-подзолистым почвам в минеральных постторфяных – 1,41 г/см³, т.е. возрастают в среднем в 4,9 раза.

В исследуемом эволюционном ряду почв происходят изменения и их химического состава в 20-см слое пахотного горизонта: содержание углерода снижается с 36,8 до 3,6% (в 10,0 раз), валового азота – с 3,60 до 0,16% (в 22,5 раза), фосфора – с 0,71 до 0,09% (в 7,9 раза), калия – с 0,17 до 0,05% (в 3,4 раза), кальция – с 1,49 до 0,01% (в 149 раз) и магния – с 0,65 до 0,02% (в 32,5 раза). Соотношения $C_{орг}/N_{общ}$ возрастают с 12,0 до 26,3% (связь с содержанием ОВ $R^2=0,80-0,99$) [7].

Вследствие изменений содержания органического вещества происходят изменения и других физико-химических характеристик, тесно с ним коррелирующих.

Если величина суммы поглощенных оснований в агроторфяной низинной маломощной составила 103,30 смоль(+)-кг⁻¹ (таблица 3), то в деградированной торфяно-минеральной 21,16 смоль(+)-кг⁻¹, достигая минимального значения в минеральной остаточно-торфяной почве – 14,54 смоль(+)-кг (снижение в 4,9 раза, $r=0,97$). Такая же тенденция характерна и для показателя емкости поглощения: изменение с 140,02 смоль(+)-кг⁻¹ в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 18,95 смоль(+)-кг⁻¹ в агроторфяно-минеральном горизонте минеральной остаточно-торфяной (снижение в 7,4 раза, $r=0,97$) (таблица 3).

Содержание ОВ является основным фактором, определяющим количественные значения содержания подвижных форм фосфора и калия, меди и цинка, обменных форм кальция, магния и марганца, серы [6, 8].

По данным корректировки осушенных земель (2005-2015 гг.) среднестатистические значения подвижного фосфора в результате трансформации агроторфяной маломощной в деградированную минеральную постторфяную изменяется от 296,47 до 131,56 мг/кг, а калия с 286,00 до 151,03 мг/кг соответственно и оценивается как «низкое» и «очень низкое» [8] (таблица 3).

С потерей ОВ и трансформацией почв с агроторфяной маломощной в деградированную постторфяную ее азотминерализующая способность ($N_{мин}$) изменяется с 301-400 мг/кг в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 240-300–151-240 мг/кг в агроторфяном горизонте торфяно-минеральной и минеральной остаточно-торфяной почв, достигая минимальных значений в деградированной минеральной постторфяной –120-150 мг/кг, т.е. снижается в 2 раза, нитрифицирующая способность ($N - NO_3$) изменяется с 280-350 мг/кг в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 180-300–121-200 мг/кг в агроторфяно-минеральном горизонте торфяно-минеральной и минеральной остаточно-торфяной почв, достигая также минимальных значений в агроторфяно-минеральном горизонте минеральной постторфяной почвы – 80-120 мг/кг, т.е. снижается в 3,5 раза [7].

Таблица 3 – Среднестатистические показатели физико-химических и агрохимических свойств пахотных горизонтов агроторфяных маломощных и дегорторфяных почв Республики Беларусь

Название почв	Кислотность, рН _{KCl}	Гидролитическая кислотность, Нг ⁺	Сумма поглощенных оснований, S	Емкость поглощения, T	Степень насыщенности основаниями, V	Содержание подвижных	
						P ₂ O ₅	K ₂ O
смоль(+)-кг ⁻¹				%		мг/кг	
Агроторфяная низинная маломощная	$\frac{5,60 \pm 0,54}{1200}$	$\frac{36,62 \pm 20,57}{182}$	$\frac{103,30 \pm 44,96}{202}$	$\frac{140,02 \pm 54,50}{202}$	$\frac{72,69 \pm 12,80}{202}$	$\frac{296,47 \pm 268,60}{1137}$	$\frac{286,00 \pm 223,96}{1136}$
Дегорторфяная торфяно-минеральная	$\frac{5,59 \pm 0,59}{1174}$	$\frac{8,10 \pm 6,70}{273}$	$\frac{21,16 \pm 10,77}{273}$	$\frac{30,01 \pm 15,34}{273}$	$\frac{70,91 \pm 19,78}{273}$	$\frac{222,39 \pm 191,25}{1213}$	$\frac{196,54 \pm 176,54}{1213}$
Дегорторфяная минеральная остаточноторфяная	$\frac{5,68 \pm 0,67}{974}$	$\frac{4,56 \pm 3,83}{438}$	$\frac{14,54 \pm 6,84}{419}$	$\frac{18,95 \pm 8,28}{419}$	$\frac{75,40 \pm 14,52}{419}$	$\frac{179,54 \pm 145,93}{935}$	$\frac{138,32 \pm 116,39}{935}$
Дегорторфяная минеральная постторфяная	$\frac{5,79 \pm 0,56}{59}$	$\frac{3,25 \pm 1,73}{49}$	$\frac{16,43 \pm 9,61}{49}$	$\frac{20,26 \pm 14,28}{49}$	$\frac{77,66 \pm 14,04}{49}$	$\frac{131,56 \pm 67,22}{52}$	$\frac{151,03 \pm 73,78}{52}$

По результатам систематизации данных агрохимического обследования сельскохозяйственных земель республики 2007-2012 гг. установлено, что в результате трансформации агроторфяных почв в дегорторфяные происходит снижение среднего содержания обменного кальция с 10771,34 до 2164,58 мг/кг (в 4,9 раза), магния с 1486,46 до 399,68 мг/кг (в 3,7 раза), бора – с 2,88 до 0,75 мг/кг (в 3,8 раза), меди – с 6,60 до 3,00 мг/кг (в 2,2 раза), цинка – с 10,85 до 4,56 мг/кг (в 2,4 раза), серы – с 22,17 до 7,16 мг/кг (в 3,1 раза), марганца – с 17,85 до 6,22 мг/кг (в 2,9 раза).

Таким образом, проведенные исследования подтверждают деградиционную направленность трансформации агроторфяных маломощных почв.

Заключение

Все вышеизложенное позволяет заключить, что антропогенная пространственно-временная трансформация агроторфяных почв в деградированные подтверждается объективными количественными данными крупномасштабного почвенного и агрохимического обследований сельскохозяйственных земель республики;

– органическое вещество играет определяющую роль в формировании свойств агроторфяных и дегроторфяных почв и их различий между собой, а среднестатистические показатели свойств являются незаменимым источником информации, отражающей их экологическое состояние на определенный момент времени;

– для сохранения осушенных агроторфяных почв, как важнейшего объекта экосистемы, необходима разработка на законодательном уровне понятий охраны почв, методики оценки экономического вреда, причиняемого этим почвам. Это позволит улучшить контроль и повысить материальную ответственность за использование почв без учета экологических последствий их трансформации в хозяйствах с высоким их удельным весом в составе сельскохозяйственных земель.

Список литературы

1. Смяян, Н.И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н.И. Смяян, Г.С. Цытрон // РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси – Минск, 2007. – 219 с.
2. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Г.И. Кузнецов [и др.] // под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смяяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.
3. Смяян, Н.И. Микроморфологическая интерпретация процессов в антропогенно-преобразованных торфяных почвах / Смяян Н.И. [и др.] // Почвенные исследования и применение удобрений: сб. науч. тр. / БелНИИПА; редкол.: И.М. Богдевич (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Ураджай, 1992. – Вып.22. – С. 3-8.
4. Цытрон, Г.С. К вопросу оценки эффективного плодородия органогенных почв Беларуси / Г.С. Цытрон [и др.] // Земля Беларуси. – № 2. – 2015. – С. 36-41.
5. Смяян, Н.И. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Беларусь под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н.И. Смяян [и др.] // Весці Акадэміі Аграрных Навук Рэспублікі Беларусь. – 2000. – №3. – С. 54-57.
6. Белковский, В.И. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В.И. Белковский [и др.]. – Минск: Бел. изд. Тов-во «Хата», 2002. – 280 с.
7. Семененко, Н.Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н.Н. Семененко. – Минск: Белорусская наука, 2015. – 282 с.
8. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания / под ред. акад. И.М. Богдевича. – Минск, 2012. – 46 с.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Богдасаров М.А.¹, Волчек А.А.², Волчек Ан.А.², Грядунова О.И.¹

¹Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Республика Беларусь, bogdasarov73@mail.ru, gryadunova@mail.ru

²Брестский государственный технический университет, г. Брест, Республика Беларусь, Volchak@tut.by, Volchekan@rambler.ru

Petroleum products in the form of oil, fuel oil, kerosene, oils and impurities are among the most dangerous environmental pollutants, and negatively affect surface waters of Brest region. This article presents the results of a comprehensive study of oil pollution of surface waters of Brest region according to the National system of environmental monitoring for the period from 1994 to 2014. A detailed description of the current state of waterways and water bodies for oil pollution is given. The dynamics of oil pollution and the trends of their development are presented in detail. With the use of statistical models predictive estimates of water pollution with oil products are introduced.

Введение

Антропогенным воздействиям на водные ресурсы гидрология и смежные с ней науки уделяют пристальное внимание. Вначале исследовались преимущественно изменения водного режима территории под влиянием различных видов хозяйственной деятельности. Затем, с началом научно-технической революции и связанного с ней роста загрязнения природных вод, стало актуальным изучение трансформации качества водных ресурсов. Это вызвано в первую очередь влиянием загрязнения вод на окружающую среду, здоровье населения и т.д.

Под воздействием природных и антропогенных факторов произошли изменения гидрохимического режима рек Брестской области и зачастую не в лучшую сторону. Этот процесс, по мере роста промышленного производства, городов и интенсификации сельского хозяйства, будет нарастать. Картина усугубляется тем, что почти все реки области являются трансграничными и ухудшение качества поверхностных вод может не только негативно отразиться на состоянии окружающей среды, эффективности производства, создать проблему сохранения биоразнообразия, но и может стать причиной конфликтных ситуаций между государствами, расположенными в одном бассейне. Поэтому необходима современная оценка качества поверхностных вод и прогноз изменения гидрохимического режима рек. Подробная современная гидрохимическая картина поверхностных вод Беларуси представлена в монографии [1].

Наиболее широко распространенными загрязнителями сточных вод являются нефтепродукты – не идентифицированная группа углеводородов нефти, мазута, керосина, масел и их примесей, которые вследствие их высокой токсичности, принадлежат, по данным ЮНЕСКО, к числу десяти наиболее опасных загрязнителей окружающей среды. Нефть и продукты ее переработки представляют собой чрезвычайно сложную, непостоянную и разнообразную смесь веществ (низко- и высокомолекулярные предельные, непредельные алифатические, нафтеновые, ароматические углеводороды, кислородные, азоти-

стые, сернистые соединения, а также ненасыщенные гетероциклические соединения типа смол, асфальтенов, ангидридов, асфальтеновых кислот). Понятие «нефтепродуктов» в гидрохимии условно ограничивается только углеводородной фракцией (алифатические, ароматические, алициклические углеводороды).

В больших количествах нефтепродукты поступают в поверхностные воды при перевозке нефти водным путем, со сточными водами предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми стоками.

Целью настоящей работы является оценка трансформации гидрохимического режима поверхностных вод по содержанию нефтепродуктов и их изменения в будущем.

Исходные данные и методы исследований. В исследовании использовались статистические данные Государственного водного кадастра Республики Беларусь за период с 1994 по 2014 гг. по содержанию нефтепродуктов в поверхностных водах по створам Брестской области, данные Национальной системы мониторинга окружающей среды раздел 2 «Мониторинг поверхностных вод» и раздел 11 «Локальный мониторинг».

Сеть пунктов наблюдений мониторинга поверхностных вод представлена на рисунке 1.

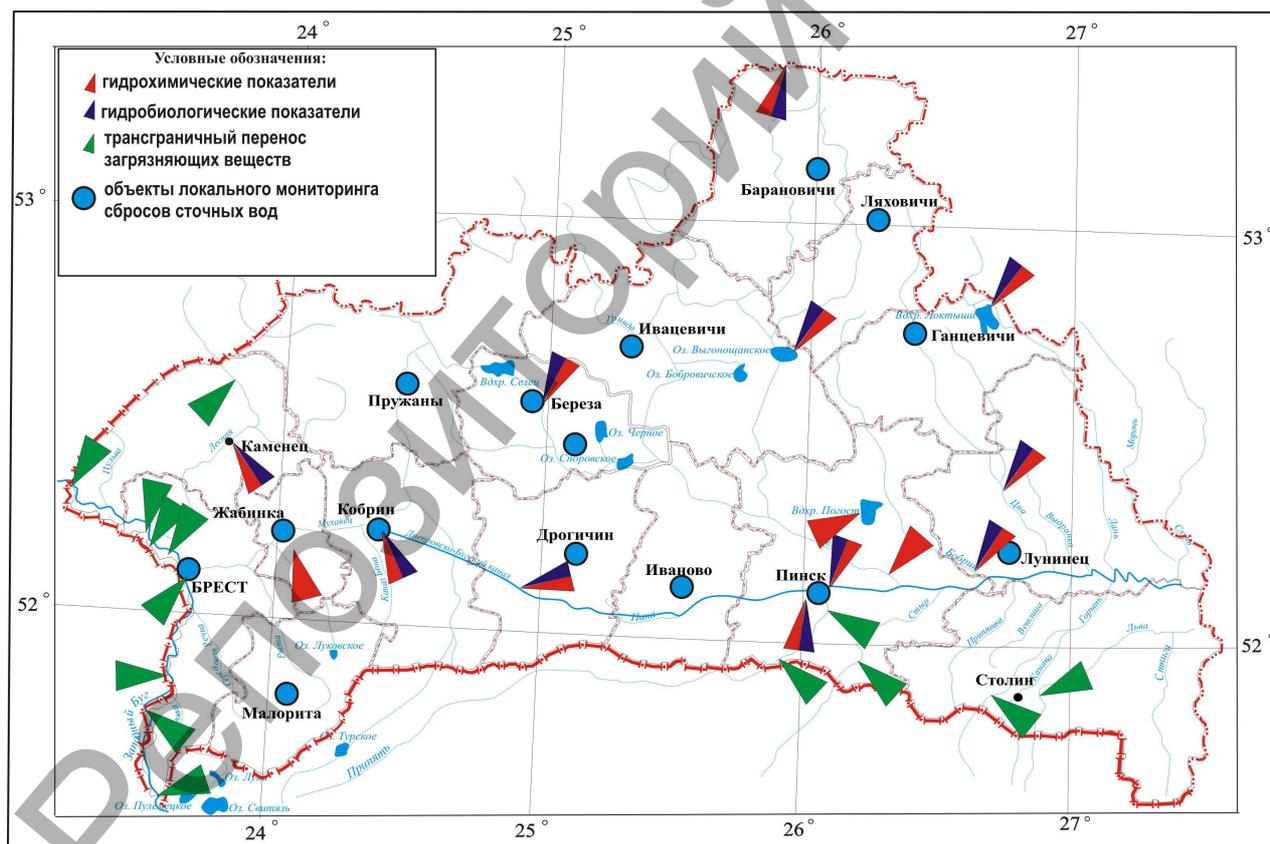


Рисунок 1 – Сеть пунктов наблюдений мониторинга поверхностных вод и пунктов наблюдений локального мониторинга сбросов сточных вод

Пространственная изменчивость загрязнения поверхностных вод Беларуси нефтепродуктами оценивалась с помощью картографирования, а временная изменчивость определялась стандартными статистическими методами.

Для оценки трансформации гидрохимического режима рек в основном использовались линейные тренды, значимость которых определялась коэффи-

циентами корреляции. В зависимости от хронологического хода использовались также и нелинейные тренды. Оценка изменения временных рядов оценивалась градиентом изменения (α), т.е. величиной численно равной коэффициенту регрессии (a) умноженному на 10 лет ($\alpha = a \cdot 10$ лет). Значимость коэффициента корреляции установлена на 5 %-ом уровне ($r_{кр} = 0,43$) [2].

Обсуждение результатов. Попадающие в природные воды из различных источников, нефтяные загрязнения имеют тенденцию к рассеиванию и миграции. При этом в поверхностных водах состав нефтепродуктов под влиянием испарения и интенсивного протекания химического и биологического разложения претерпевает за короткий срок быстрые изменения, а в подземных водах, наоборот, процессы разрушения нефтепродуктов заторможены.

В результате протекающих в водоеме процессов испарения, сорбции, биохимического и химического окисления концентрация нефтепродуктов существенно снижаться, при этом значительным изменениям может подвергаться их химический состав. Наиболее устойчивы ароматические углеводороды, наименее - *n*-алканы.

Нефтепродукты находятся в различных миграционных формах, растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности воды. Обычно, в момент поступления, масса нефтепродуктов сосредоточена в пленке. По мере удаления от источника загрязнения происходит перераспределение между основными формами миграции, направленное в сторону повышения доли растворенных, эмульгированных, сорбированных нефтепродуктов. Количественное соотношение этих форм определяется комплексом факторов, важнейшими из которых являются условия поступления нефтепродуктов в водный объект, расстояние от места сброса, скорость течения и перемешивания водных масс, характер и степень загрязненности природных вод, а также состав нефтепродуктов, их вязкость, растворимость, плотность, температура кипения компонентов. При санитарно-химическом контроле определяют, как правило, сумму растворенных, эмульгированных и сорбированных форм нефти.

Содержание нефтепродуктов в речных, озерных, подземных водах и атмосферных осадках колеблется в довольно широких пределах и обычно составляет сотые и десятые доли мг/дм³.

В незагрязненных нефтепродуктами водных объектах концентрация естественных углеводородов может колебаться в речных и озерных водах от 0,01 до 0,20 мг/дм³, иногда достигая 1,0–1,5 мг/дм³. Содержание естественных углеводородов определяется трофическим статусом водоема и в значительной мере зависит от биологической ситуации в водоеме.

Неблагоприятное воздействие нефтепродуктов сказывается различными способами на организм человека, животный мир, водную растительность, физическое, химическое и биологическое состояние водоема. Входящие в состав нефтепродуктов низкомолекулярные алифатические, нафтеновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое и в некоторой степени наркотическое воздействие на организм, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы. Наибольшую опасность представляют полициклические конденсированные углеводороды типа 3,4-бензапирена, обладающие канцерогенными свойствами. Нефтепродукты обволакивают оперение птиц, поверхность тела и органы других гидробионтов, вызывая заболевания и гибель. Отрицательное

влияние нефтепродуктов, особенно в концентрациях $0,001 - 10 \text{ мг/дм}^3$, и присутствие их в виде пленки сказывается и на развитии высшей водной растительности и микрофитов.

В присутствии нефтепродуктов вода приобретает специфический вкус и запах, изменяется ее цвет, кислотность (рН) среды, ухудшается газообмен с атмосферой и т.д. [3].

Пространственная картина максимальных концентраций нефтепродуктов в поверхностных водах Брестской области представлена на рисунке 2. Максимальные концентрации увеличиваются в направлении юго-востока области.

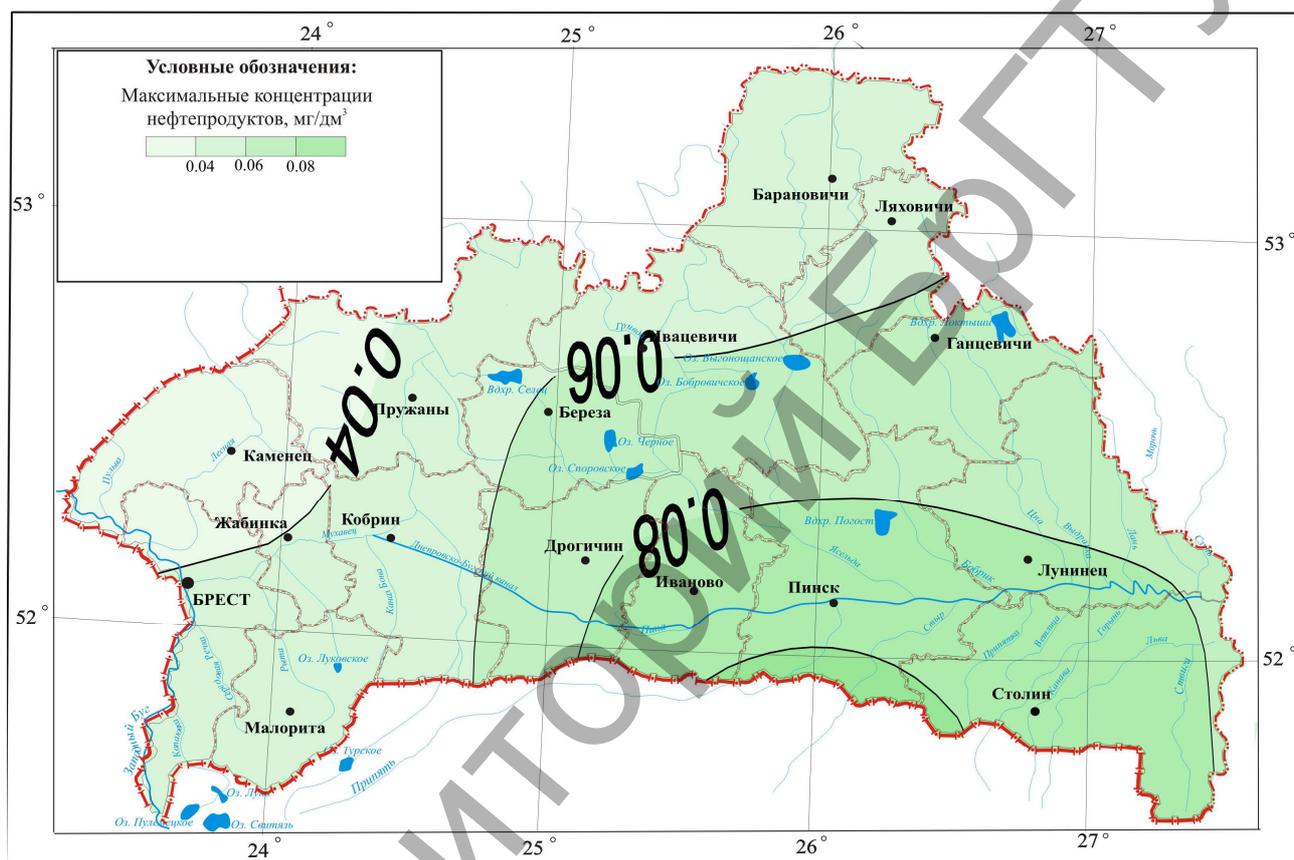


Рисунок 2 – Осредненные за 2000–2014 гг. максимальные концентраций нефтепродуктов в водотоках и водоемах Брестской области

Нагрузка на поверхностные воды обусловлена не только сбросом сточных вод, большое количество загрязняющих веществ поступает с талыми и ливневыми водами с городских территорий, сельскохозяйственных угодий и других источников загрязнения, не имеющих системы водоотведения и очистки.

Главными «поставщиками» нефтепродуктов в р. Ясельда ниже г. Береза являются ОАО «Опытный рыбхоз «Селец»» (до 0,7 тонн в 2010 г.), ГУПП «Березовское ЖКХ» (0,8 в 2010 г., 0,6 тонн в 2014 г.), КУМПП ЖКХ «Белоозерское ЖКХ» (0,1 тонны в 2010 г.). Содержание нефтепродуктов в 2001 г. (3,5 ПДК), 2012 г. (2,5 ПДК) значительно превышало ПДК.

В 2003 г. на р. Горынь ниже пгт Речица было зарегистрировано 9 ПДК нефтепродуктов, что может быть связано с деятельностью ПРУП «Горынский комбинат строительных материалов», КСУП «Пригорынский-2012», ОАО «Столинрайагросервис».

Повышенное содержание нефтепродуктов в р. Припять ниже Пинска может быть связано с деятельностью «Нефтеперекачивающая станция «Пинск»» ОАО «Гомельтранснефть «Дружба»», ИООО «ЛукойлБелоруссия» Брестский регион, МАЗС №81, РТУП «Белорусское речное пароходство». В 2003 и 2004 гг. концентрации нефтепродуктов составляли до 3 ПДК.

Анализ данных многолетних наблюдений показал, что в период с 1994 по 1997 гг. на всех створах наблюдалось превышение ПДК. Начиная с 1998 г. наблюдается устойчивое снижение загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами. За последние 17 лет превышение ПДК наблюдалось в 1998 г. – створы реки Мухавец, р. Ясельда – г. Береза, в 1999 г. р. Припять – г. Пинск и р. Ясельда – г. Береза. Превышение ПДК на р. Горынь – пгт. Речица наблюдалось в 2002 г. и 2004 г.

В 2007 г. вклад нефтепродуктов в общее количество превышений изменился и составил в бассейне Припяти – 1,6 %, по бассейну Западного Буга превышений не зафиксировано. В 2008 г. в структуре показателей превышений ПДК по сумме ингредиентов и показателей по всей территории республики Беларусь нефтепродукты составили лишь 1,5 %.



Рисунок 3 – Вклад нефтепродуктов в общее количество превышений по бассейну Припяти в 2006 г.

Динамика сброса нефтепродуктов в разрезе бассейнов и области представлена на рисунках 4–5.

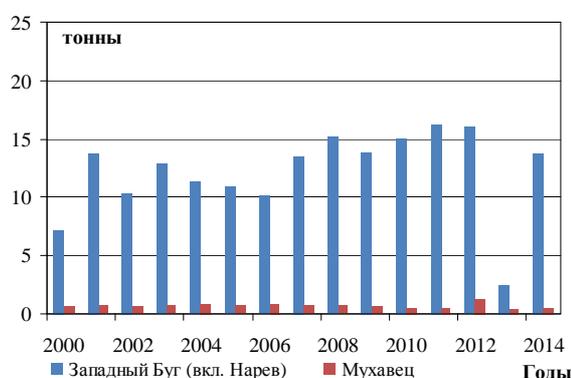
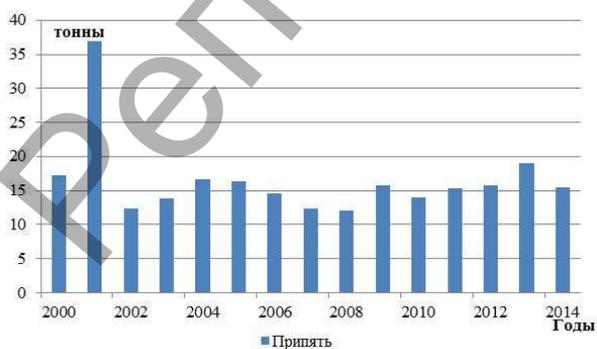


Рисунок 4 – Динамика сброса нефтепродуктов в реки Брестской области по бассейнам

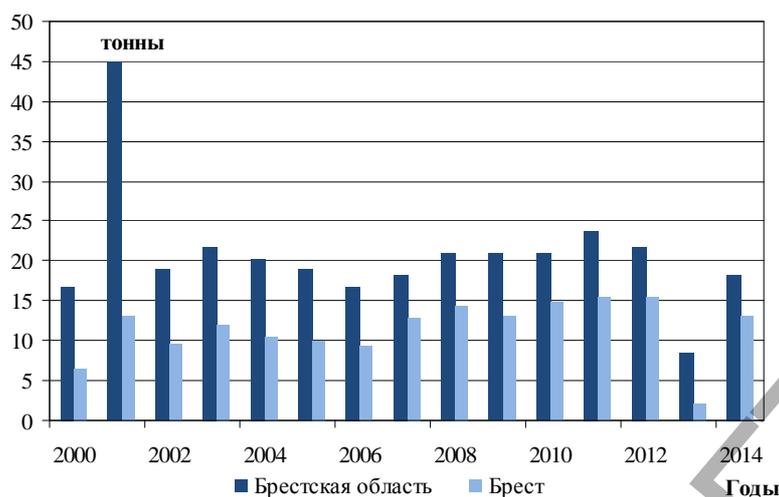


Рисунок 5 – Динамика сброса нефтепродуктов в реки по Брестской области и г. Бресту

Наибольшую нагрузку испытывает Брестская область по сравнению с другими областями, но в разрезе бассейнов – наименьшее количество нефтепродуктов попадает в водотоки бассейна р. Западный Буг.

Анализ пространственной картины средних концентраций нефтепродуктов в водотоках и водоемах Брестской области за 2014 г. показал, что они находятся в пределах ПДК.

На сегодняшний день ситуация по содержанию нефтепродуктов в поверхностных водах по бассейнам рек Брестской области следующая. В 3 квартале 2015 г. государственным учреждением «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды» были отобраны пробы воды и выполнены гидрохимические определения. В сложившихся гидрометеорологических условиях (аномально сухая погода с повышенным температурным режимом и уровни воды в реках ниже исторических минимумов) были зарегистрированы повышенные значения концентраций загрязняющих веществ в водных объектах. Основными компонентами, во многом определяющими качество поверхностных вод республики, остаются биогенные и органические вещества [4].

Мониторинг поверхностных вод в бассейне р. Западный Буг (11 водных объектов (в 21 пункте наблюдений)) показал, что содержание нефтепродуктов не превышало лимитирующих показателей ($0,05 \text{ мг/дм}^3$) [4].

Мониторинг поверхностных вод в бассейне р. Припять проводился на 31 водном объекте, в 45 пунктах наблюдений. Повышенное содержание нефтепродуктов наблюдалось в июле в водоемах Красная Слобода, Любанское и Солигорское от $0,051$ до $0,088 \text{ мг/дм}^3$, в воде рек р. Морочь ($0,068$ – $0,073 \text{ мг/дм}^3$) в июле–августе, Свиновод ($0,064 \text{ мг/дм}^3$) и Чертьень ($0,065 \text{ мг/дм}^3$) в сентябре [4].

Результаты проведенного анализа трансформации загрязнения нефтепродуктами поверхностных вод Брестской области представлены в таблице. Как видно из таблицы, на всех исследуемых створах наблюдается снижение концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах (градиент изменения отрицательный), которое является статистически значимым. Среднегодовое значение превышает ПДК = $0,05 \text{ мг/дм}^3$.

Таблица – Основные статистические показатели изменения содержания нефтепродуктов в поверхностных водах Брестской области за период с 1994 по 2014 годы

Река – створ	Среднее значение, мг/дм ³	Коэффициенты			
		вариации	асимметрии	регрессии	корреляции
р. Мухавец 1,7 км ниже г. Кобрин	0,071	1,56	3,17	-0,106	0,60
р. Мухавец в черте г. Брест	0,060	1,23	3,43	-0,069	0,58
р. Припять 3,5 км ниже г. Пинск	0,061	1,00	1,97	-0,073	0,75
р. Ясельда 0,5 км ниже г. Береза	0,087	1,57	3,02	-0,137	0,63
р. Горынь 0,5 км ниже г. Речица	0,062	1,01	1,62	-0,079	0,79

Из рисунка 6 видно, что на всей территории Брестской области градиенты изменения концентраций нефтепродуктов в поверхностных водах имеют знак минус, что говорит об уменьшении загрязнения.

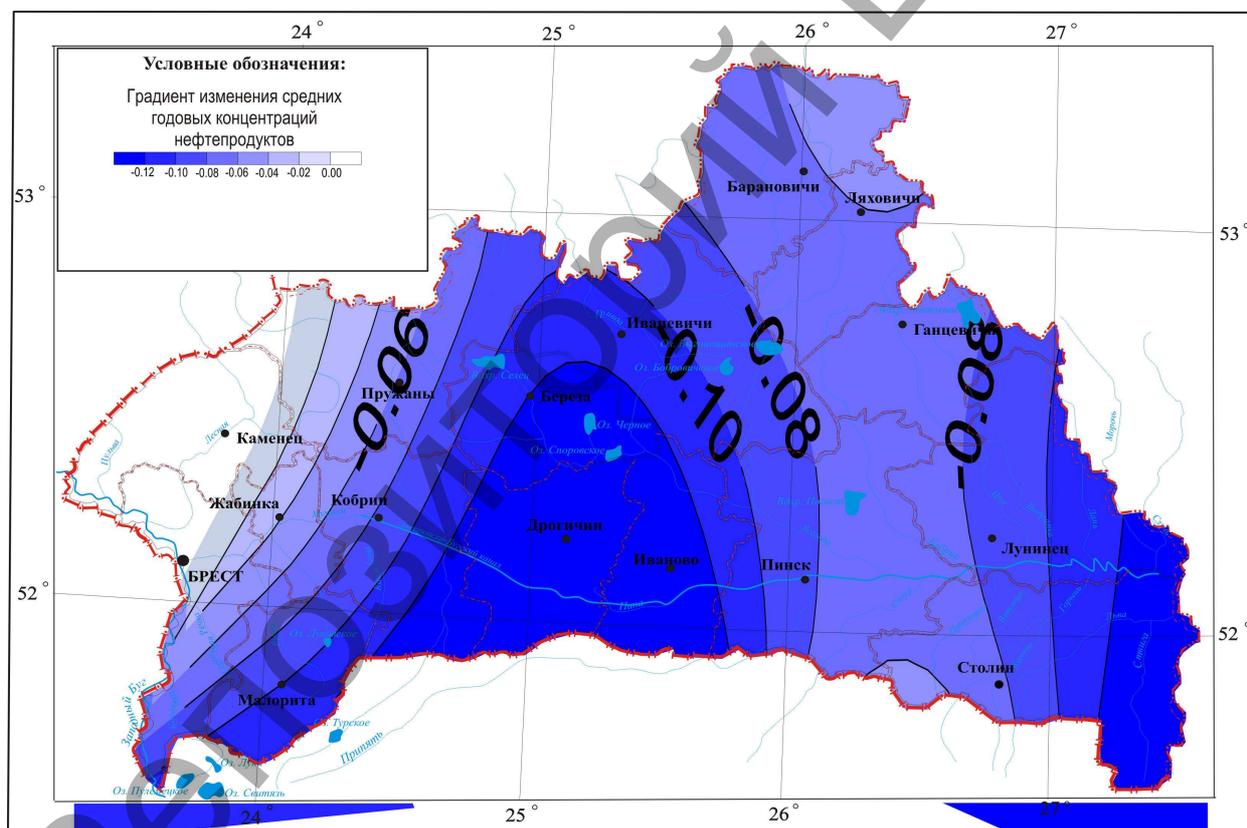
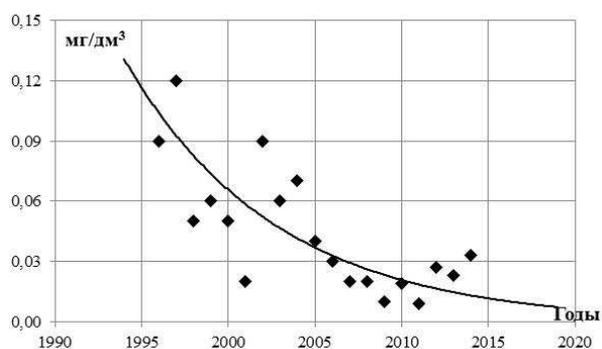
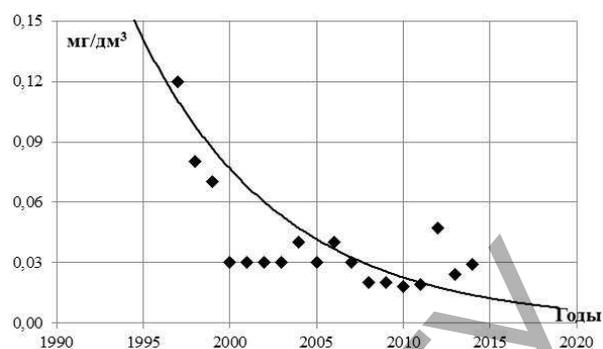


Рисунок 6 – Градиент изменения среднегодовых концентраций нефтепродуктов в водотоках и водоемах Брестской области

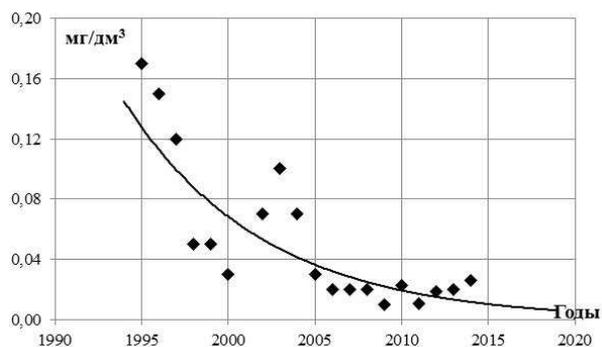
В основу прогнозных оценок развития загрязнения поверхностных вод Брестской области принято предположение, что в ближайшее время в экономической ситуации в стране не произойдет существенных изменений, а основные тенденции ее развития сохранятся нами выполнены прогнозные оценки загрязнения водных объектов нефтепродуктами. Для этих целей использованы статистические модели в виде экспоненциальных однофакторных зависимостей (рисунок 7).



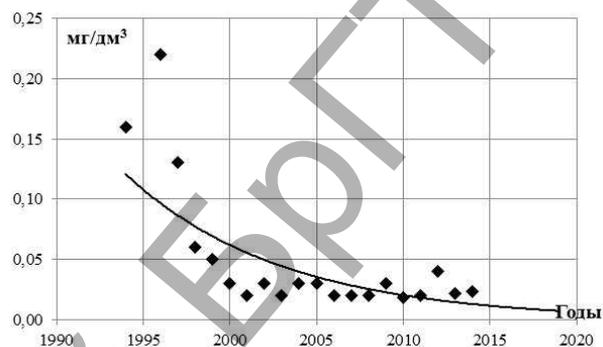
р. Припять 3,5 км ниже г. Пинск



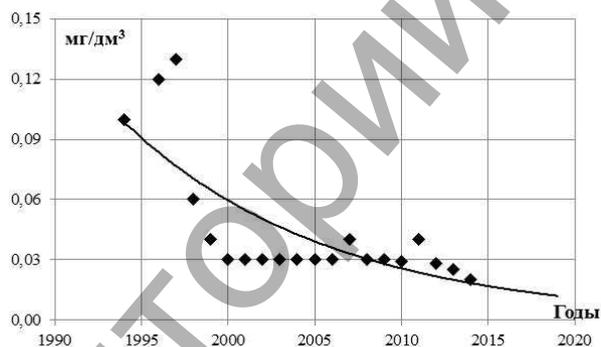
р. Ясельда 0,5 км ниже г. Береза



р. Горынь 0,5 км ниже г. Речица



р. Мухавец 1,7 км ниже г. Кобрин



р. Мухавец в черте г. Брест

Рисунок 7 – Прогнозные модели изменения содержания нефтепродуктов в поверхностных водах Брестской области

Прогнозные оценки концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах рек Брестской области можно свести к следующему. В основном, сохранится тенденция к некоторому снижению уровня загрязнения нефтепродуктами (р. Мухавец в черте г. Брест). На ряде объектов ситуация стабилизировалась (р. Горынь 0,5 км ниже рп Речица; р. Мухавец 1,7 км ниже г. Кобрин). На некоторых объектах имеет тенденция к небольшому росту загрязнения (р. Припять 3,5 км ниже г. Пинск; р. Ясельда 0,5 км ниже г. Береза).

Заключение

Нефтепродукты в виде нефти, мазута, керосина, масел и их примесей, относятся к числу наиболее опасных загрязнителей окружающей среды и негативно влияют на поверхностные воды Брестской области.

Наибольшую антропогенную нагрузку от загрязнений нефтепродуктами в разрезе областей испытывает Брестская область, а наименьшее количество нефтепродуктов попадает в водотоки бассейна р. Западный Буг.

Динамика загрязнения нефтепродуктами поверхностных вод Брестской области свидетельствуют о ее снижении. Особенно выделяется бассейн реки Припять.

Прогнозные оценки концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах рек Брестской области показали, что, в основном, сохранится тенденция к некоторому снижению уровня загрязнения нефтепродуктами, хотя на отдельных объектах будет иметь место и небольшой рост загрязнения.

Список литературы

1. Ландшафтные воды в условиях техногенеза: монография/ О. В. Кадацкая [и др.]. – Минск: Бел. наука, 2005. – 347 с.
2. Волчек, А.А. Трансформация качества поверхностных вод рек Беларуси / А.А. Волчек, Ан.А. Волчек // Вестн. Брест. гос. технич. ун-та. Сер. 3, Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2007. – № 2. – С. 5–16.
3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши./ Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977.
4. Состояние поверхностных вод в 3 квартале 2015 г. [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rad.org.by/articles/voda/sostoyanie-poverhnostnyh-vod-v-3-kvartale-2015-g/basseyn-reki-dnepr.html> ©rad.org.by. – Дата доступа: 20.11.2015.

УДК 502.521:631.459.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНО-ЭРОЗИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ КРУТОСКЛОНОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ГОМЕЛЬСКИЙ ДВОРЦОВО-ПАРКОВЫЙ АНСАМБЛЬ»

Босак В.Н., Басов С.В., Тур Э.А., Прилуцкая О.Е.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, ieih@bstu.by

The work represents the results of investigations comprising erosion-prevention of forest amelioration, mode of economic activity, chemical and physical properties of scarp soils together with range of arboreal and shrubby flora growing on degraded lands of historico-cultural foundation of the Gomel palatial and parkland complex.

Введение

Гомельский дворцово-парковый ансамбль (кон. XVIII – нач. XIX вв.) является уникальной историко-культурной ценностью Республики Беларусь, он внесен в Государственный список историко-культурных ценностей под № 310Г000044 [1,2].

Известно, что в годы Великой Отечественной войны парк сильно пострадал. Одна четверть северной части парка была вырублена и превращена в кладбище. Дворец был разрушен, а большинство коллекций разграблено.

По окончании Великой Отечественной войны, согласно записке, составленной научным сотрудником Гомельского областного краеведческого музея М.Н. Огай, из 4500 деревьев в парке сохранилось всего 700. При восстановлении парка количество деревьев было доведено до 8000, что почти в 2 раза больше, чем было в бывшем княжеском парке, а количество видов достигло 86 вместо 40. В это время также были проведены работы по благоустройству и укреплению откосов набережной, проводилось прореживание с уборкой малоценных пород, благоустроивались газоны, дорожки, очищен пруд, установлены новые домики для лебедей, заасфальтирована значительная часть дорожек.

К сожалению, в результате односторонней направленности ведения садово-паркового хозяйства только в сторону увеличения количества растущих в нем деревьев, парк к настоящему времени потерял свой прежний живописный

романтический облик и превратился в монотонный лесной массив, в котором затерялись не только архитектурные сооружения, но и многочисленны экзоты, собранные и выращенные энтузиастами. Ландшафт, ставший монотонным, не парковым, а лесным, воспринимается современным поколением жителей как данность. Это привело ко многим проблемам, связанным с деградацией значительной территории земель парка, развитию водно-эрозийных процессов на крутосклонах. Очевидно, что решение этих проблем может быть только комплексным, а любые лесомелиоративные мероприятия невозможны без значительных рубок (пересадки практически невозможны) и удаления лишних деревьев и других существующих насаждений.

В настоящей работе представлены результаты исследования противозерозионной роли лесомелиоративных насаждений, режима хозяйственной деятельности, физического состава и химических свойств почв крутосклонов, а также ассортимента древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на деградированных землях государственного историко-культурного учреждения «Гомельский дворцово-парковый ансамбль».

Основная часть

1. Изучение опыта противозерозионной роли лесомелиоративных насаждений на территории исторических парков

Как было отмечено, в годы Великой Отечественной войны территория Гомельского дворцово-паркового ансамбля сильно пострадала. В процессе послевоенного восстановления насаждений и последующих постоянных посадок и засорения территории самосевом произошло их чрезмерное загущение. Кроме того, на территории парка, имевшего статус городского парка культуры и отдыха, велись различные хозяйственные мероприятия, заасфальтированы практически все парковые дороги и площадки, имевшие прежде щебеночно-песчаное покрытие, так как последнее не выдерживало возросших рекреационных нагрузок и эксплуатационных нагрузок от проезда автотранспорта.

В результате такого обустройства и одностороннего подхода к формированию зеленых насаждений (только посадки) парк потерял исторический облик, и прежние художественные особенности, и комфортность условий для отдыха. Богатая коллекция экзотов, собранная в парке, затерялась в зарослях малоценных пород. Индивидуальные особенности деревьев разных пород сnivelировались, кроны приобрели одинаковую вытянутую форму.

Сохранившиеся вековые деревья угнетены молодыми, высаженными под их кронами или выросшими из самосева. В свою очередь, старые деревья мешают росту молодых и не позволяют им сформировать полноценную крону. Поэтому со временем, после естественного отмирания старых деревьев, молодые не смогут взять на себя их роль в парковом ландшафте.

Проблемы послевоенного восстановления, аналогичные по основным задачам тем, что решались в Гомеле, коснулись и многих других дворцово-парковых комплексов.

В качестве наиболее известных примеров на территории постсоветского пространства следует выделить дворцово-парковые комплексы в городах Ленинградской области Российской Федерации: Петергоф, Пушкин, Павловск, Гатчина, Ломоносов и др., а также Лазенки – крупнейший дворцово-парковый комплекс в [Варшаве](#), столице [Польши](#), занимающий [76 гектаров](#) в центре города, восстановление и реконструкция которого была завершена в течение нескольких лет после окончания [Второй мировой войны](#).

Цели и задачи послевоенного восстановления в этих дворцово-парковых комплексах практически совпадали с теми, с которыми столкнулись сотрудники Гомельского дворцово-паркового ансамбля. Однако в большинстве указанных случаев процесс восстановления парковой территории велся по принципу максимально возможного восстановления первоначального исторического облика – без дополнительного насаждения древесно-кустарниковой растительности, изменения геометрии и материала подсыпки пешеходных дорожек и аллей и т.п. Это позволило в будущем в значительной степени избежать тех проблем деградации затененных участков территорий, с которыми столкнулся дворцово-парковый комплекс в Гомеле.

Очевидно, что размещение парков на территориях со сложным рельефом, оврагами, оползневыми склонами требует проведения научно обоснованных мероприятий по укреплению склонов. Это уполаживание наиболее крутых участков, террасирование склонов, планировка и закрепление тальвегов оврагов, посадка древесно-кустарниковой растительности, укрепление и одерновка откосов, устройство пандусов, лестничных сходов, подпорных стен, которые должны быть самостоятельными элементами архитектуры ландшафта.

В большинстве случаев крутые обрывистые склоны без растительного покрова имеют обычно быстро развивающиеся овраги. Для того чтобы предупредить дальнейшее образование и углубление оврага, необходимо проводить комплексные мероприятия по укреплению склонов и засыпанию русла оврагов. Основными профилактическими мероприятиями являются создание травянистого дернового покрова и посадка определенных видов кустарников и деревьев. Эти меры эффективны на склонах крутизной не более 30% при глубине оврага не более 10–12 м. Травянистый покров, а также деревья и кустарники препятствуют поступлению поверхностного стока к оврагу. Вдоль верхней бровки его склона следует предусматривать канавы для приема и отвода поверхностного стока.

2. Исследование физического состава и химических свойств почв крутосклонов

В июне 2015 г. на склонах дворцово-паркового ансамбля из верхних горизонтов были отобраны образцы почв для последующего анализа их физико-химических свойств (таблица 1). Для репрезентативности почвенных исследований каждый образец представлял собой смешанную пробу из 5 контрольных точек [3, 4].

Таблица 1 – Места отбора проб почвенных образцов

№ образца почвы	Краткое описание места отбора проб
1	Киевский спуск, верхняя часть склона
2	Киевский спуск, нижняя часть склона
3	Склон в сторону р. Сож, напротив Петропавловского собора
4	Склон в сторону р. Сож, между дворцом и административным корпусом
5	Склон в сторону р. Сож, возле лестничного спуска на набережную
6	Южный склон Лебяжьего пруда
7	Северный склон Лебяжьего пруда
8	Склон в сторону р. Сож, южная оконечность парка, у больницы*

Примечание. *В месте отбора проб образца – насыпной грунт из центральной части парка на полностью деградированной почве.

Нами был проведен анализ гранулометрического состава отобранных почвенных образцов (таблица 2) и плотность почвы (таблица 3), т.е. тех показателей, от которых в наибольшей мере проявляется способность почв к размыву.

Таблица 2 – Исследование гранулометрического состава почвы, %

Диаметр ячеек сита	№ образца почвы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5,5 мм	1,09	2,19	-	-	0,93	0,50	0,65	5,01
2 мм	3,96	10,03	4,16	8,72	7,37	5,24	1,58	17,54
1 мм	2,95	7,93	7,25	6,09	7,43	10,72	11,32	6,85
0,5 мм	3,54	5,94	9,28	3,60	11,21	7,10	6,34	5,01
0,25 мм	14,20	11,25	10,85	12,30	9,87	6,93	6,31	8,64
0,125 мм	22,21	28,93	24,36	37,56	19,78	15,76	18,64	11,77
0,063 мм	15,29	14,50	14,73	15,02	16,5	14,61	11,52	9,95
0,045 мм	13,83	7,96	8,65	7,43	12,40	19,40	19,92	11,38
менее 0,045 мм	22,93	11,27	20,72	9,28	14,51	19,74	23,72	23,85
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100

Исследование гранулометрического состава почвы показало, что доля крупных хрящевых и гравийных фракций в составе отобранных образцов невелика: от 2,2% в образце № 7 (северный склон у Лебяжьего пруда) до 12,2% в образце № 2 (Киевский спуск). Исключение составляет образец № 8, взятый на южной оконечности парка со склона в сторону р. Сож из насыпного грунта – 22,5%. В наибольшей мере представлены песчаные фракции, доля которых в исследуемых образцах колебалась от 54,1% (образец № 7) до 74,6% (образец № 4). Опять же, исключение представляет образец № 8, где доля песчаных фракций наименьшая по сравнению с остальными – 42,2%. Доля пылеватых частиц представлена фракцией, осевшей на сите с ячейками 0,045 мм. В самой мелкой фракции (менее 0,045 мм) преобладают глинистые частицы.

Плотность почвы во всех исследованных образцах относительно невысокая. Обычно такую плотность имеют окультуренные сельскохозяйственные земли.

Таким образом, исследование физических свойств почвы крутосклонов дворцово-паркового ансамбля по риску подверженности размыву позволяет их отнести к среднеопасным. Очевидно, главной причиной водноэрозионных процессов здесь является крутизна склонов и оголенность значительной части поверхности почвы под пологом древесной растительности.

Таблица 3 – Исследование плотности почвенных образцов

№ образца почвы	Масса образца почвы вместе с цилиндром, среднее из 3-х измерений, г	Масса образца почвы, среднее из 3-х измерений, г	Плотность почвы, г/см ³
1	286,38	124,2	0,685
2	348,75	186,57	1,029
3	354,47	192,29	1,060
4	362,84	230,66	1,272
5	298,80	136,62	0,753
6	362,10	199,92	1,102
7	340,86	178,68	0,985
8	354,43	192,25	1,060

В целом, исходя из фракционного состава всех исследованных образцов, почвы крутосклонов можно отнести к категории от супесчаных до легких суглинков.

Из агрохимических показателей почв нами определялись: содержание подвижных форм фосфора и калия (методом атомно-абсорбционной спектроскопии), процентное содержание гумуса, рН водной и солевой вытяжки [6] (таблица 4).

Таблица 4 – Агрохимические показатели почв крутосклонов

№ образца почвы	Показатели				
	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	гумус, %	рН водной вытяжки	рН солевой вытяжки
1	>400*	300	2,82	7,73	6,89
2	309	278	2,52	7,4	6,23
3	>400*	400	2,29	7,68	6,74
4	>400*	344	2,73	7,47	6,48
5	>400*	489	4,15	7,45	6,29
6	>400*	316	1,62	6,45	5,13
7	>400*	268	2,56	6,76	5,64
8	>400*	146	1,09	7,08	6,15

Примечание. *На момент определения прибор был откалиброван на максимальное значение 400 мг/кг.

Первое, на что следует обратить внимание в данной таблице, – крайне высокое содержание в исследуемых образцах подвижных форм калия и особенно фосфора. Для сравнения приведем шкалу группировки почв несельскохозяйственного назначения по обеспеченности P₂O₅ и K₂O [3] (таблица 5).

Следовательно, почвы крутосклонов парка имеют явный переизбыток подвижного фосфора и калия, содержание которых во всех исследуемых образцах следует считать очень и даже чрезмерно высоким. Исключением является образец № 8, где содержание K₂O определяется как повышенное.

Таблица 5 – Группировка почв по обеспеченности P₂O₅ и K₂O

Группировка почв по степени обеспеченности	Содержание P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	Содержание K ₂ O, мг/кг почвы
Очень низкое	<25	<40
Низкое	26-50	41-80
Среднее	51-100	81-120
Повышенное	101-150	121-170
Высокое	151-250	171-250
Очень высокое	>250	>250

Агрохимические показатели почв крутосклонов указывают на несбалансированность содержания основных элементов питания и гумуса, что, на наш взгляд, напрямую связано с интенсивными процессами водной эрозии, происходящими на этих склонах. Низкое содержание гумуса, вымытого талыми и дождевыми водами, вызывает дефицит азота в почве. Растения, испытывая недостаток в последнем, не могут в полной мере усваивать фосфор. Отсюда – избыточное накопление P₂O₅ в корнеобитаемом слое.

Кроме того, режим хозяйственных мероприятий на территории парка не способствует восполнению потерь почвенного азота: минеральные азотные удобрения на склонах не вносятся, а едва ли не единственный источник накопления гумуса – опавшая листва и скошенные травы – тщательно удаляются обслуживающим персоналом.

3. Изучение ассортимента древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на деградированных землях

Натурные обследования зеленых насаждений исторической части парка были проведены специалистами института Гипрокоммунстрой в 1988–1989 гг.

На каждом участке была выполнена подеревная инвентаризация всех взрослых деревьев. Учтены также молодые деревья в посадках последних лет, а также кустарники в группах и живых изгородях с их общей характеристикой по участку.

Каждому дереву на участке присвоен порядковый инвентаризационный номер, т. е. нумерация принята не сквозной, по всему парку, а самостоятельной по участкам, что позволило избежать многозначных номеров, которые из-за большой плотности насаждений технически сложно разместить на плане М 1 : 500.

Видовой состав древесно-кустарниковой растительности определялся в основном по вегетативным органам (стволам, побегам, листьям, почкам). Определение по репродуктивным органам (цветам, семенам, плодам, шишкам) проводилось редко, т.к. на момент проведения обследования было мало цветущих и плодоносящих растений в силу различных причин – преклонного возраста, угнетенного состояния, фенологической фазы развития). В парке определено 104 вида (включая садовые формы) деревьев и кустарников, из них 12 видов хвойных и 48 лиственных пород деревьев, 44 вида кустарников.

Деревья-экзоты составляют 35% общего количества деревьев парка, 65% деревьев из местной флоры. Доля хвойных деревьев среди насаждений парка невелика – 2% от общего количества деревьев. Кустарниковая растительность в парке используется в основном в живых изгородях и только небольшая ее часть (5–10%) высажена в группы. Ассортимент кустарников разнообразный – свыше 40 видов.

На склонах парка отсутствуют ценные породы древесно-кустарниковой растительности, поскольку в основном заселение последних шло путем самосева таких видов, как ильмы гладкий и шершавый, акации белая и желтая, клен остролистный, липа обыкновенная.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. В процессе послевоенного восстановления насаждений и последующих постоянных подсадок и засорения территории самосевом произошло их чрезмерное загущение. Кроме того, на территории парка, имевшего статус городского парка культуры и отдыха, были установлены многочисленные сооружения агитационного, культурно-просветительного, развлекательного и другого назначения (большая часть их в последнее время удалена), заасфальтированы практически все парковые дороги и площадки, имевшие прежде щебеночно-песчаное покрытие, так как последнее не выдерживало возросших рекреационных нагрузок и эксплуатационных нагрузок от проезда автотранспорта.

В результате такого обустройства и одностороннего подхода к формированию зеленых насаждений (только посадки) парк потерял исторический облик, и прежние художественные особенности, и комфортность условий для отдыха. Богатая коллекция экзотов, собранная в парке, затерялась в зарослях малоценных пород. Индивидуальные особенности деревьев разных пород сnivelировались, кроны приобрели одинаковую вытянутую форму.

Сохранившиеся вековые деревья угнетены молодыми, высаженными под их кронами или выросшими из самосева. В свою очередь, старые деревья мешают росту молодых и не позволяют им сформировать полноценную крону. Поэтому со временем, после естественного отмирания старых деревьев, молодые не смогут взять на себя их роль в парковом ландшафте.

Утеряны все видовые точки, с которых прежде открывались виды на прекрасные пейзажи и архитектурные сооружения парка. Разросшиеся деревья не только закрывают своими кронами здания, но и разрушают корнями их фундаменты, так как растут прямо у стен.

2. Эффективные лесомелиоративные и противоэрозионные мероприятия на территории земель парка, в частности, на крутосклонах, невозможны без значительных рубок (пересадки практически невозможны) и удаления лишних деревьев и других существующих насаждений.

3. Пространства парка, покрытые плотной древесно-кустарниковой растительностью, сильно затенены. Газонные травы здесь не могут нормально развиваться из-за недостатка света.

4. Физико-химические параметры почв крутосклонов указывают на несбалансированность содержания основных элементов питания и гумуса, что, на наш взгляд, напрямую связано с интенсивными процессами водной эрозии, происходящими на этих склонах. Низкое содержание гумуса, вымытого талыми и дождевыми водами, вызывает дефицит азота в почве. Растения, испытывая недостаток в последнем, не могут в полной мере усваивать фосфор. Отсюда – избыточное накопление P_2O_5 в корнеобитаемом слое.

Кроме того, режим хозяйственных мероприятий на территории парка не способствует восполнению потерь почвенного азота: минеральные азотные удобрения на склонах не вносятся, а едва ли не единственный источник накопления гумуса – опавшая листва и скошенные травы – тщательно удаляются обслуживающим персоналом.

5. На склонах парка отсутствуют ценные породы древесно-кустарниковой растительности. поскольку в основном заселение последних шло путем самосева таких видов, как ильмы гладкий и шершавый, акации белая и желтая, клен остролистный, липа обыкновенная.

Список литературы

1. Дзяржаўны спіс гісторыка-культурных каштоўнасцей Рэспублікі Беларусь / склад. В.Я. Абламскі, І.М. Чарняўскі, Ю.А. Барысюк. – Мінск : БЕЛТА, 2009. – 684 с.
2. Кулагин, А.Н. Архитектура дворцово-усадебных ансамблей Белоруссии / А.Н. Кулагин. – Минск : Наука и техника, 1981. – 134 с.
3. Блинцов, И.К. Практикум по почвоведению / И.К. Блинцов, К.Л. Забелло. – Минск : Высшая школа, 1979. – 208 с.
4. Гладовская, М.А. Общее почвоведение и география почв. / М.А. Гладковская. – М., 1981.
5. Муравьев, А.Г. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг, А.Р. – Санкт-Петербург : Крисмас+, 2008. – 210 с.
6. Реестр методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении измерений в области охраны окружающей среды: в трех частях. Часть III. Почвы и донные отложения; промышленные и бытовые отходы; природные ресурсы, сырье и продукция. – Минск : Бел НИЦ Экология, 2009. – 168 с.

КОМПЛЕКСНЫЕ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЕ ДОБАВКИ, ПОВЫШАЮЩИЕ ВОДО - И СОЛЕСТОЙКОСТЬ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Белоус Н.Х.¹, Родцевич С.П.¹, Опанасенко О.Н.¹, Крутько Н.П.¹, Смычник А.Д.²

¹Государственное научное учреждение «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, tavgen@igic.bas-net.by

²ООО «Стриктум», г. Калининград, Россия.

When mixing the product of the calcination of the hydroxide of magnesium chloride-magnesium brines magnesite binders modified with amorphous silica and complex additives on its basis were obtained. The mechanism of formation of the crystal structure binding was studied and it is established that the introduction of additives leads to the deepening of the hydration process, the formation of hetero-structures formed from oxychloride and hydrated magnesium. In the result of modification magnesite materials characterized by strength, low water absorption and high water and salt resistance, which can be used for plugging wells in the salt deposits were obtained.

Введение

Магнезиальные вяжущие (МВ), для производства которых необходимы меньшие, по сравнению с портландцементом, энергетические затраты, характеризуются высокой скоростью твердения, прочностью, способностью совмещаться с заполнителями различного состава. В последнее время они находят применение при ликвидационном тампонировании скважин соленосных отложений. К тампонажным растворам (ТР) предъявляется ряд требований, касающихся их высокой подвижности, интенсивного проникновения в поры и микротрещины породы, устойчивости к размыванию пластовыми пресными и минеральными водами, времени сохранения подвижности, сопоставимого с продолжительностью закачки в скважины, отсутствия седиментации. При их отверждении должен формироваться прочный, водонепроницаемый камень с хорошей адгезией к обсадным трубам и породам, повышенными водо- и солестойкостью [1,2]. Несмотря на многообразие видов тампонажных материалов, многие из них не могут использоваться в отложениях водорастворимых солей галита, сильвинита, бишофита, карналлита, поскольку интенсивно разрушаются при солевой агрессии [3].

Классические составы МВ высокой водо- и солестойкостью не характеризуются, причиной этого является протекание процессов гидратации оксида магния и гидролиза продукта твердения – триоксихлорида магния при контакте с водой [4]. Основными направлениями повышения водостойкости МВ является введение наполнителей, уплотняющих структуру продуктов твердения, химически активных добавок, заполняющих состав малорастворимыми соединениями, гидрофобизаторов, снижающих капиллярное всасывание и кольматацию пор магнезиального камня [5]. По эффективности действия добавок на химическую активность МВ и их физико-механические свойства, они разделяются на высокоэффективные (фосфатные, боратные, лигносульфонаты) и среднеэффективные (кремнеземистые, латексные).

Одним из главных направлений строительной отрасли в настоящее время является широкое использование побочно добываемого сырья и отходов промышленности. Для повышения водостойкости МВ в их состав вводят тонко-

дисперсные активные минеральные добавки – природные силикаты магния: активные кремнеземы, цеолиты, доменные гранулированные шлаки, золы тепловых электростанций, горелые породы и т. д. [5,6]. Кроме того, одним из путей повышения водостойкости МВ является использование в их составах фосфатов, формирующих гелеобразные комплексные соединения их продуктов гидролиза с оксихлоридами и силикатами магния. Наряду с повышением водо- и солестойкости МВ, использование таких добавок, позволяет экономить дорогостоящий магниевый компонент. Таким образом, задача оптимизации составов и удешевления МВ путем использования в них отходов производства и недефицитного сырья, весьма актуальна.

Целью данной работы являлось изучение физико-механических свойств, водо- и солестойкости МВ, затворенных хлоридно-магниевыми рассолами, образующимися при освоении карналлитовых месторождений и модифицированных комплексными добавками, содержащими, наряду с тонкодисперсным силикатом кремния, соединения фосфора.

Основная часть

Наибольший интерес из активных минеральных добавок представляет собой аморфный кремнезем (АК) – побочный продукт производства кремниевых и феррокремниевых сплавов, улавливаемый фильтрами из отходящих газов. Он формируется при восстановлении высокочистого кварца углем и, поскольку является побочным продуктом производства, его физико-химические свойства, дисперсность и содержание активной формы определяются конкретными условиями получения сплавов. Согласно [7], в МВ он обеспечивает коагуляцию пор кремниевой кислотой и способствует образованию смешанных водостойких Si–O–Mg структур с труднорастворимыми соединениями.

В данной работе использован АК марки Frem Silica-1 (ТУ ВУ 190669631.001-2011, ООО Фрэймхаустрэйд, Минск) с удельной поверхностью $\sim 20 \text{ м}^2/\text{г}$ и размером частиц $\sim 0,1 \text{ мкм}$, его добавляли к активному оксиду магния в количестве 20 - 60 % от его массы. Комплексные добавки (КД) получали при добавлении к АК дешевых, доступных соединений фосфора: ортофосфорной кислоты (ОК) и фосфорных удобрений: простого суперфосфата (ПС), двойного суперфосфата (ДС), сложного комплексного азотно-фосфорного удобрения – аммофоса (АФ), произведенных Гомельским химическим заводом. Удобрения отличались содержанием водорастворимого фосфора и свободной ортофосфорной кислоты: в простом суперфосфате, соответственно, - 20% и 1,5%, в двойном - 43% и 3%, в аммофосе содержание P_2O_5 составляло $\sim 50\%$. Основой суперфосфатов является монофосфат кальция – $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, их рН смещено в кислую область, для аммофоса рН составляет 5,5 - 6,5. Сухие КД, содержание фосфатов в которых составляло 20-25%, АК – 75-80%, добавляли, перед затворением, к активному магниевому компоненту в количестве 45 % от его массы. При использовании смеси АК+ОК, кислоту вводили в жидкость затворения, АК добавляли к активному порошковому компоненту (сумма АК+ОК – 30 % от MgO , масс. соотношение АК: ОК – 2:1).

МВ получены путем затворения смесей продукта обжига гидроксида магния, АК и КД хлоридно-магниевыми рассолами – отходами карналлитовых месторождений (г. Чапаево, Любанский район, плотность рассола $-1,24 \text{ г/см}^3$, рН– 5,3, среднее содержание MgCl_2 - 21 %, суммарное содержание $\text{NaCl} + \text{KCl}$ - 7,6%). При оптимизации прочностных свойств МВ выявлены оптимальные режимы обжига гидроксида - 600°C , 2 ч. После обжига продукт подвергали помолу и отсеvu через сито с сеткой № 008.

Величину жидко-твердого соотношения (Ж/Т) магниезальных растворов подбирали так, чтобы их растекаемость варьировалась в пределах 180 - 220 мм, это основной параметр, обеспечивающий их перекачку насосами. Плотности растворов, определенные пикнометрически, варьировались от 1,2 до 1,5 г/см³, на основании чего они могут быть отнесены к облегченным видам ТР. Добавление в МВ смеси АК+ОК, вследствие понижения значений рН, приводило к уменьшению сроков схватывания МВ: начала до 0,1-1 ч, окончания – до 1,5 - 2,5 ч (для МВ, модифицированного только АК, соответственно 1,3 ч и 3 ч).

ТР заливали в формы - кубы с размером ребра 2 см и проводили отверждение на воздухе при влажности не более 60 %. Кинетику набора прочности при сжатии определяли на гидравлическом прессе через 3, 7, 28 сут по ГОСТ 10180 - 2012, а плотность МВ по ГОСТ 12730.1-78. После 28 суточного твердения МВ изучали кинетику их водопоглощения по ГОСТ 12730.3 -78 (V_m , масс. %), солепоглощения (C_m , масс. %) путем контроля за изменением массы образцов в процессе 28 суточного хранения в 10 %-ном растворе $MgCl_2$, а также их прочности при сжатии после выдержки в воде и растворе соли.

Прочность магниезальным структурам придают полимерные цепочные образования -Mg-O-Mg-, которые формируются в кислой среде, по этой причине фактор понижения рН магниезальных растворов, должен благоприятно сказываться на характеристиках отвержденного камня [8]. При введении АК и КД с суперфосфатными добавками, рН магниезальных растворов также понижается. АК, являясь добавкой полифункционального действия, не только способствует повышению плотности и водостойкости МВ, но и активно участвует в образовании прочных кристаллизационных структур, состоящих из смешанных гетероцепных полимеров с силоксановыми связями (Si-O-Mg). Их присутствие в МВ подтверждалось рентгенофазовым анализом (РФА) (дифрактометр ДРОН-2, метод порошка, медный катодный излучатель) и ИК - спектрами поглощения, снятыми на ИК - Фурье спектрометре « Tensor-27 » в области частот 400 - 4000 см⁻¹ [9].

Исследование плотности и кинетики набора прочности модифицированных АК + ОК вяжущих показало, что добавка способствует понижению их плотности и $\sigma_{сж}$, как на начальной (до 3 сут), так и на поздних стадиях твердения (28 сут) по сравнению с МВ, содержащими только АК. Это, вероятно, обусловлено резкой интенсификацией, в присутствии кислоты, процесса твердения и нарушением нормального структурообразования МВ. Наибольшей прочностью и плотностью характеризовались составы, содержащие КД (АК+ ПС) и (АК+ ДС), при этом прочностные свойства МВ не всегда коррелировали с содержанием водорастворимого фосфора в добавках. Так, при максимальном его содержании в аммофосе, КД (АК+ АФ) высокую прочность МВ не обеспечивала, что требовало дополнительных исследований по оптимизации состава вяжущих (рисунок 1. кр.2).

В то же время, изучение кинетики водопоглощения модифицированных КД вяжущих показало, что содержание фосфора оказывает влияние на ход кинетических кривых водопоглощения (рисунок 2) и прочность МВ после 28-суточного хранения в воде (рисунок 3)

Минимальные величины водопоглощения фиксировались для вяжущих, содержащих смеси с кислотой (рисунок 2. кр.4) и аммофосом (рисунок 2.кр.2). Ход кривых МВ, модифицированных АК (рисунок 2, кр.1) отличался от МВ с комплексными добавками (рисунок 2, кр.2-5), для образцов, содержащих КД, при длительном хранении в воде существенного роста величин V_m (%) не наблюдалось. Необходимо отметить, что введение в вяжущее фосфорного удобрения, без АК, не дает эффекта, так при использовании в вяжущих такого же количества АФ величины V_m достигают 8-10 масс %.

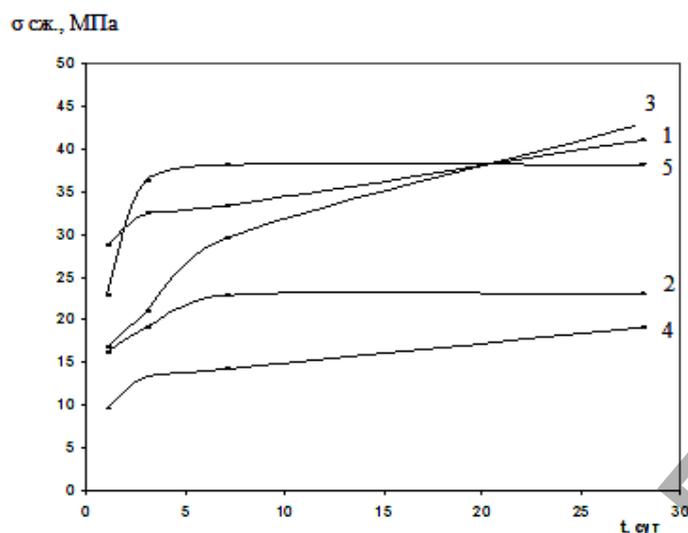


Рисунок 1 – Кинетика набора прочности МВ, содержащих 40 % АК (1), 52 % КД (АК+ ПС) (5), 50 % КД (АК + ДС) (3), 50 % КД (АК + АФ)(2) и 30% (АК + ОК) (4)

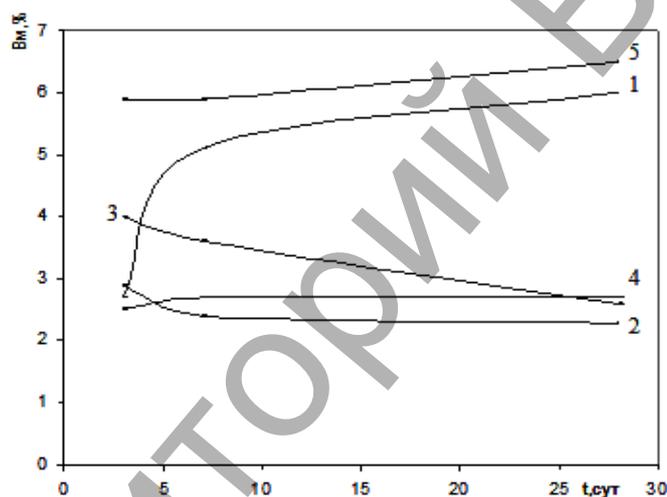


Рисунок 2 – Кинетика водопоглощения МВ, содержащих 40 % АК (1), 52 % КД (АК+ ПС) (5), 50 % КД (АК + ДС) (3), 50 % КД (АК + АФ) (2) и 30% (АК и ОК)(4)

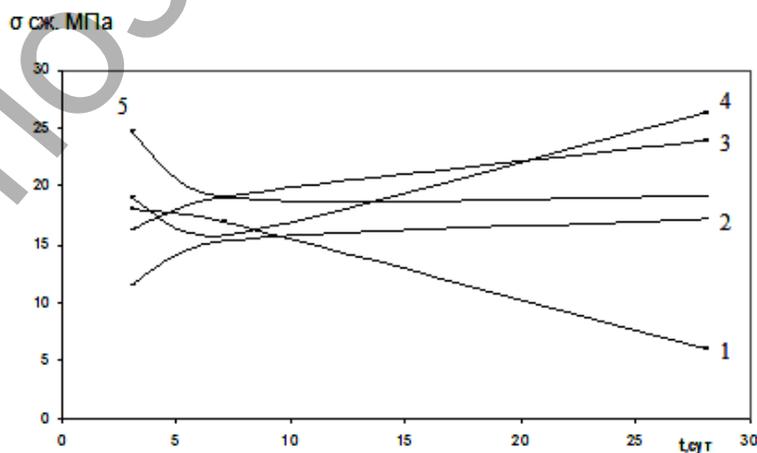


Рисунок 3 – Изменение прочности МВ, содержащих 40 % АК (1), 52 % КД (АК+ПС) (5), 50 % КД (АК+ДС) (3), 50% КД (АК+АФ) (2) и 30 % (АК+ОК) (4) после хранения в воде.

Прочность при сжатии МВ, модифицированных КД (АК+ПС), (АК+ДС), (АК+АФ), а также смесью (АК+ОК) после 28-суточного хранения в воде по сравнению с МВ, модифицированными АК, повышалась в 3-5 раз (рисунок 3, кр.2-5). Варьирование содержания кислоты в составе показало, что с ее увеличением коэффициент водостойкости МВ возрастает, однако, при этом существенно снижаются сроки схватывания и прочность вяжущего. В то же время введение меньшего, чем указано в работе, количества ОК не дает желаемых результатов в плане эффективного повышения водостойкости МВ.

Аналогичные результаты получены при исследовании поглощения и стойкости МВ с АК и КД в растворе хлорида магния.

При проведении испытаний в растворе хлорида магния установлено, что величины солепоглощения МВ, модифицированных АК и КД не имеют значительных различий. Более показательной характеристикой является изменение прочностных свойств вяжущих после хранения в растворе соли (рисунок 4). Благодаря кольматации порового пространства МВ с АК, их прочность после солевой экспозиции снижается в меньшей степени: через 28 суток $\sigma_{сж.}$ в 2 раза выше, чем в воде (рисунок 4, кр.1). Однако, и в этом случае проявляется эффективность модификации вяжущих комплексными добавками: прочность составов с КД в 1,5-2,5 раза выше (рисунок 4, кр.2-5), чем $\sigma_{сж.}$ МВ, модифицированных АК. После модификации МВ только фосфорным соединением, например аммофосом, уже через 3 сут выдерживания в воде образцы полностью разрушаются, а в растворе соли их прочность снижается в 3-3,5 раза, что позволяет говорить и синергетическом эффекте влияния комплексных добавок на водо- и солестойкость магниезальных систем.

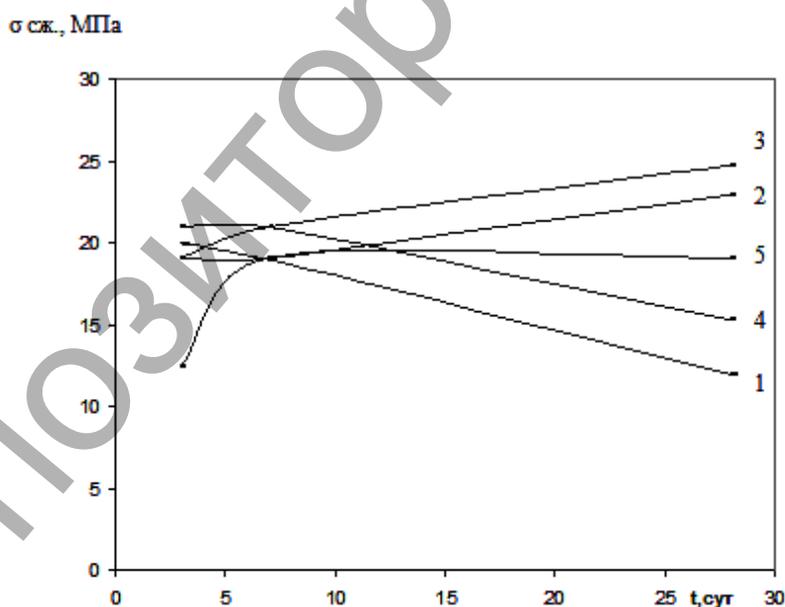


Рисунок 4 – Изменение прочности МВ, содержащих 40 % АК (1), 52 % КД (АК+ПС) (5), 50 % КД (АК+ДС) (3), 50 % КД (АК+АФ) (2) и 30% (АК+ОК) (4), после хранения в 10 % - ном растворе $MgCl_2$.

Заключение

Таким образом, проведены исследования по повышению водо – и солестойкости и снижению стоимости составов магниезальных вяжущих путем затворения их отходами разработки карналлитовых месторождений и использования в них комплексных добавок на основе побочного продукта производства

– активного кремнезема, а также дешевых, доступных фосфорсодержащих соединений: ортофосфорной кислоты, простого, двойного суперфосфата, аммофоса. Установлено, что добавки обладают синергетическим эффектом и лишь при совместном применении их составляющих обеспечивается снижение водопоглощения, а также существенное повышение водо- и солестойкости вяжущих. Добавки могут быть использованы в составах магнезиальных вяжущих, предназначенных для тампонажа скважин соленосных отложений.

Список литературы

1. Долгих, Л.Н. Повышение качества крепления скважин в отложениях калийно - магниевых солей при низких положительных температурах использованием коррозионностойких магнезиальных тампонажных материалов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05./ Л.Н. Долгих, Московский Институт нефти и газа им. И.М. Губкина.- М,1989.- 27 с.
2. Толкачев, Г.М. Применение магнезиальных цементов при бурении скважин и добыче нефти / Г.М. Толкачев - М: Изд.ЦП НТОНГП им. И.М.Губкина, 1987.-130 с.
3. Каримов, Н.Х. Особенности крепления скважин в соленосных отложениях / Н.Х. Каримов, Н.А. Губин.- М.: Недра,1974. -114 с.
4. Каминаскас, А.Ю. Технология строительных материалов на магнезиальном сырье/ А.Ю. Каминаскас - Рига: Изд-во «Мокслас», 1987. - 342 с.
5. Эрдман, С.В., Постникова А.Н.Водостойкие смешанные магнезиальные вяжущие / С.В. Эрдман, А.Н. Постникова // Фундаментальные исследования. 2013. № 8. – С.771-778.
6. Устинова, Ю.В. Повышение водостойкости магнезиальных вяжущих / Ю.В. Устинова, А.Е. Насонова, В.В. Козлов // Вестник МГСУ.-М. 2010. № 4. – С. 123–127.
7. Устинова, Ю.В. Магнезиальное вяжущее с добавкой микрокремнезема / Ю.В. Устинова, А.Е. Насонова, Т.П. Никифорова, В.В. Козлов // Вестник МГСУ. – М.2012. № 7. – С.147-150.
8. Зимич, В В Эффективные магнезиальные вяжущие строительного назначения: Автореф. дис. к. техн.наук - Челябинск, 2010. - 27 с.
9. Белоус, Н.Х. Применение шламов металлургического производства для повышения водостойкости магнезиальных вяжущих / Н.Х. Белоус, С.П. Родцевич, О.Н.Опанасенко, Н.П.Крутько, А.Д. Смычник // сб. докладов 3 Международной научно-практической конференции «Современные ресурсосберегающие технологии, проблемы и перспективы», 9-13 ноября 2015 г.- Одесса: Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, 2015 г. - С. 3-9.

УДК 691:620.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ АММОНИЯ ВО ВЛАЖНОМ БЕТОНЕ

Бондарь К.В., Яловая Н.П.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, kristinakhal@gmail.com

The problem of migration of ammonia in the air of residential and public buildings from reinforced concrete products during exploitation is discussed in the article. The data of potentiometric determination of ammonium ions in wet concrete samples are presented in the article. A method for the preparation of concrete samples for chemical analysis is proposed. It is shown that the potentiometric method can be the basis of express-method for the determination of ammonia.

Введение

Ежегодно строительная индустрия меняет облик городов Беларуси. Здания и сооружения стали неотъемлемой частью среды обитания человека. С течением времени изменились и требования, предъявляемые к их проектированию, архитектурному оформлению, качеству производства работ, а также к качеству строительных материалов.

При изучении бетонных и железобетонных изделий и конструкций важным аспектом является исследование и анализ сырьевых компонентов: цементов, клинкера, сырьевых смесей, минеральных добавок и иного сырья, применяемого в цементном производстве. В настоящее время большинство методов химического анализа регламентировано на уровне технических нормативных правовых актов, например в [1, 2], однако методика определения аммонийных соединений в бетонных материалах не унифицирована и не стандартизирована. Актуальность исследований наличия аммиака в данных материалах обусловливается токсическим действием этого газа на организм человека при длительном воздействии.

Целью исследования было разработать рекомендации по определению ионов аммония в цементном бетоне. Анализ литературных данных, а также учёт таких факторов как трудоемкость проведения исследований и стоимость аппаратного оформления позволили сделать выбор в пользу потенциометрического метода. Сущность метода заключается в измерении электрического потенциала, возникающего между аммоний-селективным электродом и электродом сравнения. Аммоний-селективный электрод использует гидрофобную газопроницаемую мембрану для отделения раствора образца от раствора, заполняющего электрод. Растворенный аммиак проходит через мембрану и вызывает изменение pH раствора электролита с другой стороны мембраны, которое улавливается внутренним pH-электродом ионоселективного электрода. Изменение pH пропорционально количеству растворенного аммиака и может быть измерено иономером и приведено к концентрации аммиака.

Основная часть

Для исследования был произведен отбор проб бетона на заводе-производителе бетонных и железобетонных конструкций в г. Бресте. Отобранные пробы представляли собой образцы влажного (не затвердевшего) тяжелого конструкционного бетона в возрасте 2 ч с момента затворения бетонной смеси. В составе отобранных проб имелись образцы без введения химических добавок-модификаторов, а также с введением комплексной и пластифицирующей добавок. После отбора проб в цехах завода образцы герметично упаковывали и доставляли в химическую лабораторию, где происходил процесс взвешивания и отбора аликвот для анализа.

Во время исследования было важно установить количество некристаллизационной воды, содержащейся в отобранном бетоне, поскольку образцы не подвергались процессу тепловлажностной обработки, процессы схватывания, твердения и набора прочности не завершились, кроме того была возможность расслоения строительного раствора вследствие отсутствия седиментационной устойчивости.

Согласно стандарту [3] влажность бетона определяют испытанием образцов или проб, полученных дроблением образцов после их испытания на прочность или извлеченных из готовых изделий или конструкций. Данная методика применяется для уже затвердевших тяжелых бетонов. Но поскольку анализировались образцы влажного бетона, было предложено отобрать пробы, не включающие в свой состав крупный и средний заполнитель (гравий, щебень),

т.е. с размерами частиц до 20 мм и менее. Подготовленные пробы массой около двух грамм взвешивали, ставили в сушильный шкаф и высушивали до постоянной массы при температуре $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Перед повторным взвешиванием пробы в сушильном шкафу до комнатной температуры. Постоянной считали массу пробы, при которой результаты двух последовательных взвешиваний отличались не более, чем на 0,1 %. Взвешивание производили с погрешностью до 0,0001 г. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение количества влаги в образцах влажного (не затвердевшего) бетона

Образец влажного бетона	Масса влажного бетона до сушки, г	Масса влажного бетона после сушки, г	Потеря массы в образце, масс. %	Влажность бетона по массе W_M , %
Образец 1 (без добавки)	1,9893	1,8845	5,27%	5,6%
Образец 2 (с добавкой комплексной, 0.5 масс.%)	2,0073	1,7941	10,62%	11,9%
Образец 3 (с добавкой пластифицирующей, 0.7 масс.%)	1,9994	1,7976	10,09%	11,2%

Потеря массы в образце вычислялась исходя из разницы масс влажного бетона до и после процесса сушки. Влажность бетона пробы по массе W_M в процентах вычисляли с погрешностью до 0,1% по формуле:

$$W_M = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100\% ,$$

где m_B – масса пробы бетона до сушки, г; m_C – масса пробы бетона после сушки, г.

Учёт воды содержащейся во влажной пробе позволяет рассчитать количество соединений в сухих образцах.

Для подготовки вытяжек влажного бетона отбирали пробы массой 10 г и 20 г бетонной смеси без крупного и среднего заполнителя на 200 мл воды, затем выстаивали в течение 24 часов, после чего отфильтровывали на фильтре синяя лента. Готовые растворы подвергали анализу потенциометрическим методом на наличие свободных ионов аммония. Все используемые материалы и оборудование соответствовали методике выполнения измерений [4]. Полученные данные по определению свободных ионов аммония в растворах водных вытяжек влажного бетона представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание свободных ионов аммония в водных вытяжках влажного бетона (ВБ).

Образец	Добавка	m(ВБ), г/200 мл раствора	pH	t, °C	Концентрация ионов аммония		
					pNH ₄ ⁺	c(NH ₄ ⁺), М	c(NH ₄ ⁺), г/1 кг ВБ
1Б БД	—	9,9577	11,65	19,8	3,390141	0,000407	0,146609
1Б П4	Универсал-П4	10,1403	12,32	19,6	3,387445	0,000410	0,147522
1Б ГП9а	Хидетал-ГП-9 а	10,0990	12,02	19,6	3,252616	0,000559	0,201227
2Б БД	—	20,0493	12,07	19,8	3,093517	0,000806	0,145129
2Б П4	Универсал-П4	20,0241	12,04	19,6	3,255312	0,000556	0,099991
2Б ГП9а	Хидетал-ГП-9 а	20,0982	12,30	19,6	3,468342	0,000340	0,061225

Потенциометрическое определение показало наличие ионов аммония в водных вытяжках мокрого бетона в следовых количествах как в образцах без добавок, так и в образцах с добавками. Поскольку применимость вышеупомянутой методики и потенциометрического метода ограничена наличием мешающих ионов, были проведены дополнительные исследования на наличие ионов натрия и калия в водных вытяжках, что обусловлено обратимостью ионоселективного электрода для определения ионов аммония на ионы натрия и калия и их нахождением в одной аналитической группе (первой и по сероводородной, и по кислотно-основной классификации). Полученные данные по определению мешающих ионов натрия и калия во влажном бетоне представлены в таблицах 3 и 4, соответственно.

Согласно методике выполнения измерений [4] в анализируемых растворах не допускается содержание мешающих ионов натрия в концентрациях, превышающих концентрацию ионов аммония более, чем в 300 раз, ионов водорода более, чем в 200 раз. Определению мешает присутствие ионов калия в равных соотношениях с ионами аммония. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что концентрация ионов водорода и натрия не превышает вышеуказанных значений и не мешает потенциометрическому определению ионов аммония в образцах влажного бетона. Однако, концентрация ионов калия в несколько раз превышает концентрацию ионов аммония, что фактически делает данную методику неприменимой для идентификации ионов аммония во влажном бетоне.

Таблица 3 – Содержание мешающих ионов натрия в водных вытяжках влажного бетона (ВБ).

Образец	Добавка	m(ВБ), г/200 мл раствора	pH	t, °C	Концентрация ионов натрия		
					pNa	c(Na ⁺)	c(Na ⁺), г/1 кг ВБ
1Б БД	—	9,9577	11,65	19,8	3,5085	0,000310	0,142645
1Б П4	Универсал-П4	10,1403	12,32	19,6	3,2467	0,000567	0,260650
1Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	10,0990	12,02	19,6	3,3419	0,000455	0,209343
2Б БД	—	20,0493	12,07	19,8	3,2433	0,000571	0,131349
2Б П4	Универсал-П4	20,0241	12,04	19,6	2,9662	0,001081	0,248615
2Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	20,0982	12,30	19,6	3,3198	0,000479	0,110136

Таблица 4 – Содержание мешающих ионов калия в водных вытяжках влажного бетона (ВБ).

Образец	Добавка	m(ВБ), г/200 мл раствора	pH	t, °C	Концентрация ионов калия		
					pK	c(K ⁺)	c(K ⁺), г/1 кг ВБ
1Б БД	—	9,9577	11,65	19,8	2,84515	0,001428	1,114152
1Б П4	Универсал-П4	10,1403	12,32	19,6	2,75265	0,001767	1,378620
1Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	10,0990	12,02	19,6	2,73970	0,001821	1,420347
2Б БД	—	20,0493	12,07	19,8	2,44185	0,003615	1,409985
2Б П4	Универсал-П4	20,0241	12,04	19,6	2,44555	0,003585	1,398024
2Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	20,0982	12,30	19,6	2,55840	0,002764	1,078114

В заключение следует отметить, что в случае отсутствия мешающих ионов, потенциометрическое определение ионов аммония показывает хорошую воспроизводимость результатов и может быть применено к другим объектам исследования в строительном материаловедении, например, при исследовании активных минеральных добавок или добавок-модификаторов для бетона.

Список литературы

1. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа: ГОСТ 5382–91. – Введ. 01.07.1991. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 57 с.
2. Методы испытания цемента. Часть 2. Химический анализ цемента: СТБ ЕН 196-2-2007. – Введ. 23.02.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 37 с.
3. Бетоны. Метод определения влажности = Concrets. Methods of determination of moisture content : ГОСТ 12730.2–78. – Взамен ГОСТ 12852.2–77 в части определения влажности, ГОСТ 11050–64 в части определения влажности ; введ. РБ 17.12.1992. – Минск : Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 24 с. – (Бетон).
4. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в воде и водных растворах потенциометрическим методом с помощью ионоселективных электродов «Эком- NH_4 ». – Свидет. об аттест. № 34-07 от 11.05.2007 г. – Код регистр. ФР.1.31.2007.03516. – Москва, 2007. – 8 с.

УДК 502.51

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ПРИБРЕЖНЫХ ПОЛОС НА ВОДОЕМАХ И ВОДОТОКАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСИ

Буко И.Ю.

РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г.Минск, bukoiivan@mail.ru

The article examines the development projects of establishing boundaries of water protection areas in accordance with existing legislation of the Republic of Belarus. For application of riparian buffer areas and calculate the layout of possible land use geographic information system ArcGIS.

Введение

Рост антропогенного воздействия приводит к загрязнению, засорению и истощению водных ресурсов. Особенно интенсивную антропогенную нагрузку испытывают поверхностные и подземные воды. Загрязнение рек и водоемов происходит как за счет поступления сточных и ливневых вод с городских территорий, так и за счет поверхностного смыва загрязняющих веществ с сельскохозяйственных угодий и поступления стоков с территорий животноводческих комплексов, механических мастерских и других источников загрязнения. Речные воды в результате этого загрязняются взвешенными и органическими веществами, соединениями азота, фосфора, нефтепродуктами, тяжелыми металлами. Водная и ветровая эрозия почв береговой зоны и хозяйственная деятельность на прибрежной территории приводят к заилению русла, нарушению водной и прибрежной экосистем.

С целью уменьшения загрязнения и истощения водных ресурсов в настоящее время используются такие элементы защиты водных объектов, как водоохранные зоны и прибрежные полосы водотоков и водоемов Республики Беларусь.

Основная часть

Водоохранной зоной называется территория, прилегающая к поверхностным водным объектам, на которой устанавливается режим осуществления хозяйственной и иной деятельности, обеспечивающий предотвращение их за-

грязнения, засорения. В составе водоохранных зон по берегам рек и водоемов выделяются прибрежные полосы. Прибрежной полосой называется часть водоохранной зоны, непосредственно примыкающая к поверхностному водному объекту, на которой устанавливаются более строгие требования к осуществлению хозяйственной и иной деятельности, чем на остальной территории водоохранной зоны.

Организация водоохранных зон и прибрежных полос рек и осуществление комплекса природоохранных мероприятий на этих территориях позволяет:

- улучшить гидрохимический и гидрологический режимы поверхностных вод;
- улучшить качественный состав подземных вод, дренируемых речной сетью;
- уменьшить водную и ветровую эрозию почв;
- сохранить прибрежную луговую и древесно-кустарниковую растительность;
- сохранить нерестилища рыб и места обитания наземных животных;
- улучшить инфраструктуру городской территории[3].

Нормативно-методической основой разработки водоохранных зон и прибрежных полос являются: глава 11 Водного кодекса Республики Беларусь 30 апреля 2014 года № 149-З, а также Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды) 4 мая 2015 года № 18 «О требованиях к разработке проектов водоохранных зон и прибрежных полос.

Разработка проектов водоохранных зон и прибрежных полос предусматривает проведение следующих видов работ:

- подготовительные, которые включают подбор и приобретение необходимых плано-картографических материалов, сбор и систематизацию данных и гидрологических характеристиках поверхностного водного объекта, речном стоке, площади (в том числе водосборной) и протяженности поверхностного водного объекта, его целевом использовании, источниках загрязнения поверхностных вод, а также сведений и материалов, характеризующих существующие природные условия и характер землепользования, в том числе рельеф местности и вид земель, анализ функционального использования исследуемой территории, определение уровня инженерно-технической инфраструктуры исследуемой территории;

- полевые, которые включают уточнение на местности природных условий (основных элементов рельефа, прилегающего к поверхностному водному объекту, состояния и характера использования земель, определение эрозионно-опасных участков, а также видов земель, в том числе находящихся под застройкой) с нанесением на плано-картографические материалы участков, подлежащих залужению, посеву и посадке водохозяйственных лесонасаждений, рекультивации нарушенных земель, обследование объектов, которые могут оказывать вредное воздействие на поверхностный водный объект, с целью определения условий их дальнейшей эксплуатации или выноса за пределы водоохранных зон и прибрежных полос (на плано-картографических материалах объекты, оказывающие вредное воздействие на водный объект, отображаются красным цветом и заштриховываются с присвоением порядкового номера);

- камеральных, которые включают анализ и обобщение результатов полевых работ, нанесение на плано-картографические материалы с применением ГИС-технологий границ водоохранных зон и прибрежных полос, а также мест установки

информационных знаков границ водоохранных зон и прибрежных полос, составление перечня точечных и диффузных источников загрязнения поверхностного водного объекта с проведением анализа уровня антропогенного воздействия и характера землепользования исследуемой территории, подготовку обоснования по устанавливаемым границам водоохранных зон и прибрежных полос, разработку мероприятий, направленных на сохранение и восстановление поверхностного водного объекта, составление пояснительной записки;

Проекты водоохранных зон и прибрежных полос состоят из планово-картографических материалов (на бумажном и электронном носителях) и пояснительной записки с обоснованием границ водоохранных зон и прибрежных полос (на бумажном носителе).

Границы водоохранных зон и прибрежных полос для межселенных территорий, а также границы водоохранных зон в населенных пунктах наносятся на планово-картографические материалы масштаба 1:10000. Границы прибрежных полос в населенных пунктах наносятся на планово-картографические материалы масштаба 1:2000.

Границы водоохранных зон выделяются прерывистой линией синего цвета, а прибрежных полос – прерывистой линией красного цвета.

В пояснительной записке приводятся экспликация земель в водоохранных зонах и прибрежных полосах для межселенных территорий, функциональное использование территорий водоохранных зон и прибрежных полос для населенных пунктов, характеристика объектов, расположенных в водоохранных зонах и прибрежных полосах, перечень рекомендуемых мероприятий, направленных на сохранение и восстановление поверхностного водного объекта [2].

Согласно главе 11 Водного кодекса Республики Беларусь 30 апреля 2014 года № 149-З водоохранные зоны и прибрежные полосы устанавливаются с учетом существующих природных условий, в том числе рельефа местности, вида земель, в зависимости от классификации поверхностных водных объектов и протяженности рек. Водоохранные зоны и прибрежные полосы устанавливаются от береговой линии, определяемой по состоянию на летний период. Острова и акватории водотоков включаются в состав прибрежных полос.

Для ручьев, родников водоохранные зоны совпадают по ширине с прибрежными полосами и составляют 50 метров. Водоохранные зоны и прибрежные полосы для водоемов, расположенных на водотоках, совпадают с водоохранными зонами и прибрежными полосами для этих водотоков. В населенных пунктах ширина водоохранных зон и прибрежных полос устанавливается исходя из утвержденной градостроительной документации с учетом существующей застройки, системы инженерного обеспечения и благоустройства. При наличии набережных и системы дождевой канализации ширина прибрежных полос совпадает с парапетами набережных. Ширина водоохранных зон на таких территориях устанавливается от парапетов набережных.

Минимальная ширина водоохранной зоны устанавливается для:

- водоемов, малых рек - 500 метров;
- больших, средних рек - 600 метров.

Минимальная ширина прибрежной полосы устанавливается для:

- водоемов, малых рек - 50 метров;
- больших, средних рек - 100 метров.

Водоохранные зоны и прибрежные полосы не устанавливаются для:

- рек и ручьев (их частей), заключенных в закрытый коллектор;
- каналов мелиоративных систем;

- временных водотоков, образованных стеканием талых или дождевых вод;
- технологических водных объектов;
- прудов-копаней.

Границы водоохранных зон и прибрежных полос устанавливаются местными исполнительными и распорядительными органами в составе проектов водоохранных зон и прибрежных полос, а в случае их отсутствия - отдельно.

Проекты водоохранных зон и прибрежных полос разрабатываются специализированными организациями, осуществляющими деятельность в области охраны окружающей среды, в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Границы водоохранных зон и прибрежных полос на местности обозначаются информационными знаками, форма и места установки которых определены техническим нормативным правовым актом Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь «Знаки информационные особо охраняемых природных территорий и водоохранных территорий». Установку информационных знаков обеспечивают городские, районные исполнительные и распорядительные органы.

Информация о границах водоохранных зон и прибрежных полос, режиме осуществления хозяйственной и иной деятельности в водоохранных зонах и прибрежных полосах доводится до сведения заинтересованных юридических лиц и граждан, в том числе индивидуальных предпринимателей, местными исполнительными и распорядительными органами посредством опубликования этой информации в средствах массовой информации и размещения на своих официальных сайтах.

Границы водоохранных зон и прибрежных полос должны быть приведены в соответствие с существующим Водным кодексом до конца 2020 года [1].

В настоящее время разработан проект водоохранных зон и прибрежных полос Горецкого района Могилевской области. Основным программным средством при установлении границ водоохранных зон и прибрежных полос являлась геоинформационная система ArcGIS. С помощью данной ГИС на топооснову были нанесены границы водоохранных территорий для 165 водных объектов, а также рассчитана экспликация земель в населенных пунктах и на межселенных территориях.

Заключение

Приведение проектов водоохранных зон и прибрежных полос в соответствие с требованиями Водного кодекса Республики Беларусь послужат информационной базой для подготовки экологических условий на проектирование объектов различного уровня и стадийности, определения требований к условиям функционирования хозяйственных объектов и степени их юридической ответственности за состояние используемой территории, а также контроля за организацией природоохранной деятельности в пределах водоохранных территорий.

Список литературы

1. Водный кодекс Республики Беларусь 30 апреля 2014 года № 149-З.
2. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь «О требованиях к разработке проектов водоохранных зон и прибрежных полос» 4 мая 2015 года № 18.
3. Разработка водоохранных зон больших и средних рек на территории республики : [Беларусь] / А.А. Федяев, П.П. Рутковский, Г.В. Васильченко, Н.С. Шевцова, А.А. Таратунин, В.Ф. Романова, В.И. Сиротенко. – С. 92-99. Водные ресурсы: (информационные материалы) / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, РУП «ЦНИИКИВР», - № 19.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ НУЖД ГОРОДА БРЕСТА

Волчек Ан.А.¹, Хевук П.В.², Шпока Д.А.¹

¹Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь

²Коммунальное производственное унитарное предприятие «Брестводоканал», pavelchevuk@mail.ru

The article deals with the groundwater quality assessment on the following parameters: total iron, manganese, turbidity, color, pH value, Total hardness, ammonia, nitrites, nitrates, sulfates, fluorides, chlorides, for drinking needs of the city of Brest, in modern conditions.

Введение

Беларусь располагает достаточными ресурсами возобновляемых пресных поверхностных и подземных вод для удовлетворения как текущих, так и ожидаемых в перспективе потребностей в воде. В среднем по водности год ресурсы речных вод в Республике Беларусь составляют 57,9 км³, а естественные ресурсы пресных подземных вод – 15,9 км³, в то время как отбор вод на бытовые и хозяйственные нужды не превышает 5-7% от ежегодно возобновляемых водных ресурсов. Кроме того, более половины от объема забираемой воды после очистки повторно сбрасывается в водные объекты.

К настоящему времени интенсивная хозяйственная деятельность на территории республики уже привела к серьезной деградации ее водного фонда. Почти повсеместно сохраняется тенденция ухудшения качества поверхностных и грунтовых вод, учащаются случаи техногенного загрязнения глубоких водоносных горизонтов. Таким образом, исследование качества подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, является актуальной задачей, для безопасной жизни населения и требует постоянного контроля.

Исходные данные и методы исследования

Основными исходными материалами при исследовании подземных вод г.Бреста послужили данные химического анализа КПУП «Брестводоканал» по скважинам Граевского, Мухавецкого, Западного и Северного водозаборов за период с 1999 по 2015 гг. Критерием отбора скважин для исследования является максимальное содержание железа в подземных водах, так как оно превышает допустимые нормы не только в районе г. Бреста, но для Беларуси в целом.

Временная изменчивость химических показателей исследовалась с помощью стохастических методов. Для оценки трансформации гидрохимического режима подземных вод в основном использовались линейные тренды, значимость которых определялась коэффициентами корреляции. В зависимости от хронологического хода того или иного элемента использовались также и нелинейные тренды. Оценка изменения временных рядов оценивалась градиентом изменения (α), т.е. величиной численно равной коэффициенту регрессии (a) умноженному на 10 лет ($\alpha = a \cdot 10$ лет). Значимость коэффициента корреляции установлена на 5 %-ом уровне ($r_{кр} = 0,444$).

Нормативные требования к качеству питьевой воды в Республике Беларусь определяются Санитарными правилами и нормами СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», Санитарными нормами и правилами «Требования к физиологической полноценности питьевой воды» утв. Постановлением № 166 от 25.10.2012г., СанПиН «Требования к радиационной безопасности», Гигиеническими нормативами «Критерии оценки радиационной безопасности», утв. Постановлением №213 от 28.12.2012г.

В соответствии с СанПиН 10-124 РБ 99 концентрации химических веществ, присутствующие в воде в результате промышленного, сельскохозяйственного и бытового загрязнений, не должны превышать предельно допустимые концентрации этих веществ (таблица 1).

Таблица 1 – Нормативы обобщенных показателей и наиболее распространенных химических веществ в питьевой воде

Наименование показателя	Единица измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более	Класс опасности
Обобщенные показатели			
Водородный показатель	единицы рН	в пределах 6-9	
Жесткость общая	ммоль/дм ³	7,0 (10) ₁	
Неорганические вещества			
Железо (Fe, суммарно)	мг/дм ³	0,3 (1,0) ₁	3
Марганец (Mn, суммарно)	мг/дм ³	0,1 (0,5) ₁	3
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	мг/дм ³	45	3
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	500	4
Фториды (F ⁻)	мг/дм ³	1,5	2
Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	350	4

Примечание. Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

Благоприятные органолептические свойства воды определяются ее соответствием нормативам, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические свойства воды

Наименование показателя	Единица измерения	Норматив, не более
Цветность	градусы	20(35)
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по коалину)	2,6(3,5) 1,5(2)

Примечание. Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

Результаты и их обсуждение

Анализ железа общего (рисунок 1) показал, что содержание железа за исследуемый период выше ПДК (ПДК_{Fe}=0,3 мг/дм³) по всем водозаборам, исключение составляет водозабор «Северный», где концентрация ближе всего к

норме. Пиковые концентрации железа приходятся на 2009-2010 гг. (водозаборы «Граевский», «Мухавецкий», «Западный»). В среднем по водозабору содержание железа колеблется от 1,8 мг/дм³ (водозабор «Мухавецкий») до 2,2 мг/дм³ (водозабор «Граевский»). С 2000-х годов практически на всех станциях отмечается содержание железа выше среднего многолетнего. Содержание железа значительно превышает ПДК.

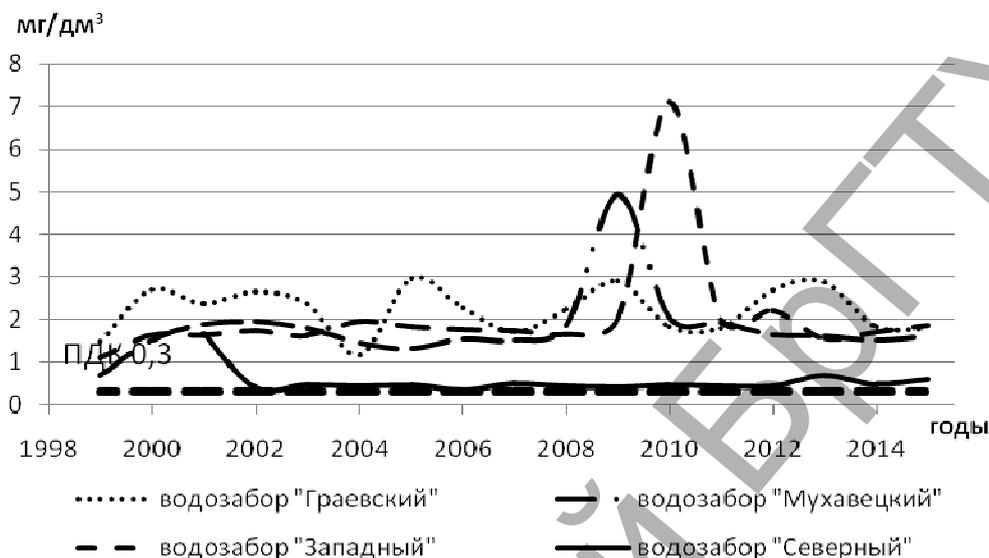


Рисунок 1 – Содержание железа общего в подземных водах водозаборов г.Бреста

Средний показатель по марганцу колеблется от 0,05 мг/дм³ до 0,071 мг/дм³ по всем водозаборам мг/дм³. С 1999 по 2007 гг. практически на всех станциях отмечается содержание марганца выше среднего (рисунок 2), но находится в пределах ПДК_{Mg}= 0,1 мг/дм³.

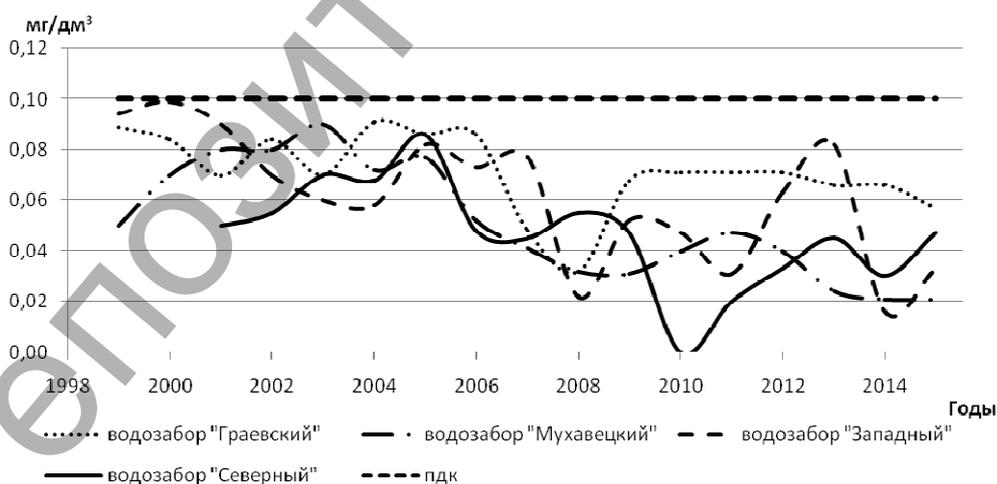


Рисунок 2 – Содержание марганца в воде водозаборов г.Бреста

Мутность в подземных водах колеблется от 1,2 мг/дм³ до 1,7 мг/дм³, по водозабору «Северному» – 0,33 мг/дм³, что значительно превышает ПДК= 1,5 мг/дм³. Как показал анализ в 2001-2003 гг. данный показатель был выше средних значений на водозаборах «Граевский», «Мухавецкий», «Северный», с 2007 по 2009 гг. – «Граевский» и «Мухавецкий», в 2005 г. выделяются водозаборы «Граевский» и «Северный» (рисунок 3).

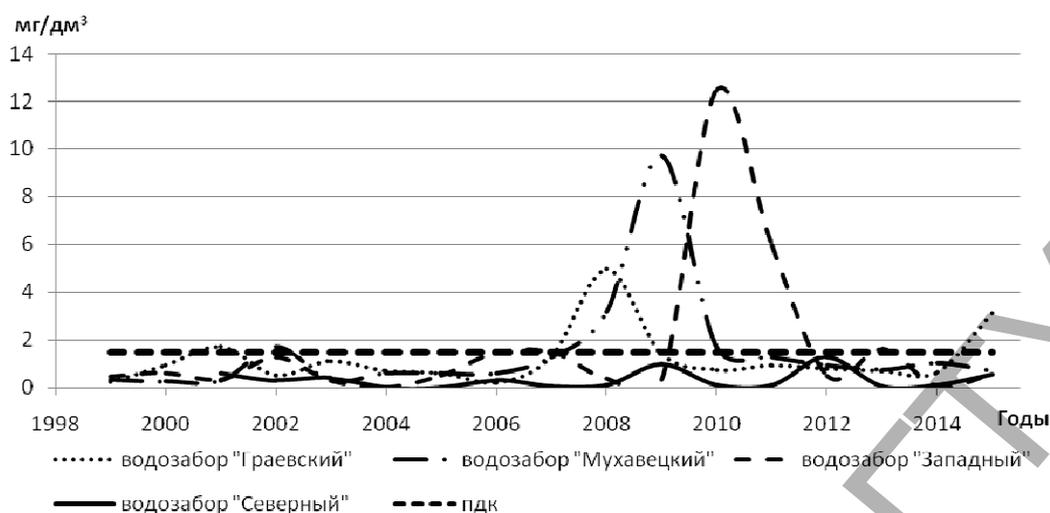


Рисунок 3 – Мутность по водозаборам г.Бреста

Средний показатель по цветности колеблется от 25 мг/дм³ до 30 мг/дм³ (ПДК=20 мг/дм³) по водозаборам «Граевский», «Мухавецкий» и «Западный», по водозабору «Северному» – 19 мг/дм³ (рисунок 4). За последние 10 лет превышение ПДК наблюдались в 2009-2011, 2015 гг. (водозабор «Западный») и в 2012, 2015 гг. (водозабор «Граевский»).

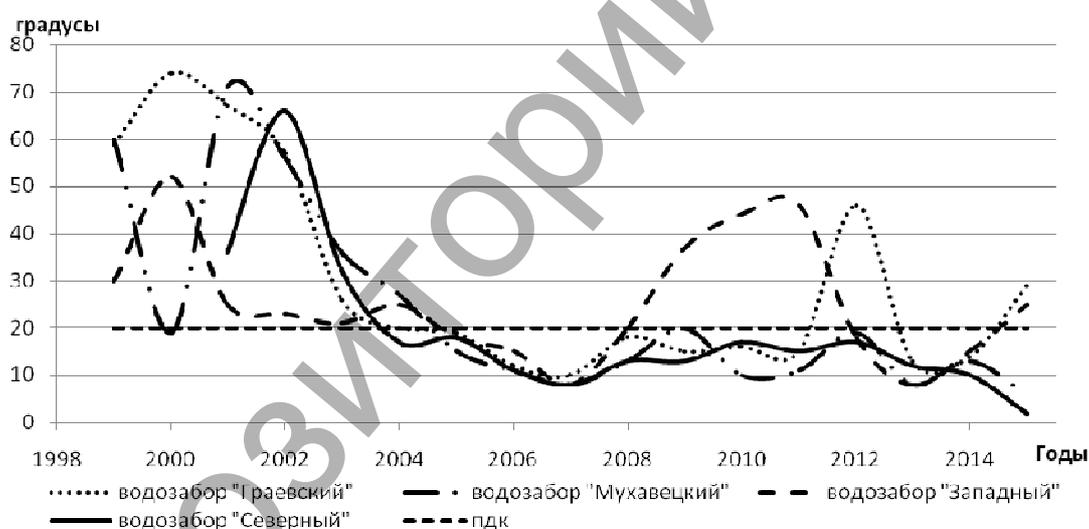


Рисунок 4 – Цветность по водозаборам г.Бреста

В зависимости от уровня pH воды делятся на несколько групп (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика вод по pH

Тип воды	Величина pH	Тип воды	Величина pH
сильнокислые воды	< 3	слабощелочные воды	7.5 – 8.5
кислые воды	3 – 5	щелочные воды	8.5 – 9.5
слабокислые воды	5 – 6.5	сильнощелочные воды	> 9.5
нейтральные воды	6.5 – 7.5		

Уровень рН подземных вод находится в пределах от 7 до 7,8 по всем водозаборам (рисунок 5), согласно таблице 3 они являются нейтральными и слабо-щелочными. Для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень рН в диапазоне от 6 до 9, чему и соответствует вода в водозаборах.

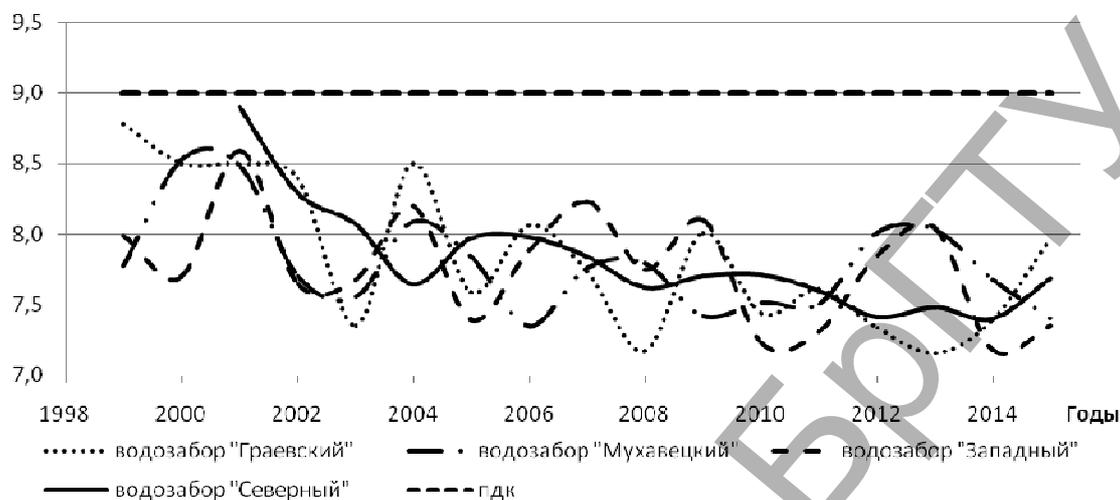


Рисунок 5 – Водородный показатель подземных вод г.Бреста

Общая жесткость подземных вод колеблется от 3,3 моль/м³ до 4 моль/м³ по всем водозаборам, что не превышает ПДК = 7,0 моль/м³ (рисунок 6).

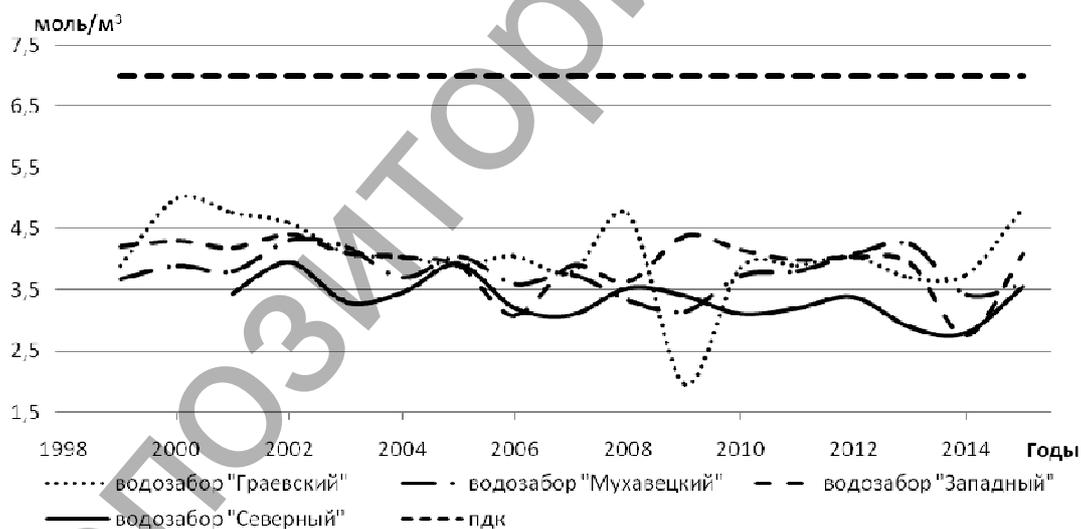
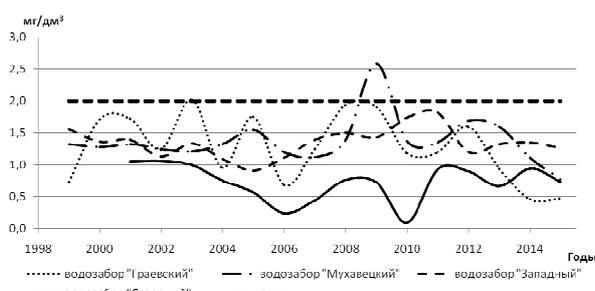


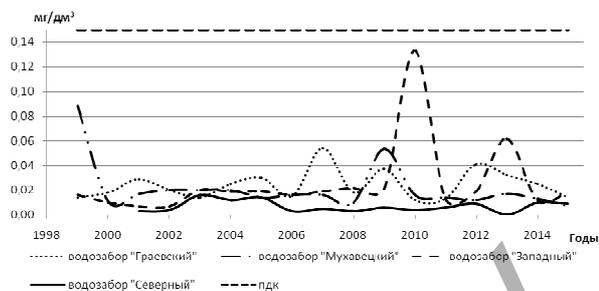
Рисунок 6 – Жесткость общая по водозаборам г.Бреста

На рисунке 7 представлена динамика содержания основных химических показателей в подземных водах водозаборов г.Бреста. Среднее содержание аммиака колеблется от 1,28 до 1,38 мг/дм³ по водозаборам «Граевский», «Мухавецкий» и «Западный», по водозабору «Северному» – 0,72 мг/дм³.

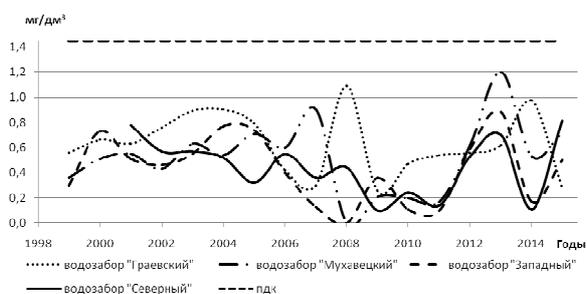
Средний показатель по нитритам и нитратам колеблется от 0,021 мг/дм³ до 0,025 и 0,45 до 0,65 мг/дм³ соответственно по водозаборам «Граевский», «Мухавецкий» и «Западный», по водозабору «Северному» – 0,007 мг/дм³. Содержание соединений азота ниже ПДК.



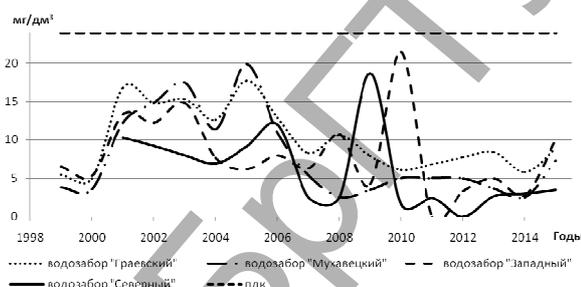
аммиак



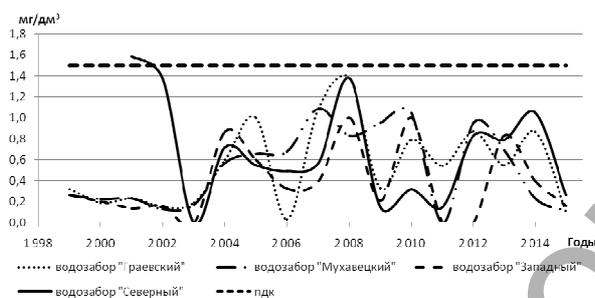
нитриты



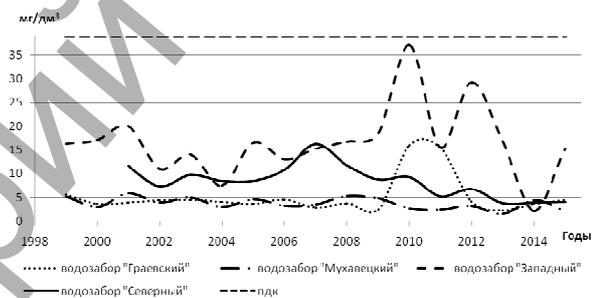
нитраты



сульфаты



фториды



хлориды

Рисунок 7 – Содержание основных химических показателей в подземных водах водозаборов г.Бреста

Средняя концентрация сульфатов по водозаборам колеблется от 6,5 до 10,7 мг/дм³, с 2001 по 2006 гг. хотя и отмечается рост по всем исследуемым точкам, но значительно ниже ПДК.

Средний показатель по фторидам колеблется от 0,45 мг/дм³ до 0,73 мг/дм³ по всем водозаборам и находится в пределах ПДК.

Среднее содержание хлоридов находится ниже ПДК и колеблется от 3,8 мг/дм³ до 16,6 мг/дм³ по всем водозаборам.

В целом, как видно из рисунка 7, содержание химических веществ в подземных водах г. Бреста не превышает ПДК, за исключением концентрации аммиака в 2009 году на водозаборе «Мухавецки».

Исходя из статистического анализа выявлена тенденция сокращения концентрации химических веществ в подземных водах и на ближайшую перспективу ухудшения качества подземных вод не предвидется. Некоторое увеличение мутности находится в пределах ошибки определения, что подтверждается статистически незначимым коэффициентом корреляции.

Таблица 4 - Градиенты изменения среднегодовых концентраций приоритетных веществ в подземных водах г. Бреста

Водозабор	Мутность, мг/дм ³	Цветность, градусы	Водородный показатель (рН)	Жесткость общая, моль/м ³	Аммиак, мг/дм ³	Нитриты, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	Железо общее, мг/дм ³	Марганец, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Фториды, мг/дм ³	Хлориды, мг/дм ³
Граевский	$\frac{5,3}{0,23}$	$\frac{-0,27}{0,6}$	$\frac{-7,3}{0,696}$	$\frac{-3,6}{0,268}$	$\frac{-3,6}{0,351}$	$\frac{0,0}{0,152}$	$\frac{-1,0}{0,21}$	$\frac{-1,0}{0}$	$\frac{-1,0}{0,49}$	$\frac{-31,4}{0,38}$	$\frac{2,5}{0,326}$	$\frac{13,6}{0,170}$
Мухавецкий	$\frac{8,7}{0,2}$	$\frac{-288}{0,73}$	$\frac{-3,0}{0,444}$	$\frac{-3,3}{0,394}$	$\frac{0,3}{0,032}$	$\frac{-0,1}{0,397}$	$\frac{0,8}{0,145}$	$\frac{3,4}{0,2}$	$\frac{-0,3}{0,809}$	$\frac{-46,3}{0,425}$	$\frac{1,7}{0,239}$	$\frac{-2,6}{0,521}$
Западный	$\frac{14,5}{0,237}$	$\frac{-55,3}{0,217}$	$\frac{-3,4}{0,442}$	$\frac{-1,5}{0,235}$	$\frac{0,6}{0,148}$	$\frac{0,1}{0,303}$	$\frac{-1,0}{0,202}$	$\frac{6,3}{0,241}$	$\frac{-0,3}{0,69}$	$\frac{-25,1}{0,243}$	$\frac{1,0}{0,148}$	$\frac{15,0}{0,095}$
Северный	$\frac{1,0}{0,118}$	$\frac{-238}{0,685}$	$\frac{-6,9}{0,801}$	$\frac{-3,7}{0,516}$	$\frac{-1,0}{0,161}$	$\frac{-0,0}{0,122}$	$\frac{-1,1}{0,224}$	$\frac{-2,0}{0,286}$	$\frac{-0,2}{0,559}$	$\frac{-58,3}{0,517}$	$\frac{-3,1}{0,286}$	$\frac{-46,7}{0,605}$

Примечание. В числителе приведены градиенты α мг/дм³/10лет, в знаменателе – коэффициенты корреляции. Выделены статистически значимые параметры.

Заключение

Питьевая водопроводная вода в г.Бресте в полной степени отвечает действующим санитарным нормам и требованиям после соответствующей очистки.

В результате проведенных исследований содержания химических элементов в подземных водах г. Бреста установлено:

- в пределах нормы (водородный показатель, фториды)
- выше нормы (железо, жесткость общая, мутность, цветность)
- ниже установленных ПДК (соединения азота, сульфаты, хлориды)

Список литературы

1. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99. – Минск, 1999. – 48 с.

2. Основные показатели качества воды [Электронный ресурс]. – Киров, 2016. – Режим доступа : – Дата доступа: 31.01.2016.

УДК 553.982:550

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ЗАГРЯЗНЕННЫМИ ВОДАМИ

Гаджиева С.Р., Кадырова Э.М., Рустамова У.Н., Рафиева Х.Л.

Бакинский государственный университет, г.Баку, Азербайджанская Республика, elmina2010@mail.ru

In this article, it was investigated the purification of contaminated (waste) water essentially of muddy oil absorption and some polymeric sorbents (bio oils). It has proved that in heptane's or hexane's medium the muddy water can be cleaned with oil bio sorbents. A number of tests were carried out in the sea and ground water.

Введение

Ученые считают, что обострение экологического кризиса связано с несовершенством технологий, иными словами, с чрезвычайными антропогенными нагрузками на биосферу. В результате антропогенного воздействия на биосферу Земля загрязнена и продолжает загрязняться токсичными загрязнителями различных видов. Используются различные методы для исследования и решения серьезных экологических проблем [1].

Основная часть

Высокая степень загрязнения Каспийского моря и самое главное- уничтожение флоры и фауны гидросферы является очень важной проблемой. В настоящее время очищение и защита гидросферного слоя исследуются и разрабатываются новые эффективные способы очистки воды. Существуют физические, химические и биологические методы очистки загрязненной воды. Тем не менее, химические методы для качественной очистки воды очень важны, поскольку позволяют изменить состав воды с помощью природных и синтетических сорбентов. С этой целью были использованы различные сорбенты природного происхождения для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды и взяты пробы морской воды (из районов Сахиль и Шихово) Каспийского моря. В среде гексана или гептана с биосорбентами происходил сбор нефти и нефтепродуктов с помощью масел растительного происхождения. С этой целью 2-3 пробы были взяты из добываемой в регионе местной нефти и были изучены их физические и химические свойства [2].

Таблица 1 – Важные показатели анализа процесса очищения морской воды с помощью биомасел

касторовое масло				соевое масло				оливковое масло			
К	морская вода, мл	h, мл	S, см ²	К	морская вода, мл	h, мл	S, см ²	К	морская вода, мл	h, мл	S, см ²
2,95	40	0,016	31,25	2,50	40	0,019	26,3	2,42	40	0,003	27,2
2,16	45	0,0146	34,24	2,30	45	0,0175	28,57	3,63	45	0,002	26,34
2,10	50	0,0129	38,465	2,04	50	0,017	29,41	3,74	50	0,018	27,76

Для анализа собирательной и диспергирующей способности реагентов использовалась характеристика- кратность собирания. Кратность собирания характеризует эффективность собирающей способности реагентов и представляет собой отношение исходной площади к площади поверхности пятна, которое образуется под действием реагента. Если исходная площадь нефтяного пятна соответствует значению S_1 , а площадь нефтяного пятна после действия реагента S , то $K = S_1/S$.

Чем эффективнее реагент, тем меньше площадь пятна, образовавшегося после действия реагента, и тем больше значение K в данном конкретном случае. Влияние толщины нефтяной пленки на характер собирания было исследовано на пресной и морской воде. Было установлено, что увеличение толщины нефтяной пленки, как на пресной, так и на морской воде приводит к уменьшению продолжительности удержания нефтяного пятна.

В нашем случае для создания тонких нефтяных пленок в лабораторных условиях была использована нефть месторождения Нефть дашлары и имени 28мая. Для этого в чашку Петри наливается 30-40 мл морской воды, на поверхность которой капают (0,2-0,5 мл) несколько капель нефти. Спустя 3-4 часа нефть разливается по водной поверхности и образует нефтяное пятно. Толщину нефтяной пленки определяют по соотношению

$$h = V/S$$

где h -толщина пленки, V -объем добавленной нефти(мл), S -площадь нефтяного пятна (см²) [3].

Исследование собирательной и диспергирующей способности исходных компонентов показало, что такие растительные масла, как соевое, оливковое, касторовое и др. масла в чистом виде не обладают данными свойствами, а гептан или гексан обладают слабыми собирающими свойствами. При добавлении гептана или гексана на тонкую нефтяную пленку наблюдается выраженный эффект собирания. Растекание нефтяного пятна начинается уже спустя 40-50 минут [3].

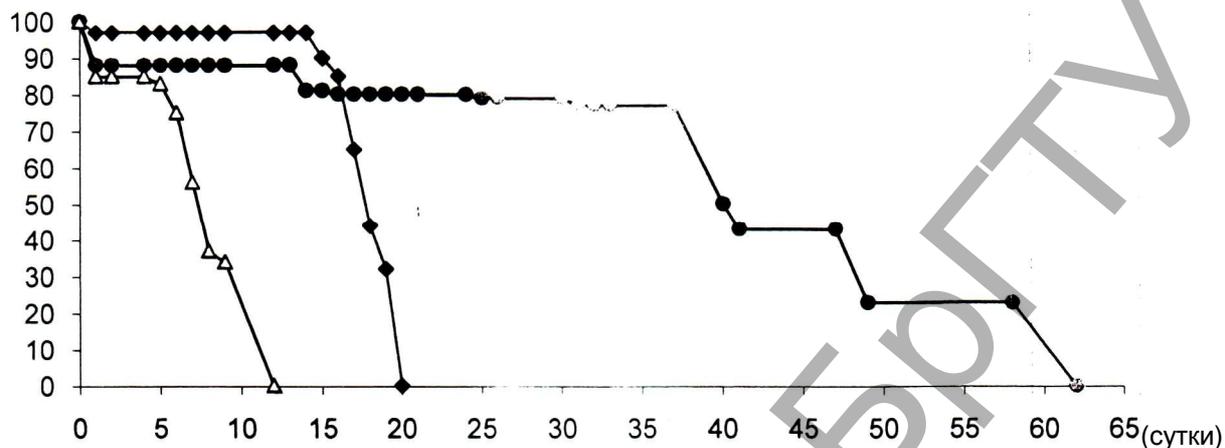


Рисунок 1 – Зависимость между временем и поглощением нефти

Анализ проб проводился в Каспийской Экологической Лаборатории СЕЛ, используя общепринятые международные процедуры. Общие углеводороды нефти анализировались с использованием газового хроматографа с пламенно-ионизационным детектором HP6890 (Agilent, США), оснащенный колонкой ZB-1 (Phenomenex, США). Качественный анализ полициклических ароматических углеводородов и фенолов проводился на газовом хроматографе HP6890 с масс-селективным детектором HP5975, (Agilent, США), оснащенный колонкой ZB-5 (Phenomenex, США). В качестве газа-носителя для анализов использовался гелий. Особые меры были приняты для предотвращения загрязнения от стеклянной посуды, тефлона, стальных материалов, для чистки посуды использовались деионизированная вода и метилен хлорид [4].

Нашей целью было определить диспергирующие характеристики биологических масел. С помощью этих веществ можно диспергировать нефть и физико-химическими методами очищать загрязненную воду. Исследования проводились в лабораторных условиях. Очищение воды в больших количествах важно, так как это отражается на фауне и флоре. По пищевой цепи различные токсиканты попадают в человеческий организм, что приводит к не желательным заболеваниям.

Нами проводился ряд экспериментов, в основе которых опять стоит экологическое загрязнение. Однако вода загрязняется не нефтью и нефтепродуктами, но также и другими веществами. Морская вода загрязняется и очень опасным газом-метаном. Загрязнение метаном приводит к очень опасному экологическому загрязнению -глобальному потеплению. Для улавливания этого токсичного газа используется ряд адсорбентов и другие более эффективные методы. Но полного очищения добиться очень трудно и, конечно же, в какой-то мере загрязняется флора и фауна. Это загрязнение отражается и в атмосфере. Метан, накапливаясь в атмосфере, способствует потеплению и загрязнению воздуха, что приводит к очень опасным заболеваниям [5].

Определение физическо - химического состава морской воды и грунтовых вод (Каспийское море-часть Бабек) показано в таблице 2 и 3.

Известно, что в глубине морей и океанов в большом количестве обнаружен метан, растворенный в нефтяных запасах. Тем не менее, с точки зрения экологических процессов этот газ очень опасен, так как вызывает глобальные проблемы потепления.

Таблица 2 – Результаты анализа морской воды

Станции	Глубина моря	Ширина	Длина	Температура, °С	pH	Сухой остаток, мг/л	Окислит.-восстановит. потенциал, мВ
1	123	39°40'28"	50°01'45"	25	8,21	11,23	10,3
2	143	39°40'20"	50°02'03"	25	8,01	12,142	12,2
3	166	39°40'12"	50°02'21"	25	7,71	13,4	11,7
4	191	39°40'04"	50°02'39"	25	7,99	17,81	5,66
5	148	39°39'56"	50°01'33"	25	7,21	16,36	4,98
6	175	39°39'48"	50°01'51"	25	7,33	11,6	5,50

Таблица 3 – Результаты анализа грунтовых вод

Станции	Глубина моря	Ширина	Длина	Температура, °С	pH	Сухой остаток, мг/л	Окислит.-восстановит. потенциал, мВ
1	120	39°40'28"	50°01'45"	25	6,41	20,05	3,71
2	143	39°40'20"	50°02'03"	25	6,93	19,71	4,35
3	166	39°40'12"	50°02'21"	25	7,21	18,64	4,07
4	191	39°40'04"	50°02'39"	25	7,05	19,36	3,92
5	148	39°39'56"	50°01'33"	25	6,34	17,23	4,21
6	175	39°39'48"	50°01'51"	25	7,42	16,45	3,36

С другой стороны, промышленные аварии, вызванные наличием больших количеств метана в атмосфере, могут привести к экологическим бедствиям [6].

Знаем, что атмосферные газы (кислород, азот, аргон) не поглощают тепловое излучение с земной поверхности, а рассеивают его. Однако в результате сжигания горючих ископаемых и других производственных процессов в атмосфере накапливаются: углекислый газ, угарный газ, различные углеводороды (метан, этан, пропан и др.), которые не рассеивают, а поглощают тепловое излучение, идущее от поверхности Земли.

Метан поступает в атмосферу из разных источников, которые можно разделить на 3 категории: природные, антропогенные и квазиприродные. В число последних входят такие природные источники метана, которые тем не менее находятся под прямым или косвенным контролем человеческой деятельности.

В природных условиях метан образуется высоко специализированными анаэробными микроорганизмами-метаногенами. Субстратами для них служат уксусная кислота, метанол, метиламин, метилмеркаптан и смесь CO₂ и H₂. Все эти соединения продукты жизнедеятельности целого сообщества других анаэробных микроорганизмов-деструкторов, осуществляющих стадийное разложение мертвого органического вещества.

Наиболее активно микробиологический синтез CH₄ протекает в богатых органическим веществом и бедных кислородом донных отложениях пресноводных водоемов, морей и переувлажненных почвах-болотах и сезонно-затопленных территориях. Образующийся метан диффундирует вверх по почвенному разрезу, либо поднимается со дна вместе с другими газами в форме пузырьков.

Однако основная часть метана не достигает дневной поверхности вследствие поглощения аэробными бактериями -метанотрофами.

Таким образом, выход из зоны генерации в атмосферу обусловлен возможностью прорыва метана через стоящий на его пути весьма эффективный «бактериальный фильтр». Однако, если водные экосистемы подвержены сильному антропогенному влиянию, то «бактериальный фильтр» не работает и CH_4 беспрепятственно попадает в атмосферу. Таким образом, он присоединяется к парниковым газам.

Квазиприродные источники CH_4 сопряжены главным образом с сельскохозяйственным производством. Образование его в данном случае также объясняется деятельностью микроорганизмов-метаногенов в почвах, занятых под выращивание риса, а также обитающих в пищеварительном тракте сельскохозяйственных животных и некоторых видов насекомых-фитофагов.

Заметный вклад в глобальный поток CH_4 вносят также свалки т.е. бытовых отходов, предприятия по переработке бытовых стоков и отходов животноводства.

Исходящий из выше перечисленных источников CH_4 , накапливается в атмосфере, изменяя ее химический состав.

Возникающий таким образом экран и приводит к появлению парникового эффекта — глобального потепления. Глобальное потепление является одним из наиболее значимых последствий антропогенного загрязнения биосферы. Оно проявляется как в изменении климата, так и биосферы: продукционного процесса в экосистемах, сдвига границ растительных формаций, изменения урожайности сельскохозяйственных культур. Особенно сильные изменения могут коснуться высоких и средних широт. По прогнозам именно здесь наиболее заметно повысится температура атмосферы. Природа этих регионов особенно восприимчива к различным воздействиям и крайне медленно восстанавливается [5,6]. Парниковый эффект по своей природе радиационный, однако при оценке климатических изменений необходимо учитывать также и другие климатообразующие факторы. В их числе могут быть выделены следующие:

- радиационная, связанная с изменением излучательной способности атмосферы при изменении ее температуры и влажности;
- конденсационная, обусловленная изменением скрытого потока тепловой энергии вследствие увеличения влагосодержания атмосферы при усилении парникового эффекта;
- конвективная, объясняющаяся изменением прямой передачи теплоты приземному воздуху, от интенсивности которой зависит развитие восходящих потоков в атмосфере;
- облачная, связанная с изменением плотности облачного покрова и высоты верхней его границы.

Кроме химических загрязнителей, в природной среде встречаются и биологические, вызывающие у человека различные заболевания. Это болезнетворные микроорганизмы, вирусы, гельминты, простейшие. Они могут находиться в атмосфере, воде, почве, в теле других живых организмов, в том числе и в самом человеке. Наиболее опасны возбудители инфекционных заболеваний. Они имеют различную устойчивость в окружающей среде.

Заключение

Сегодня уже можно заранее прогнозировать экологические проблемы (парниковый эффект, глобальное потепление и т.д.). С ростом нанотехнологии можно очень четко определить качество воздуха, воды и почвы. С помощью измерительных методов определяют конкретный объект. Как мы уже знаем, экология как наука является очень актуальной. Для накопления экологических знаний проводятся многие анализы. Основные эффекты теплового баланса

Земли в результате воздействия парниковых газов могут быть размещены в следующем порядке. Водяной пар, диоксид углерода, метан, озон, сульфид, фреоны и оксид азота. Количество углекислого газа в атмосфере в начале индустриальной эпохи было 280 ppm, но оно увеличилось до 380 ppm. Это считается основной причиной глобального потепления. Тем не менее, увеличение количества метана в атмосфере может привести к более серьезным проблемам. Метан более опасен, чем диоксид углерода, так как этот газ в 21-25 раз больше способствует образованию парникового эффекта. Поэтому, количество метана в атмосфере и в его источниках должны измеряться постоянно для профилактики очень важной экологической проблемы.

Основная литература

1. Богдановский, Г. А. Химическая экология: учеб. пособ. / Г.А. Богдановский. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 238 с
2. Хант, Дж. Геохимия и геология нефти и газа: пер. с англ. / Дж. Хант; ред.: Н.Б. Вассоевич, А.Я. Архипов – М.: Мир, 1982. – 704 с.
3. Гаджиева, С. Р.. Очистка сточных вод загрязненных нефтью и нефтепродуктами / С. Р. Гаджиева, Э. М. Кадырова, М. В. Бандалиева, Х. Л. Рафиева // European Applied Sciences (ORT Publishing, Germany). – 2013. – No. 12. – p.120–123.
4. Тиссо, Б. Образование и распространение нефти: пер. с англ. / Б. Тиссо, Д. Вельте. – М.: Мир, 1981. – 501 с.
5. Химия нефти и газа: учеб. пособие / А. И. Богомолов [и др.] ; ред.: В.А. Проскураков, А. Е. Драбкин. – Ленинград: Химия, 1989. – 422 с.
6. Щербань, О.В. Некоторые общие черты катагенетической эволюции реликтовых углеводородов органического вещества пород / О.В. Щербань // Эволюция нефтегазообразования в истории Земли. – М., 1984. – с. 258-259.

УДК 553.97

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФИЛЬТРАЦИИ ТАЛЫХ ВОД ПРИ ПЕРЕМЕННОМ УРОВНЕ ГРУНТОВЫХ ВОД И ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНИКАХ

Глушко К.А.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь vig.bstu@tut.by

Established the absolute value of the infiltration of meltwater on drained peatlands for two stages. The first stage - during snowmelt, the second phase corresponds to the period of transition of surface runoff into groundwater. The main factors influencing the infiltration process.

Введение

Управление водным режимом осушенных территорий невозможно без научно обоснованных мелиоративных мероприятий, основой которых является знание физических свойств почв и возможности желаемого их изменения. В частности, для выполнения гидрологических расчетов при проектировании мелиоративных систем, расчета междренних расстояний, установления расчетных расходов сбросных сооружений и др. необходимо знание закономерностей инфильтрации талых вод и ее абсолютной величины. Ввиду сложности проведе-

ния экспериментальных работ и большой их трудоемкости в научной литературе применительно к осушенным торфяникам Белорусского Полесья отсутствуют данные по инфильтрации талых вод. Полученные автором данные могут быть использованы в качестве поверочных величин при внедрении в практику гидрологических и агрометеорологических расчетов математических моделей. В задачу исследований входит установление абсолютных величин инфильтрации талых вод и установление функциональных зависимостей от внешних факторов.

Основная часть

Методика проведения полевого эксперимента формировалась под решение поставленной задачи. В связи с этим исследование инфильтрации талых вод было разбито на два этапа. Первый этап включал исследование инфильтрации до уровня грунтовых вод во время снеготаяния, когда возможно появление поверхностного стока, второй – исследование инфильтрации талой воды из микропонижений.

Для исследования инфильтрации талой воды на первом этапе в предпаводковый период, обычно в середине февраля, по шести точкам опытного участка отрывались шурфы глубиной 1,0 м. В шурфах с южной затененной стороны на глубине около 80,0 см. отрывались горизонтальные ниши шириной 40-50 см. и длиной как можно дальше от вертикальной стенки. Обычно эта величина, исходя из физических возможностей, составляла около 60 см. Потом в свод ниши домкратом вдавливались цинковые цилиндрические емкости (поливальные лейки с обрезанным верхом). Емкости были оборудованы пьезометрической шкалой и патрубками для отвода проинфильтровавшейся воды в емкость. Дно емкости покрывалось слоем стеклохолста и промытым гравийным фильтром толщиной 1,0-1,5 см. На поверхности почвы снежный покров сохранялся ненарушенным, в естественной структуре. Учитывая небольшую площадь приемной поверхности емкости, замеры объема проинфильтровавшейся воды производились один раз в сутки с 9 до 10 часов. Параллельно фиксировалось состояние снежного покрова на исследуемой поверхности и степень его схода. Среднесуточная интенсивность инфильтрации i (мм/сут) была определена по формуле

$$i = \frac{10 \cdot V}{S \cdot \tau_{\phi}} \cdot 1440 \quad (1)$$

где V - объем проинфильтровавшейся воды, мм; S - площадь емкости, см; τ_{ϕ} - фактическое время между двумя измерениями, мин; i - величина инфильтрации, мм/сут.

Второй этап исследований соответствовал бесснежному периоду паводка, когда часть талой воды поверхностным стоком была аккумулирована в микропонижениях. Исследование инфильтрации талой воды осуществлялось путем регулярных инструментальных измерений уровня воды в микропонижениях. Наблюдения за уровнем велись по шести микропонижениям, расположенным в непосредственной близости от точек установки лизиметрического оборудования. Отсчет за уровнем воды велся от репера в виде деревянной рейки, опирающейся нижним концом на подстилающий песок, верхний был установлен на уровне с поверхностью почвы и преимущественно в наиболее пониженной части микропонижения. Рядом с репером устанавливалась сигнальная вежа для определения его местоположения. Измерения велись регулярно два-три раза за световой день, в зависимости от погодных условий. Наблюдения начинались вестись после схода снежного покрова соответствующего окончанию исследований на первом этапе, т.е. процесс исследований был непрерывный. Необходимо еще раз отметить, что получить материал данного направления исследований оказалось возможным только в весенние паводки 1986 и 1987 годов, так

как имел место поверхностный сток. Весной 1988 года поверхностный сток отсутствовал, так как не сформировался водонепроницаемый слой и к тому же практически отсутствовал снежный покров.

Интенсивность инфильтрации на втором этапе (мм/сут.) была определена путем измерения уровня воды в микропонижениях. Расчет велся по формуле

$$i = \frac{\nabla_1 - \nabla_2 - И + О}{\tau_{\phi}} \cdot 1440 \quad (2)$$

где $\nabla_1 - \nabla_2$ предыдущий и последующий уровни измерения, мм; И - испарение, мм; О - осадки за интервал наблюдений, мм.

Распределение осадков за время наблюдений было принято по данным болотной станции ПОМС.

В январе 1988 года, когда наступила чрезвычайно продолжительная оттепель, повлекшая за собой полное исчезновение снежного покрова и частичное оттаивание почвы, создалась угроза того, что к весеннему паводку может быть не накоплен запас воды в снеге достаточный для формирования поверхностного стока. Поэтому, в качестве гаранта получения информации, было решено использовать метод рам, широко известный в литературе [1]. Для этого на типичных площадках в пределах (до 5 м.) установки лизиметрического оборудования по периметру квадрата со сторонами 2x2 м, отрывались траншеи треугольного профиля глубиной до 10-12 см и шириной до 20 см., после чего стенки траншей планировались и тщательно уплотнялись. Выброшенный торф измельчался в отдельной емкости, заливался водой и перемешивался до образования пульпы однородной консистенции. Этой массой траншеи заливались послойно по периметру так, чтобы не происходило образование воздушных полостей. Для формирования надземной части насыпи была установлена дощатая опалубка на высоту 10 см, межстеночная полость которой заполнялась в той же технологической последовательности. В каждой раме уровень воды при контрольном замере производился лабораторным игольчатым уровнем. Долив воды в раму производился через заглушенную трубку с боковой перфорацией. Это позволило предотвратить размыв поверхности почвы при доливах. Кратность опыта была одинарной. Перед началом опытов на расстоянии 45-50 см. от рам (превышающем глубину промерзания) отбирались образцы почвы для определения их водно-физических характеристик. После окончания отбора, для того чтобы шурф не работал как дрена, он засыпался истолченным и предельно насыщенным торфом в последовательности выемки и тщательно уплотнялся. Ввиду того, что опыт непродолжительный, занимал световой день, испарение определялось по снижению уровня в мерном стакане, что и предусматривается методикой [1].

Методика и результаты измерения испарения с водной поверхности микропонижений

При продолжительных опытах весной 1986 и 1987 годов велись наблюдения за испарением с водной поверхности. Наличие защитной лесополосы в непосредственной близости от опытного участка сильно влияло на формирование потока воздушных масс. Особенно сильно это влияние проявлялось при Северо-Западном и Северном направлении ветра, так как в этом случае сток попадал в зону затишья. Поэтому было решено, что использование теоретических и эмпирических зависимостей может внести большие погрешности в величины испарения с поверхности воды. Предпочтение было отдано непосредственному измерению испарения на местности. Испарение определяли с помощью испарителя, в виде прямоугольной емкости со сторонами 50x60 см. и глубиной 10 см. Площадь испаряющей поверхности была принята равной пло-

щади стандартного испарителя ГГИ-3000. В основу метода измерения слоя испарившейся воды было положено измерение объема воды в емкости. Для этого в дне испарителя был устроен штуцер, отводящий патрубок от которого отводился в приямок. Объем сливаемой в приямок или доливаемой воды замерялся с помощью мерного сосуда. Слой испарившейся воды между смежными замерами определялся по формуле

$$И = \frac{10 \cdot (P_{В1} - P_{В2})}{S_{и}} \quad (3)$$

где $P_{В1}$ и $P_{В2}$ количество воды в начале и конце контрольного срока, мл; $S_{и}$ - площадь испарителя, см²; 10 – переводной коэффициент.

Испаритель был установлен на первой точке балансового участка в непосредственной близости затопленного микропонижения.

Применение данной методики позволило определить величину испарения с точностью до 0,01 мм.

Результаты исследования инфильтрации талых вод при переменном уровне грунтовых вод на первом этапе

Интенсивность инфильтрации талой воды на первом этапе, была определена по формуле (1). Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Интенсивность инфильтрации талых вод в интервале времени: начало паводка – дата схода снежного покрова.

Дата	Номер наблюдаемой точки					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
10.03.1986	0,5	0,0	0,0	1,0	1,5	1,0
11.03.1986	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.03.1986	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
13.03.1986	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
14.03.1986	0,3	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0
15.03.1986	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16.03.1986	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17.03.1986	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18.03.1986	4,0	3,0	3,0	1,0	2,0	2,0
19.03.1986	1,5	3,0	4,0	4,0	3,0	3,5
20.03.1986	3,0	2,0	4,0	6,0	6,0	3,0
21.03.1986	9,0	10,5	7,0	8,0	3,0	5,0
22.03.1986	3,0	10,5	8,0	9,0	4,0	3,0
23.03.1987	0,3	1,0	0,2	1,0	1,2	0,6
24.03.1987	1,3	1,0	0,5	0,8	1,0	0,5
25.03.1987	1,0	0,5	0,5	1,2	0,0	0,3
26.03.1987	0,0	0,5	0,2	0,1	0,0	0,5
27.03.1987	0,5	0,5	0,4	1,5	0,4	0,5
28.03.1987	4,0	3,2	2,7	3,2	4,0	3,4
17.03.1988	8,5	3,5	6,5	4,5	7,0	8,0
18.03.1988	0,0	2,5	0,0	3,5	1,5	4,0
19.03.1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20.03.1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21.03.1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22.03.1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23.03.1988	1,1	1,0	1,5	1,5	1,5	1,0
24.03.1988	3,0	1,5	3,0	2,5	3,5	2,0
25.03.1988	6,0	6,0	9,5	6,0	6,5	4,0
26.03.1988	7,0	9,0	8,0	7,0	7,5	12,0

Анализируя результаты расчета, необходимо отметить, что объем инфильтрующейся воды до уровня грунтовых вод зависит, в первую очередь от продолжительности снеготаяния. Например, в весну 1986 года, когда продолжительность схода снега составила 13 дней, слой проинфильтровавшейся воды за это время по шести точкам наблюдения составил от 40 до 60% общего запаса влаги на дату полного схода снежного покрова. В то же время, в весну 1987 года при продолжительности схода снежного покрова 7 дней, слой проинфильтровавшейся воды составил от 13 до 26%, а в весну 1988 года все осадки ушли на пополнение почвенной влаги до уровня грунтовых вод.

Анализируя изменение интенсивности инфильтрации во времени, можно видеть влияние температуры воздуха на процесс инфильтрации. Так, начиная с 17 марта 1986 года и 27 марта 1987 года сравнительно ровный и невысокий ход инфильтрации нарушается в сторону резкого увеличения ее величины. Объясняется это тем, что наряду с ростом средних суточных положительных температур 6,5 и 7,4 °С соответственно, уже сформировались первые проталины на исследуемых площадках. Это привело к повышению температуры инфильтрующейся воды и соответственно к резкому повышению интенсивности инфильтрации. Естественно, водоотдача со снега также возрастает, благодаря чему растет объем талых вод. Основными данными, вызывающими разброс данных при схожих метеорологических условиях, исходя из опыта предшественников [2,3,4,5,6], можно назвать в первую очередь влажность и плотность почвы, а также уклон местности.

Результаты исследования инфильтрации талых вод при переменном уровне грунтовых вод на втором этапе.

Величина накопления талых вод в микропонижениях водосбора является важным и необходимым элементом, раскрывающим процесс формирования поверхностного стока талых вод. Для этого по результатам мензуральной съемки были определены площади водосборов каждого из 6 исследуемых микропонижений. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Площади водосборов микропонижений, м²

Номер исследуемой точки					
1	2	3	4	5	6
937	887	11704	680	2625	1872

По известным уровням талой воды в микропонижениях на дату полного схода снежного покрова 23.03.1986 и 29.03.1987 годов были определены величины объема поверхностного стока и площади затопления. Результаты накопления поверхностного стока и соответствующих площадей затоплений (зеркала водной поверхности) приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Объем накопления талого стока исследуемых микропонижений, м³

Годы	Номер исследуемой точки					
	1	2	3	4	5	6
1986	4,0	13	208	4,64	44,31	38,44
1987	38,0	42,0	570,0	30,0	126,0	85,0

Таблица 4 – Площадь водного зеркала исследуемых микропонижений, м²

Годы	Номер исследуемой точки					
	1	2	3	4	5	6
1986	80,0	480	8100	200	1400	1040
1987	800,0	680	11000	500	2450	1230

Пример расчета интенсивности инфильтрации талой воды из микропонижений при переменном уровне грунтовых вод приведен в таблице 5. В качестве примера рассматривается расчет инфильтрации талой воды на 2-ой точке опытного участка в 1987 году. Этот год является наиболее характерным, так продолжительность затопления почвы была наибольшей, имелись случаи ночных заморозков и продолжительных осадков.

Активный приток поверхностных надмерзлотных вод в дни выпадения осадков искажает процесс исследований, нарушает баланс, и выражается в том, что величина подъема уровня воды в микропонижении превышает величину осадков. Этот процесс не имеет места при промерзшей почве в начале исследований 29,30,31 марта, так как часть стока задерживается за счет шероховатости и неровности почвы, а часть идет на заполнение емкости (порового пространства) над водонепроницаемым слоем.

Таблица 5 – Пример расчета интенсивности инфильтрации талой воды по данным измерения понижения уровня воды на т.2 в марте – апреле 1987г, мм/сут.

Дата, время	Интервал времени, мин	Отметки уровня воды, мм	Снижение уровня воды, мм	Осадки, мм	Испарение, мм	Инфильтрация, мм/сут
1	2	3	4	5	6	7
23.09.1987 9 час 15 мин		123				
14 час 30 мин	315	122	1,0	2,8	0,0	17,37
19 час 10 мин	280	121	1,0	2,5	0,0	18,00
30.03.1987 14 час 00 мин	1130	121	0,0	10,96	0,0	13,96
19 час 30 мин	330	122	-1,0	3,0	0,0	8,72
31.03.1987 9 час 40 мин	350	121	1,0	3,30	0,0	7,08
15 час 05 мин	325	120	1,0	0,6	0,36	5,49
19 час 15 мин	250	118	2,0	0,5	0,34	12,44
01.04.1987 10 час 20 мин	905	112	6,0	0,5	0,38	9,89
16 час 25 мин	365	110	2,0	0,0	0,54	5,76
20 час 00 мин	215	108	2,0	0,0	0,46	10,31
02.04.1987 9 час 10 мин	790	102	6,0	0,0	0,8	9,47
18 час 15 мин	585	100	2,0	0,0	1,0	2,46
03.04.1987 11 час 00 мин	905	98	2,0	0,0	0,15	2,94
16 час 00 мин	300	96	2,0	0,0	0,2	8,64
04. 04.1987 9 час 35 мин	1055	93	3,0	0,0	0,26	3,73
16 час 20 мин	405	90	3,0	0,0	1,05	6,93
19 час 40 мин	200	88	2,0	0,0	0,70	12,24
05.04.1987 11 час 20 мин	940	83	5,0	0,0	1,15	5,89
	230		-1,0	0,5	0,6	-

Дата, время	Интервал времени, мин	Отметки уровня воды, мм	Снижение уровня воды, мм	Осадки, мм	Испарение, мм	Инфильтрация, мм/сут
1	2	3	4	5	6	7
15 час 20 мин		84				
	250		-2,0	0,3	0,9	-
19 час 20 мин		86				
06.04.1987	1235		-1,0	2,1	0,0	-
15 час 55 мин		87				
	185		1,0	0,5	0,0	11,67
19 час 00 мин		86				
07.04.1987	900		5,0	1,8	0,0	10,98
10 час 00 мин		81				
	615		7,0	0,0	1,2	14,98
20 час 15 мин		74				
08.04.1987	905		6,0	0,0	0,4	10,18
11 час 20 мин		68				
	300		4,0	0,6	1,2	22,07
16 час 20 мин		64				
	195		2,0	0,4	0,8	17,72
19 час 35 мин		62				
09.04.1987	805		6,0	0,1	0,15	10,52
9 час 00 мин		56				
	530		14,0	0,0	1,3	41,56
17 час 30 мин		42				
10.04.1987	990		18,0	0,0	0,5	26,90
10 час 00 мин		24				
	620		24,0	0,0	2,0	60,38
20 час 20 мин		0,0				

Аналогичным образом производился расчет интенсивности инфильтрации, и по другим точкам, и годам исследований. Построенные зависимости изменения интенсивности инфильтрации талой воды на осушаемых торфяниках во времени по 6-и наблюдаемым точкам представлены на рисунок 1 .

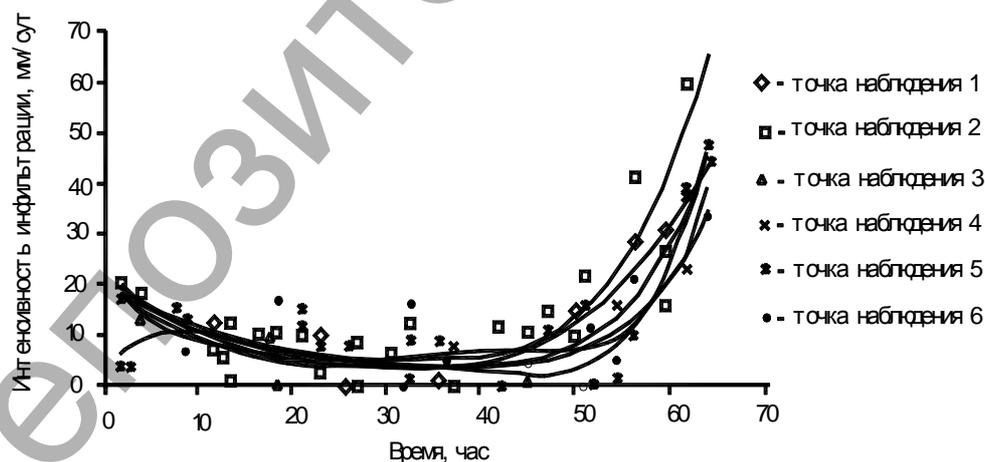


Рисунок 1 – Изменение интенсивности инфильтрации во времени в затопленных микропонижениях

Как следует из графика, изменение величины инфильтрации во времени носит классический характер: 1-я фаза – снижение инфильтрации, 2-я фаза – стабилизация инфильтрации и 3-я фаза – рост инфильтрации до значений коэффициента фильтрации талой почвы. Продолжительность каждой из фаз определяется конкретными физическими, тепловыми характеристиками почвы и метеорологическими условиями региона.

Высокие значения инфильтрации на начальной стадии измерений обусловлены процессами впитывания талой воды в мерзлый слой почвы и просачивания ее до УГВ, так как на этом этапе происходит активный подъем УГВ. На этапе, когда все поровое пространство заполнено талой водой, имеет место чистая инфильтрация. При возрастающем притоке тепла более активно происходят фазовые превращения в границах пограничного слоя движения влаги, увеличивается поровое пространство, количество несвязной влаги и в конечном итоге величина инфильтрации. Хотя при ночных заморозках происходит существенное замедление или даже прекращение инфильтрации. На заключительном этапе прохождения паводка, хотя и отмечены ночные заморозки, наблюдается активный рост инфильтрации на всех без исключения точках во все годы наблюдений. Среднесуточное понижение воды с 8-9 мм возрастает до 25-30 мм, а в отдельных случаях до 70 мм. Данный процесс наблюдается при остаточной мощности мерзлого слоя 41-49% первоначальной величины, т.е. 14-17 см. и глубине воды в микропонижении 2-5 см.

Весна 1988 года оказалась бесснежной. Водонепроницаемый слой не сформировался. Поэтому для исследования инфильтрации талых вод был использован страховочный вариант – метод заливных рам. С целью рациональной компоновки проведения опытов 18 марта опыт проводился на точках 1 и 2 одновременно, 19 марта опыты проводились на точках 3 и 4, а 20 марта - на точках 5 и 6. Опыты проводились в соответствии с вышеизложенной методикой в однократной повторности. Вода в начале опыта подавалась нулевой температуры, но в процессе опыта постепенно прогревалась. Температура воздуха в процессе опыта измерялась. На рисунке 2 приведены графические зависимости изменения во времени температуры воздуха и интенсивности инфильтрации во времени.

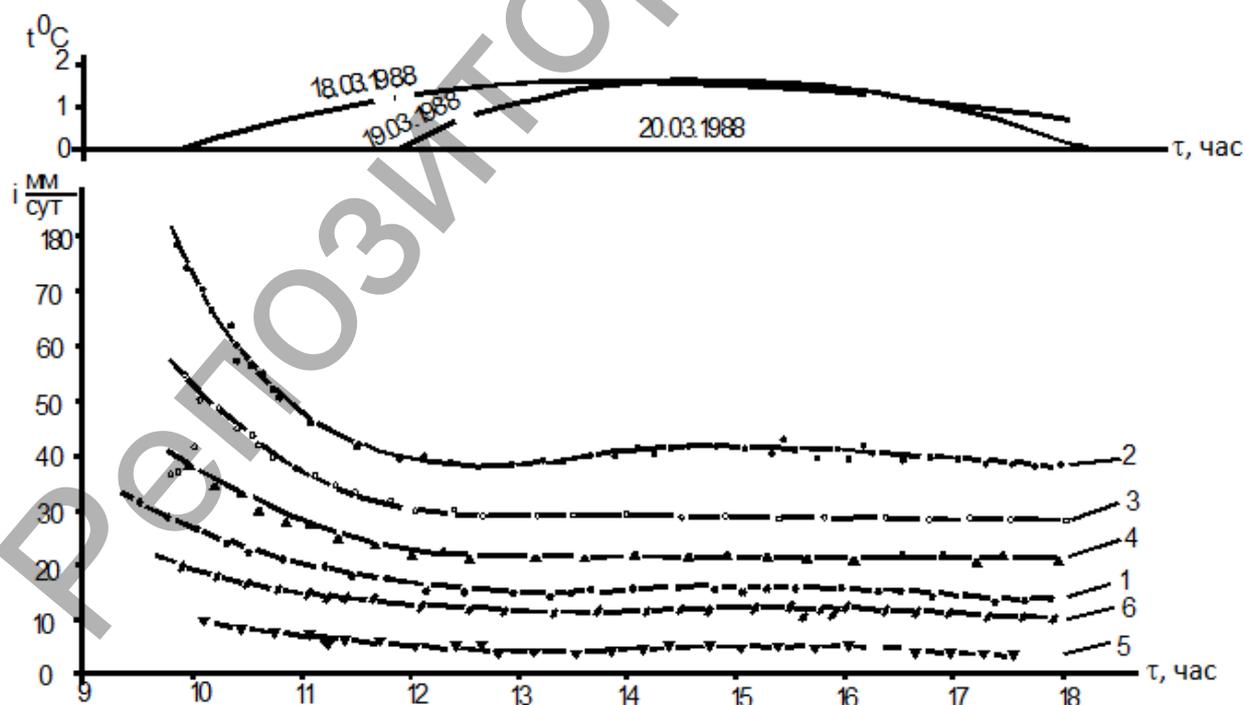


Рисунок 2 – Изменение величины инфильтрации во времени при различной влажности и плотности почвы, % и $г/см^3$.

- 1) 55,3/0,24; 2) 50,35/0,227; 3) 52,51/0,217; 4) 54,55/0,225;
5) 61,82/0,225; 6) 56,40/0,23 и температуры воздуха.

Анализируя графические зависимости изменения интенсивности инфильтрации во времени, построенные по результатам опытов, можно видеть, что они подчиняются общему закону изменения инфильтрации во времени. Как видно из рисунка величина инфильтрации в установившемся режиме практически не изменяется во времени в случае постоянной температуры. Это легко видеть по результатам опытов, проводимых 19 марта, когда температура воздуха была ниже нуля, а температура воды равной нулю. В опытах, проводимых 18 и 20 марта, после активного снижения величины инфильтрации, явно наблюдается ее подъем с ростом температуры воздуха, а следовательно, и воды, причем приращение тем больше, чем выше величина инфильтрации в опыте. При сравнимой величине температуры воды для точки 2 приращение составляет более 2,5 мм/сут., в тоже время для точки 5 не более 0,8 мм/сут. Этот факт является дополнительным подтверждением о зависимости величины инфильтрации от температуры инфильтрующейся воды. Однако, абсолютные значения величин инфильтрации и в начальной стадии и в установившемся режиме весьма сильно разнятся даже в пределах небольшого опытного участка. Для двух крайних кривых эти значения равны соответственно 4,0 и 41,6 мм/сут. Более глубокий анализ позволил выявить, что прослеживается явная зависимость между величиной инфильтрации в установившемся режиме, влажностью и плотностью почвы. Кроме этого, явно видно, что имеется четкая закономерность между временем стабилизации процесса инфильтрации и влажностью почвы. Этот факт имел место в процессе проведения и других исследований, о которых будет рассказано в последующих публикациях.

Заключение

1. Существует две стадии процесса инфильтрации талых вод сквозь мерзлую почву: 1-я стадия - от начала паводка до даты схода снежного покрова; 2-я стадия – от даты схода снежного покрова до даты перетока накопленного поверхностного стока микропонижений в грунтовый сток. Инфильтрация на первой стадии наблюдается при положительной температуре воздуха, когда имеет место водоотдача со снега, и изменяется от 0,5 до 8 мм/сут. Инфильтрация на второй стадии имеет классический характер: 1-я фаза – снижение инфильтрации; 2-я фаза – стабилизация инфильтрации и 3-я фаза – рост инфильтрации до значений коэффициента фильтрации талой почвы. Продолжительность каждой из стадий определяется конкретными физическими, тепловыми характеристиками почвы и метеорологическими условиями региона. В установившемся режиме средняя интенсивность инфильтрации талых вод на осушенных торфяниках при наличии водонепроницаемого слоя достигает 12-15 мм/сут., а при его отсутствии определяется водно-физическими характеристиками почвы на дату паводка и изменяется в пределах от 4,0 до 41,6 мм/сут.

2. Резкое нарастание интенсивности инфильтрации на заключительной фазе до 60-70 мм/сут. в затопленных микропонижениях свидетельствует о том, что в них имеются локальные участки поверхности (талики) с повышенной фильтрационной способностью, через которые осуществляется переток талых вод в грунтовый сток.

3. Влияние температуры воздуха проявляется на первой стадии посредством формирования водоотдачи со снега, а на второй стадии - посредством повышения температуры инфильтрующейся воды и разрушения водонепроницаемого слоя при его наличии или в процессе его образования.

Список литературы

1. Вадюнина, А.Ф., Кочергина З.А. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1986 - 416 с.
2. Калюжный, И.Л. Гидрофизические исследования при мелиорации переувлажненных земель / И.Л. Калюжный, К. К. Павлова, С. А. Лавров. – Л. : Гидрометеоиздат, 1988. – 260 с.
3. Калюжный, И. Л. Формирование потерь талого стока / И.Л. Калюжный, К.К. Павлова. – Л. : Гидрометеоиздат, 1981. – 159 с.
4. Субботин, А.И. Исследование просачивания воды в талую и мерзлую почву / А.И. Субботин, В.С. Дыгало // Труды ин-та ЦИП. – 1963. – С. 130–180.

УДК 368.89

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАХОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Головач А.П., Монтик С.В., Антонюк Е.К.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г.Брест, Республика Беларусь, golovach_anna@mail.ru

The article reveals social, economic and legal nature of ecological insurance, defines its place in the ecological security system of Belarus, emphasizes innovative approach to investments in nature protection activities and ecological harm refund.

Введение

Согласно Концепции национальной безопасности Республики Беларусь (п. 56) [1], важное значение в нейтрализации внутренних источников угроз национальной безопасности в экологической сфере имеют развитие национальной системы мониторинга окружающей среды, формирование рынка экологических услуг, внедрение экологического аудита и страхования, эффективной нормативной правовой базы экологической безопасности, включая систему платежей за пользование природными ресурсами и адекватную компенсацию ущерба, причиненного природной среде.

Ущерб, наносимый окружающей среде авариями на промышленных предприятиях, составляет 25–30% в общих потерях от загрязнения окружающей среды [2]. В странах с рыночной экономикой возмещение ущерба осуществляется в первую очередь за счет владельца предприятия через систему экологического страхования, и лишь в случаях катастрофических размеров ущерба к его возмещению может подключиться государство.

Экономико-правовой механизм возмещения вреда, формирующийся в республике, направлен на создание экономической заинтересованности юридических лиц, и индивидуальных предпринимателей в снижении риска возникновения чрезвычайных ситуаций, и уменьшения вреда от их последствий. Достигнуть результатов в повышении экологической безопасности Республике Беларусь возможно при реализации экологического страхования, которое являясь элементом экономического механизма охраны окружающей среды и природопользования, позволяет сформировать финансово-экономическую основу для возмещения вреда.

Основная часть

В мировой практике экологическое страхование означает страхование гражданской ответственности предприятий – источников повышенного экологического риска за причинение ущерба третьим лицам вследствие внезапного, непреднамеренного (аварийного) загрязнения окружающей среды. Его цель состоит в наиболее полной компенсации нанесенного эколого-экономического ущерба [3].

Таким образом, экономическая сущность экологического страхования состоит в аккумулировании денежных средств (страховых взносов) в резервном фонде страховой организации и в перераспределении их между третьими лицами для компенсации убытков при наступлении страховых случаев, а также в формировании предупредительного и гарантийного фондов.

Экологическое страхование в Республике Беларусь представляет собой страхование гражданской ответственности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по защите имущественных интересов граждан и организаций, а также Республики Беларусь и ее административно-территориальных единиц при причинении экологического вреда (ст. 85 Закона об охране окружающей среды) [4].

В ряде Законов Республики Беларусь предусмотрено страхование ответственности за вред окружающей среде, однако практика его применения ограничена.

Экологическое страхование осуществляется в соответствии с законодательством Республики Беларусь о страховании. Однако, данный вид страхования не включен в число обязательных, установленных подп. 4.1 Положения о страховой деятельности [5].

Особая роль экологического страхования в механизме защиты жизненно важных интересов личности, общества и государства в экологической сфере предъявляет особые требования к выбору организационно-правовой формы его проведения. Форма страхования – это порядок организации страхования на основах добровольности или обязательности.

При добровольной форме страхования закон определяет подлежащие добровольному страхованию объекты и самые общие условия страхования. Конкретные условия регулируются правилами страхования, которые разрабатываются страховщиком.

Обязательная форма страхования подразумевает автоматическое распространение экологического страхования на объекты, указанные в законе. Если страхователь не уплачивает страховые взносы, они взыскиваются в судебном порядке; на не внесенные в срок страховые платежи начисляются пени.

Согласно подп. 4.2 Положения о страховой деятельности в РБ возможно добровольное страхование гражданской ответственности организаций, создающих повышенную опасность для окружающих [5].

Данное правило находит реализацию в ст. 25 Закона о промышленной безопасности [6], которая разрешает организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, заключить договор страхования ответственности за причинение вреда физическим, юридическим лицам и окружающей среде в случае аварии на опасном производственном объекте со страховой организацией.

Порядок возмещения экологического вреда, в том числе лицом, застраховавшим свою ответственность, определен Законом об охране окружающей среды, а также Положением о порядке исчисления размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде, и составлении акта об установлении факта причинения вреда окружающей среде [8].

При этом размер средств, направленных на восстановление нарушенного состояния окружающей среды, не может быть меньше размера возмещения вреда, определенного в соответствии с таксами для определения размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде.

Специфика экологического страхования заключается в том, что в нем величина страховой суммы складывается из двух составляющих. Во-первых, это затраты на предупреждение аварийного загрязнения. Для страхователя они представляют собой дополнительные и неоправданные расходы. Во-вторых, это убытки, возникающие из-за воздействия на реципиентов, поступивших в окружающую среду вредных веществ. В отличие от первого вида убытков, они непосредственно проявляются и у третьих лиц. Для экологического страхования важно конкретизировать виды и размеры ущерба, возмещаемого третьим лицам. Необходима разработка нормативов компенсационных затрат при наступлении соответствующих страховых событий.

Вместе с тем, в национальной правовой системе отсутствуют действующие современные методики оценки экологических рисков и размера ущерба, законодательно установленные лимиты возмещения вреда ограничены современной экономической ситуацией в стране, а также отсутствует система профессиональных объединений страховщиков экологических рисков.

В целом, анализ законодательства, регулирующего страхование ответственности за причинение вреда окружающей среде в Республике Беларусь, позволяет выявить следующие проблемы правового регулирования:

1) большинство нормативных правовых актов, регулирующих деятельность хозяйствующих субъектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, не предусматривают предоставления финансовых гарантий в случае нанесения ей вреда;

2) отдельные нормативные правовые акты содержат положения об использовании страхования для возмещения вреда окружающей среде, но отсутствуют механизмы их реализации;

3) действующие нормативные правовые акты не осуществляют правовое регулирование в объеме, достаточном для практического внедрения экологического страхования.

Сфера правового регулирования экологического страхования, как и других элементов экологической политики государства, нуждается в дальнейшем совершенствовании. В современных экономических условиях не так много предприятий, которые в состоянии позволить себе возможность застраховать экологический риск. В свете изложенного можно предложить, чтобы процедура принятия решений государственных органов о предоставлении права осуществления природопользования в процессе экономической деятельности и выдачи комплексного природоохранного разрешения, включала требования осуществления добровольного экологического страхования за счет доходов страхователя.

При этом необходим учет степени экологической опасности деятельности природопользователей для целей дифференциации тарифной политики, учитывающей степень антропогенной нагрузки хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду.

Мировой рынок все более внимательно относится к экологической сертификации продукции, которая предполагает наряду с выполнением требований международных стандартов в области охраны окружающей среды снижение экологического риска [9].

При данных обстоятельствах необходимо серьезным образом менять подход к страховому бизнесу и рассматривать экологическое страхование не только как экономический инструмент регулирования хозяйственной деятельности в целях снижения экологического вреда, но и как механизм, повышающий уровень конкурентоспособности на мировом рынке.

Учитывая это, следует осуществлять поэтапное экологическое страхование рисков причинения вреда отдельными производствами. Тогда интегриро-

вание экологического страхования в хозяйственную систему выглядит оправданным и обоснованным; более того, оно становится постоянным финансовым инструментом осуществления природоохранной политики предприятия, с одной стороны, и элементом независимого контроля его исполнения — с другой. Важно отметить, что в современном мировом бизнесе страхование является обязательным элементом любой сделки, служит дополнительной (а иногда и основной) гарантией для инвесторов.

Немаловажным аспектом для развития экологического страхования является имидж предприятия, застраховавшего свои риски, в глазах общественности, властных и банковских структур, потенциальных партнеров. В этом плане достоинства института экологического страхования с открытым характером декларации его деятельности неоспоримы.

В системе экологического менеджмента и сертификации продукции по экологическим стандартам добровольно устанавливается планируемый уровень соответствия международным требованиям в области охраны окружающей среды. В связи с этим, общую схему экологического менеджмента целесообразно дополнить элементами добровольного экологического страхования по всем позициям, указанным в стандартах ISO серии 14000.

Таким образом, развитие системы экологического менеджмента и производственного экологического контроля, экологического аудита и сертификация систем экологического менеджмента, частью которого является внедрение добровольного экологического страхования, будут способствовать достижению заявленных параметров характеристик качества товара или окружающей среды, показателей энерго- и ресурсоемкости и др.

Следует признать, что в Республике Беларусь экологическое страхование пока не получило должного развития. В настоящее время имеются примеры его проведения в добровольной форме, хотя очевидна необходимость введения обязательного экологического страхования. Во-первых, определенные виды загрязнений крайне опасны для окружающей среды и здоровья людей, а затраты на восстановительные работы очень велики. Обязательное страхование гарантирует наличие определенных средств у страховщиков как на проведение мероприятий по очистке, так и на компенсацию ущерба пострадавшим. Во-вторых, при страховании возрастают требования к безопасности, а значит, усиливается контроль за потенциально опасными видами деятельности. В-третьих, страхование способствует повышению общественного доверия к этим видам деятельности.

Заключение

Сфера правового регулирования экологического страхования, как и других элементов экологической политики государства, нуждается в дальнейшем совершенствовании, направленном на поддержание экологической безопасности государства, а также выполнение юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями в процессе осуществления экологически опасной деятельности требований в области охраны окружающей среды.

Экологическое страхование является социально значимым элементом механизма управления природопользованием. Экологическое страхование в Республике Беларусь формируется как новый и надежный инструмент экономического механизма охраны окружающей среды, позволяющий сформировать финансовые резервы для ликвидации последствий негативного антропогенного воздействия на окружающую среду и возмещения причиненного экологического вреда, а также для предупреждения экологических угроз техногенного характера.

Список литературы

1. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь: утв. Указом Президента Респ. Беларусь, 17 июля 2001 г., № 390 // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
2. Колбасов, О.С. Возмещение вреда и ответственность за экологический ущерб / О.С. Колбасов // Правовые вопросы охраны окружающей среды.- 1997. - № 22.
3. Арушаньянц, П.Б. Формирование эффективной модели страхования экологической ответственности в Республике Беларусь / П.Б. Арушаньянц // Финансы, учет, аудит. - 2002. - № 6. - С. 74-77.
4. Об охране окружающей среды: Закон Респ. Беларусь от 26 нояб. 1992 г. № 1982-ХІІ: в ред. Закона Респ. Беларусь от 16 июня 2014 г. с изм. и доп. от 30.12.2014. // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
5. Положение о страховой деятельности в Республике Беларусь, утвержденное Указом Президента Республики Беларусь от 25 августа 2006 г. № 530 «О страховой деятельности» // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
6. О промышленной безопасности: Закон Респ. Беларусь от 5 янв. 2016 г. № 354-3 // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
7. О критериях отнесения хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает вредное воздействие на окружающую среду, к экологически опасной деятельности: Указ Президента Респ. Беларусь, 24 июня 2008 г. № 349 с изм. и доп. от 08 февраля 2016 // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
8. Об утверждении Положения о порядке исчисления размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде, и составления акта об установлении факта причинения вреда окружающей среде, изменении и признании утратившими силу некоторых постановлений Совета Министров Республики Беларусь: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17 июля 2008 г. № 1042 с изм. и доп. от 20 июня 2013 г. // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
9. Шимова, О.С., Соколовский, Н.К. Основы экологии и экономика природопользования: учебник //О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. – Мн.: БГЭУ, 2002. - 368 с.

УДК 634.95. 504 (477)

ДЕФЛЯЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

Голуб В.А., Голуб С.Н., Голуб Г.С.

Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк, Украина, golub_2006@ukr.net

The experiment showed that the best effect in the protection of soddy podsolich soil with contamination density of 1.5 Cu/cm² from wind erosion and in the reduction on accumulation radionuclides in fields crops has chisel tillage.

Введение

За последние 25 лет площадь эродированной пашни в Полесье Волынской области увеличилась почти на 30% и составляет 425 тыс.га (треть земельного фонда области), из них 303 тыс.га подвергаются действию ветровой эрозии. При таком нерациональном использовании пашни на Полесье потери почвы превышают допустимые нормы дефляции, и как следствие - разрушение почвы эрозией превышает скорость почвообразования. Поэтому оценка интенсивности дефляции и

разработка эффективных технологий почвозащитного возделывания приобретает особенную актуальность. Волынская область – одна из потерпевших от аварии на ЧАЭС. В контролируемой зоне почвы легкого гранулометрического состава, поэтому они активно дефлируют, а также отличаются достаточно высокими уровнями транслокации радионуклидов в растениеводческую продукцию [1,4]. Эти факторы имеют большое влияние на развитие радиационной ситуации, и прежде всего на величину дозы внутреннего облучения человека не только за счет перорального поступления радиоизотопов в организм с продуктами питания, а также ингаляционным путем с пылью [3].

Цель исследований - изучение и экспериментальная оценка интенсивности ветроэрозионных процессов, их роли в миграции радионуклидов в естественных ландшафтах и при проведении почвозащитной обработки, а также влияние вторичного загрязнения радионуклидами на окружающую среду и человека.

Материалы и методы

Исследования проводились согласно Государственной программе по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС «Сельхозрадиобиология» в полевом стационарном опыте и в экспедиционных условиях. Полевые исследования проводились на дерново-слабоподзолистой песчаной почве со средней плотностью загрязнения цезием – 137 - 1,5 Ки/км², стронцием – 90 - 0,02 Ки/км², гамма-фон – 12 мкР/час. Экспериментальный участок расположен на расстоянии 12 км от Ровенской АЭС. Одновременно исследования проводились на смежных целинных участках с плотностью загрязнения цезием - 137 – 8,3 Ки/км² в дерне и 7,3 Ки/км² в слое почвы 0-5 см.

Почвозащитный эффект различных способов обработки почвы изучался в таких вариантах: 1) разноглубинная отвальная вспашка; 2) поверхностная дисковая обработка; 3) чизельная обработка; 4) плоскорезное рыхление.

В звено севооборота (овес – люпин – озимая рожь – картофель) выбраны культуры, контрастные по своим физиологическим особенностям и способностью к накоплению радионуклидов.

Результаты исследований

Горизонтальная миграция радионуклидов обусловлена в основном ветровой эрозией почвы. Анализ метеорологических, ландшафтных и почвенных факторов показал, что опасность возникновения эрозионных процессов на загрязненных территориях существует круглогодично. Годовой ход ветроэрозионных сил имеет ярко выраженный характер. Наибольшие величины приходятся на холодный период (с максимумом - в феврале). Летом опасность ветровой эрозии постепенно снижается (минимум - июль-август), в октябре - резко повышается. Суммарно около 8 месяцев происходит активное развитие дефляционных процессов. При этом ветровой подъем радионуклидов имеет значительное влияние на вторичное загрязнение территории.

Коэффициент увлажнения исследуемой территории (согласно Н.Н. Иванову) за теплый период года за последние 30 лет по метеостанции Маневичи в среднем не превышает 0,8, а испарение превышает количество осадков на 70-90 мм. Есть случаи, когда коэффициент увлажнения уменьшается до 0,5. Очень существенным является то обстоятельство, что в Волынском Полесье в теплое время ежегодно наблюдались бездождевые и засушливые периоды. В среднем 2-3 раза регистрируется сухой период 10 -15 дней и один раз продолжительностью 16-20 дней. В третьей декаде апреля высокая вероятность потери верхним слоем почвы влаги до эрозионно опасного уровня. В таких условиях имела место не только повседневная ветровая эрозия, но и пыльные бури.

Очень важным показателем, характеризующим влагообеспеченность почвы, а

значит способность ее противостоять ветру, является гидротермический коэффициент по Г.П. Солянинову, учитывающий поступления воды с атмосферными осадками в теплый период года ($t > 10^{\circ}\text{C}$) так и суммарные затраты ее на испарение. Анализ расчетов показывает, что согласно среднеголетним данным значение ГТК исследуемой территории составляет 1,5. Однако два года из трех были засушливыми и очень засушливыми - ГТК в летние месяцы составлял - II-III декада августа, первая декада сентября 0,5 - 0,28. Не меньшее влияние на возникновение дефляции является относительная влажность воздуха, особенно менее 30% , которая способствует быстрой потере влаги и приводит к почвенной засухе. В последние годы количество дней с относительной влажностью воздуха не превышающей 30% выросло в 3,2 раза по сравнению с нормой.

При изучении характера ветроэрозионных процессов было установлено, что главным агентом миграции радионуклидов в ландшафтах радиационно загрязненной зоны Полесья Волынской области является дефляция, которая проявляется в виде бурь и при повседневной ветровой эрозии. Показатель частоты пыльных бурь показывает их низкую повторяемость – среднегодовое число дней составляет 3,7 с продолжительностью – 8,2 часа. Их значение во вторичном загрязнении незначительно – радиус влияния 4 - 6 км. Больше вреда в формировании вторичного загрязнения территории, растительного покрова, животных, и также в повышении дозовой нагрузки на организм человека имеет повседневная ветровая эрозия. Нами было определено, что радиус ее действия составляет 500-800 м.

Вследствие сильных засух, которые имеют место в летний период, происходит самовосгорание лесов и торфяников. В 2010 году выгорело 400 га леса и 63 га торфяников. Анализ отобранной золы показал, что концентрация радионуклидов в сухом веществе составляет от 7000 до 13800 Бк/кг (30 и 65 Ки/кг соответственно). Именно аэральный путь стал одной из главных причин увеличения площадей лесов и сельскохозяйственных угодий, плотность загрязнения которых составила более $1\text{Ки}/\text{км}^2$ на площади 3400 га. Еще одним источником вторичного загрязнения территории, растительного покрова, человека - нелокализованные отходы торфо-брикетного производства, в частности, концерна «Сойнэ» в Маневичском районе. При радиологическом исследовании цепи «сырье (торф) – продукция (брикет) – отходы (зола)» были получены такие значения, расположенные в соответствующей последовательности: 50 - 255 - 1840 Бк/кг. Отрыв радиоактивного пепла происходит при скорости ветра 2,5 м/сек., который обуславливает аэральное загрязнение территории прилегающих населенных пунктов. В 2010 году паспортная доза облучения населения в этих населенных пунктах в сравнении с 2008-2009 гг. (годами простоя предприятия) увеличилась в 1,5-1,9 раза.

Изучение количественной оценки дефляционных процессов при различных системах почвозащитной обработки проводили непосредственно в аэродинамической установке. Эродированность почвы (модуль дефляции Е, т/га в год) определяли расчетным методом за М. Долгилевичем [2]. Увеличение модуля дефляции в 1,5-2,0 раза на фоне вспашки и дискования в сравнении с чизельным и плоскорезным рыхлением приводит к повышенному выносу питательных элементов из почвы. При сравнении агрохимических свойств эрозионноопасной и неэрозионной фракции почвы, первая имеет более высокие показатели по всем вариантам исследования – гумуса в среднем на 0,3 %, обменного фосфора и калия соответственно на 3,2 и 4,5 мг на 100 г почвы, кальция – 4мг/100г почвы больше (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Количественная оценка дефляционных процессов (при продувке в аэродинамической трубе)

Виды обработки почвы	Модуль дефляции, т/га за год	Вынос питательных элементов, кг/год		
		N	P	K
Вспашка	0,23	5,0	3,2	2,5
Дискование	0,25	4,6	3,5	2,7
Чизельная обработка	0,10	2,2	1,3	1,1
Плоскорезное рыхление	0,16	3,2	2,2	1,9

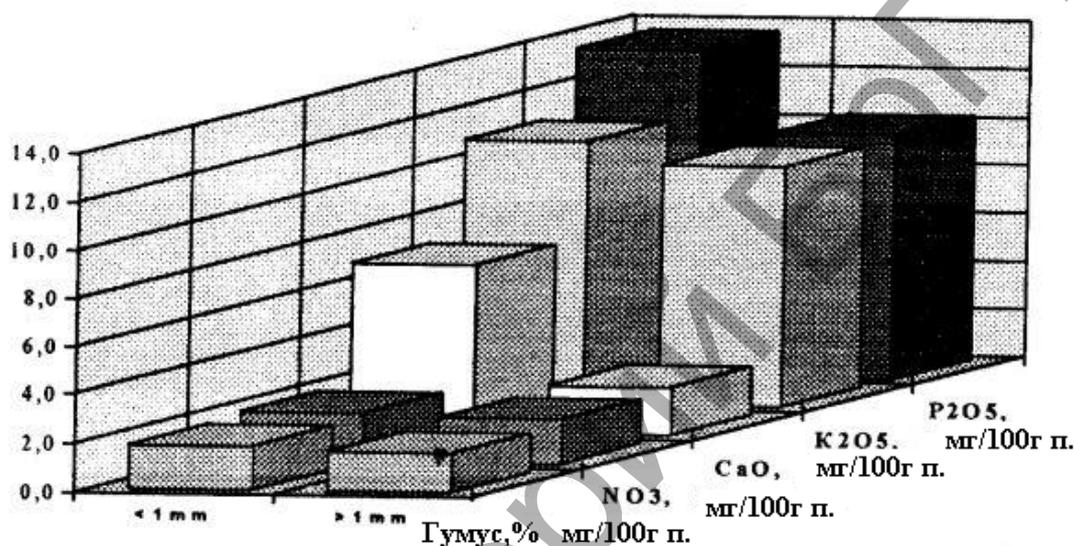


Рисунок 1 – Химический состав эрозионноопасной ($d < 1\text{ мм}$) и ветростойчивой ($d > 1\text{ мм}$) фракции почвы

Удельная активность образовавшейся пыли по цезию-137 существенно превышает активность почвы, с которой она поднимается. Гаммаспектрометрический анализ эрозионноопасной фракции показал, что ее плотность загрязнения на 13-19 % выше, чем плотность загрязнения фракции больше 1 мм. Это означает, что при выполнении сельскохозяйственных работ ингаляционное поступление радиоизотопов с пылью является существенным фактором увеличения дозовой нагрузки на организм механизаторов. Согласно данных Маневичской ЦРБ за период от 1.01.2007 до 31.12.2010 года работники сельского хозяйства получили дозовую нагрузку в среднем 3700 Бк на организм, а механизаторы – 6100. Самый высокий процент превышения контрольных уровней (КУ) зафиксирован именно в этой категории работающих.

Нашими исследованиями установлено, что ветровой отрыв и локальный перенос радиоактивного мелкозема резко возрастает во время обработки почвы. Так, на фоне дисковой обработки выдувание каждый год наблюдалось при средней скорости ветра 3,5 м/сек., тогда как чизельная обработка повышала порог ветростойкости до 4,3 м/сек. Это обусловлено тем, что выполнение поверхностной дисковой обработки приводит к распылению верхнего слоя почвы, которая содержит около 7 % ветростойких агрегатов, тогда как чизельная обработка обеспечивает более шероховатую поверхность (количество агрегатов $d > 1\text{ мм}$ – 21 %).

При изучении микроагрегованности почвы методом прямого подсчета в отраженном свете при 98-кратном увеличении микроскопа МВС-9 было определено, что при чизельной обработке вследствие уменьшения механического действия на почву прослеживается снижение суммы элементарных почвенных частиц (ЭПЧ). Коэффициент агрегированности за Бейвером и Роадэсом в этом варианте самый высокий и составляет 0,10, тогда как дискование на микроагрегатном уровне несет потенциальную опасность в изменении физических параметров в сторону их ухудшения. Таким образом, этот агрометод ведет к сильному распылению почвы, а значит существует вероятность переноса радионуклидов на большее расстояние.

Так как размер комковатости почвы чрезвычайно динамический в пространстве, и времени, и определяет только начальную стадию ветровой эрозии, в качестве диагностического показателя берут величину связности почвенных агрегатов. Мы применили метод механической стойкости блоков почвы – разрушение в ротационном сите (У. Чепилл, 1943, 1951; А.Б. Лавровский, 1973) в модификации лаборатории защиты почв против эрозии ИПА им. А.Н. Соколовского (г. Харьков). Результаты показывают, что действительно дерново-подзолистые почвы имеют среди других типов наименьшие показатели связности (2,8 - 3,8 %) и, в результате, самый высокий коэффициент разрушаемости (K_s - 0,96-0,97). Именно поэтому полная насыщенность воздушного потока золовым материалом при дефляции происходит уже в зоне 250 метров (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние различных приемов обработки на параметры ветростойкости почвы

Виды обработки почвы	Комковатость (содержание частиц $d > 1$ мм)	Связность, %	Коэффициент разрушаемости, K_s	Удельная активность, Ки/кг	
				$d > 1$ мм	$d < 1$ мм
Вспашка	9,0	3,7	0,96	1,2-1,3	1,7
Дискование	7,0	3,4	0,97		
Чизельная обработка	21,0	5,0	0,95		
Плоскорезное рыхление	7,3	3,6	0,96		

При изучении миграции радиоизотопов в системе "почва - растение" было установлено, что главными радионуклидами-загрязнителями, которые определяли суммарную активность как почвенных, так и растительных проб, были цезий-137 (65 %), калий - 40 (30 %), и цезий-134 (5 %). По способности накапливать радионуклиды исследуемые сельскохозяйственные культуры можно разместить в следующий ряд по нарастающей: картофель – озимая рожь – овес – люпин. Было экспериментально доказано, что разными видами обработки почвы можно существенно регулировать поступление радиоизотопов в выращиваемые культуры. Так, самое высокое содержание искусственных (цезий-137, 134) и естественных (калий-40) радионуклидов было отмечено в варианте, где использовалось дискование. Это можно объяснить тем, что такая обработка имеет самое сильное механическое давление на верхнем слое почвы (происходит разрушение структуры как естественного экрана гамма-

излучения), который в свою очередь увеличивает миграционную активность радионуклидов в 10-сантиметровом слое. Наиболее экологически чистая продукция была получена на фоне чизельной обработки. Соответственно, коэффициенты перехода (K_p) в результате этого агроприема были самые низкие. Плоскорезное рыхление и вспашка почвы имели более низкую эффективность в снижении загрязнения продукции радионуклидами и занимают промежуточное место (таблица 3).

Формирование погодных условий засушливого типа во время вегетации (1992, 1994, 1995 годы) сопровождалось увеличением концентрации радионуклидов в растениях, как в вегетативных так и в репродуктивных их частях. Однако, накопление радионуклидов различными органами растений подчиняется общим закономерностям: самые высокие коэффициенты аккумуляции отмечены в листьях и стеблях, ниже – в семенах и в подземных органах.

Таблица 3 – Коэффициенты перехода радионуклидов в сельскохозяйственные культуры под влиянием различных способов обработки почвы

Культуры и накопленные радионуклиды	Коэффициенты перехода, $\frac{\text{Бк / кг}}{\text{кБк / м}^2}$			
	Вспашка	Дискование	Чизельная обработка	Плоскорезное рыхление
Люпин (цезий-137)	5,7	8,3	3,9	5,3
Овес (цезий-137)	1,4	1,6	1,0	1,4
Озимая рожь (калий-40)	11,8	16,7	10,2	16,5
Картофель (калий_40)	4,5	4,6	4,0	4,3

Заключение

Результаты исследований и анализ полученных данных позволяет делать заключение, что в условиях Полесья Волынской области на дерново-подзолистых почвах со средней плотностью загрязнения цезием-137 $1,5 \text{ Ки/км}^2$ с целью уменьшения интенсивности дефляционных процессов и миграционной способности радионуклидов в системе "почва – растение" основную обработку целесообразно проводить чизельными орудиями. Дисковая обработка, как менее эффективная в радиологическом отношении, а также в плане защиты почвы от дефляции, в контролируемой зоне по возможности должна быть исключена или уменьшена до необходимого минимума.

Список литературы

1. Алексахин, Р.М. Сельскохозяйственная радиозэкология / Соавт.: А.В.Васильев и др. – М.: Экология, 1992. – 400 с.
2. Долгілевич, М.Й. Моделі систем захисних лісових насаджень в поліській зоні радіоактивного забруднення / М.Й. Долгілевич, Г.І. Васенков // Проблеми радіоекології / За ред. Б.С. Прістера. – К.: УкрНТІ, 1994. – С.14-16.
3. Качанова, О.В. Імовірна оцінка вітростійкості ґрунту для проектування екологічно-збалансованих агроландшафтів / О.В. Качанова // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до ІХ з'їзду УТГА (30 червня - 4 липня 2014 року, м. Миколаїв). Книга 3. – Харків, 2014. – С. 34-37.
4. Коляда, В.П. До питання виникнення дефляції ґрунтів у різних ґрунтово-кліматичних зонах України / В. К.Коляда // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до ІХ з'їзду УТГА (30 червня – 4 липня 2014 року, м. Миколаїв). Книга 3. – Харків, 2014. – С. 37 -39.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧНОСТИ РЕСУРСОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Гриб А.Д., Рыбак В.А.

РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Республика Беларусь, hannahryb@mail.ru

This article is devoted to the creation of innovative eco-friendly technologies - alternative and resource. It discusses the concept of technology and technological factors, as well as priority directions of innovative development of the country's industry. This article describes the economic, operational and other difficulties faced by enterprises in innovation. The article also presents a draft methodology for assessing the environmental performance of resource-intensive technologies.

Введение

В настоящее время идеи создания эколого-безопасных технологий получают все больший общественный резонанс. Они активно обсуждаются экспертами, политиками, неправительственными организациями. Многие развитые и развивающиеся страны уже начали использовать различные инструменты «зеленой» экономики с целью оптимизации параметров экологичности современных технологий в своей национальной политике и стратегиях развития.

В резолюции Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций [1] отмечается важность доступа всех стран к экологически безопасным технологиям, новым знаниям, ноу-хау и опыту, а также подчеркивается важность сотрудничества в области перспективных технологий, исследований и разработок. Здесь обращается внимание на необходимость создания благоприятных условий для разработки, внедрения, распространения и передачи эколого – безопасных технологий, а также на важность укрепления национального научно-технического потенциала в целях устойчивого развития.

Основная часть

В научном мире существуют различные подходы к рассмотрению вопроса технологий. Так, в «Толковом словаре русского языка» С.И. Ожегова технология рассматривается как «совокупность процессов обработки или переработки материалов в определенной области производства, а также научное описание способов производства» [2, с. 1188].

Универсальный справочник русского языка интерпретирует технологию как «совокупность производственных методов и процессов в определенной отрасли производства, а также научное описание способов производства» [3, с. 259].

В контексте перспективных эколого-безопасных технологий выделено понятие ресурсосберегающих технологий. Так, П.Д. Свирский определяет «ресурсосберегающие технологии как технологии, с применением которых достигается максимальный объем производства при минимальных энергозатратах» [4, с.438].

Кроме того, интересным представляется мнение Ю.В. Михайлова, который раскрывает понятие экологической безопасности технологии (производства) как «проекцию в техносферу понятия устойчивости биологической системы» [5, с. 11].

Так, естественная экосистема устойчива, пока находится в состоянии первичного экологического равновесия, а ведение промышленной деятельности оказывает влияние на те или иные виды, обычно угнетая или подавляя их, и экосистема выходит из равновесия. Поэтому при техногенном освоении территорий необходим действенный и постоянный контроль над работой по восстановлению экосистем, существовавших до начала промышленной деятельности [5].

Здесь могут рассматриваться такие техногенные факторы, которые по возможностям снижения экологической опасности предприятия, делятся на [5]:

- устранимые за счет введения в технологию дополнительных мероприятий;
- устранимые за счет замены применяемой технологии;
- неустранимые для данного вида производства.

По мнению О. Астапович [6], развитие «зеленой» экономики предполагает запуск новых производств с низким уровнем выбросов, а также использование инновационных эколого-безопасных технологий – альтернативных и ресурсосберегающих.

Так, современные исследователи предлагают использовать эти технологии (эколого-безопасные и ресурсосберегающие) в таких секторах экономики как сельское хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство, энергетика, лесное хозяйство, промышленность, туризм, в том числе экотуризм, транспорт, утилизация и переработка отходов, управление водными ресурсами.

Однако, в связи с тем, что основой хозяйственного потенциала Республики Беларусь является промышленность (около 28% ВВП [7]), особого упоминания здесь заслуживает намеченная ориентация промышленного комплекса страны на экологически безопасные производства со щадящим режимом потребления ресурсов [8].

Результатом этого стало то, что в настоящее время инновационной деятельностью охвачены все отрасли промышленности Республики Беларусь [9].

Необходимо отметить, что промышленность страны имеет развитую отраслевую структуру. По объему производимой продукции ведущее место занимает химическая и нефтехимическая промышленность, развиты машиностроение и металлообработка, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная, легкая и пищевая, а также промышленность строительных материалов [10].

Следует особо отметить, что деятельность инновационно-активных предприятий затрагивает практически все сферы экономики. Однако, четкого определения критерия отнесения производств к «зеленым» в настоящий момент не существует [9].

Несмотря на это, наибольшая часть передовых производственных технологий применяется в организациях промышленности [11]. Так, в качестве приоритетных направлений инновационного развития промышленности В.С. Драгун [7] предлагает рассматривать выпуск новых (высокотехнологичных) видов бытовой техники, инструмента и оснастки, а также средств автоматизации; внедрение в производство высокотехнологичного (особенно для химической промышленности) и энергосберегающего оборудования; внедрение новых технологий и рост объема выпуска продукции на предприятиях пищевой промышленности; освоение и выпуск нового высокоэффективного оборудования для переработки и хранения сельхозпродукции.

Сегодня приоритетным направлением промышленной политики является внедрение экологических стандартов, направленных на сведение к минимуму техногенных воздействий на окружающую среду. Так, к настоящему времени в

республике введены и действуют свыше 20 тыс. стандартов, соблюдение которых направлено на обеспечение экологической безопасности и безопасности потребительских товаров [9].

Однако, как показывают современные исследования, многие предприятия в инновационной деятельности сталкиваются с экономическими, производственными и другими трудностями.

Так, к наиболее неблагоприятным экономическим факторам можно отнести недостаток собственных денежных средств и недостаточную финансовую поддержку со стороны государства, высокий экономический риск и стоимость нововведений, низкий уровень спроса на инновационную продукцию со стороны потребителей, длительные сроки окупаемости капиталовложений в инновации [12, 13].

Среди негативных факторов производственного характера отмечены: собственный низкий инновационный потенциал, неготовность предприятий к освоению научно-технических достижений, недостаточный уровень квалификации кадров, недостаток информации о новых технологиях и рынках сбыта [12, 13].

К прочим факторам относят неразвитость инновационной инфраструктуры и рынка технологий, а также неопределенность сроков инновационного процесса [12, 13].

Внедрение современных экологически безопасных технологий – важнейшее средство обеспечения устойчивого развития.

Так, на основе существующих методов и подходов к оценке экологичности ресурсоемких технологий разработан проект методики оценки экологичности проектов. Проект методики включает четыре взаимосвязанных этапа, цель каждого из которых диагностическое обеспечение процесса оптимизации параметров перспективных эколого-безопасных (производственных) технологий.

Так, в проекте методики оценки экологичности проектов предлагается:

1. Выделить параметры перспективных эколого-безопасных технологий, наиболее значимые из которых, безотходность – способ производства, который обеспечивает максимально полное использование перерабатываемого сырья и образующихся при этом отходов; ресурсоемкость – показатель отражающий степень эффективности использования ресурсов предприятия (материалов, энергии, сырья, топлива и т.д.) при производстве единицы продукции; энергоемкость – рациональное использование ресурсов, т.е. экономически оправданное расходование электроэнергии, газа и тепла в отношении к объему производимой продукции; землеемкость – отношение стоимости земли к себестоимости продукции, произведенной на данной земле.

2. Использовать формулы для расчета значений выделенных параметров перспективных эколого-безопасных технологий для определенного вида производства. Расчет производится с помощью следующих формул:

Коэффициент безотходности: $K_b = m_{\text{отходов}} / m_{\text{исп.сырья}}$; $K_b < 1$; K_b должен стремиться к 0, т.е. количество отходов ($m_{\text{отходов}}$) должно быть значительно меньше количества использованного сырья ($m_{\text{исп.сырья}}$). Так, технология может считаться безотходной в случае, если $K_b = 0$. Наиболее безотходной технологией может считаться технология, которая имеет min значение K_b .

Коэффициент ресурсоемкости: $K_p = M / V$, где M – стоимость материальных затрат, а V – стоимость продукции; K_p должен стремиться к 0, т.е. стоимость материальных затрат на изготовление продукции должна быть значительно меньше себестоимости продукции.

Коэффициент энергоемкости: $K_3 = F / V$, где $F = (P_1 P_2 \dots P_n)$, где $P_1 \dots P_n$ - параметры затрат на энергообеспечение (в стоимостном выражении), F – затраты на энергообеспечение (в стоимостном выражении), а V – стоимость продукции; K_3 должен стремиться к 0, т.е. чем меньше K_3 , тем менее энергоемка технология и соответственно более экологична.

Коэффициент землеемкости: $K_3 = X_{га} * \text{стоимость 1га в год} / V$, где $X_{га}$ – количество га, занимаемое, для производства продукции, а V - стоимость продукции, выпущенной за год; K_3 должен стремиться к 0, т.е. на единице площади должно производиться больше продукции (в стоимостном выражении).

3. Использовать способ расчета единого интегрального показателя для выделенных параметров перспективных эколого-безопасных технологий на основе средней геометрической величины.

4. Использовать полученные значения по параметрам перспективных эколого-безопасных технологий для сравнения последних между собой с последующим созданием методического обеспечения процесса оптимизации параметров перспективных эколого-безопасных технологий.

Заключение

Формирование различных стратегий инновационного роста, по мнению В.С. Драгуна [7], является важным шагом к формированию эффективной Национальной инновационной системы страны, что позволит увеличить количество инновационных предприятий в Республике Беларусь и поднять уровень технологичности региона.

Так, несмотря на то, что сегодня инновационной деятельностью охвачены все отрасли промышленности страны, используемые в настоящее время технологии в значительной степени не экологичны. В связи с этим внедрение новых эколого – безопасных технологий, сохраняющих природный комплекс, имеет большое значение для национальной безопасности и перехода к устойчивому развитию.

Список литературы

1. Будущее, которого мы хотим [Электронный ресурс] : Резолюция, принятая Генер. Ассамблеей, 27 июля 2012 г. : [без передачи в гл. ком. (A/66/L.56)], 66/288. – Режим доступа: <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N11/476/12/PDF/N1147612.pdf?OpenElement>. – Дата доступа: 03.06.2015.

2. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка : ок. 100 000 слов, терминов и фразеол. выражений / С. И. Ожегов ; под ред. Л. И. Скворцова. – 28-е изд., перераб. – М. : Мир и образование, 2015. – 1376 с.

3. Универсальный справочник русского языка для школьников и абитуриентов : более 130 000 слов и ст. : 7 слов. в 1 кн. / авт.-сост. П. А. Русаков. – М. : РИПОЛ классик, 2014. – 896 с.

4. Свирский, П. Д. Энергосбережение в строительстве. Экодевелопмент / П. Д. Свирский // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26–28 нояб. 2014 г. : в 2 ч. / Белорус. гос. технол. ун-т ; редкол.: И. М. Жарский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2014. – Ч. 2. – С. 438–440.

5. Михайлов, Ю. В. Подземная экотехнология разработки маломощных месторождений крепких руд / Ю. В. Михайлов. – Минск : Тэхналогія, 2005. – 158 с.

6. Астапович, О. Три кита устойчивого развития: международные эксперты отмечают, что Беларусь имеет хорошие предпосылки для внедрения принципов зеленой экономики / О. Астапович // Род. прырода. – 2012. – № 6. – С. 4–5.

7. Драгун, В. С. Промышленный потенциал и инновационная активность предприятий Республики Беларусь (региональный аспект) / В. С. Драгун, Д. И. Алехин, А. Л. Стефанин // Новости науки и технологий. – 2008. – № 1. – С. 22–30.

8. Червяков, А.В. «Зеленая» экономика – новая концепция устойчивого развития / А.В. Червяков, И.А. Грибоедова // Экон. бюл. Науч.-исслед. экон. ин-та М-ва экономики Респ. Беларусь. – 2012. – № 4. – С. 6–13.

9. Хамчуков, Д.Ю. «Зеленый» сектор в экономике / Д.Ю. Хамчуков // Стратегия устойчивого развития Беларуси: экологический аспект / Е.А. Антипова [и др.]. – Минск, 2014. – С. 12–25.

10. Галай, Е.И. Промышленное загрязнение атмосферного воздуха Минской области выбросами углекислого газа / Е.И. Галай // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата : материалы Междунар. науч. конф., Минск, 5–8 мая 2015 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: П. С. Лопух (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – С. 306–307.

11. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2008 года : аналит. докл. / В.И. Недилько [и др.] ; Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь, НАН Беларуси ; под общ. ред. И. В. Войтова, М. В. Мясниковича. – Минск : БелИСА, 2009. – 184 с.

12. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2006 года : аналит. докл. / А.Н. Коршунов [и др.] ; Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь ; под общ. ред. В. Е. Матюшкова, В. И. Недилько, М. В. Мясниковича. – Минск : БелИСА, 2007. – 315 с.

13. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2007 года : аналит. докл. / В.И. Недилько [и др.] ; Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь ; под общ. ред. В. Е. Матюшкова, М. В. Мясниковича. – Минск : БелИСА, 2008. – 307 с.

УДК 528.873.041.3

ДЕШИФРИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ТЕПЛОВЫМ КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ С РЕСУРСНЫХ СПУТНИКОВ

Грищенко М.Ю.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет; Москва, Россия; m.gri@geogr.msu.ru

The paper deals with the revealing various natural and man-made objects on thermal satellite images. We examined four groups of objects characterized by the formation of the expressed positive thermal anomalies on the thermal images: urban areas, nuclear power plants, solid waste landfills, areas with postvolcanic activity. For each group of objects the thermal field differentiation features were revealed.

Введение

Тепловые снимки являются особым источником информации о географических объектах - на них находит отображение пространственно-временная дифференциация собственного излучения объектов земной поверхности. Эта дифференциация связана с различиями в свойствах этих объектов, что определяет возможность их дешифрирования. Следует отметить, что одиночный тепловой снимок отражает состояние динамического теплового поля только в

один момент времени; использование серии разновременных тепловых снимков позволяет повысить информативность их дешифрирования. Выявлено, что для территорий, расположенных в умеренных широтах, наиболее эффективным является использование серии разносезонных снимков, отражающих сезонную изменчивость интенсивности теплового излучения. В таком случае дешифровочным признаком объектов земной поверхности будет выступать временной образ - совокупность значений интенсивности теплового излучения на разных снимках [4].

Исходные данные

В качестве исходных данных в нашей работе были использованы тепловые космические снимки съёмочных систем TM, ETM+ и TIRS (спутники Landsat 5, Landsat 7 и Landsat 8 соответственно). Эти снимки зарегистрированы в спектральном диапазоне 10-12 мкм, в котором излучает большинство объектов земной поверхности. Такие снимки характеризуются пространственным разрешением 60 м (ETM+), 100 м (TIRS) и 120 м (TM), пространственный охват - 185 км. Такие параметры позволяют охарактеризовать эти снимки как наиболее пригодные для исследований на региональном уровне.

Методика

Автором предложено два подхода к анализу разновременных тепловых снимков: выявление устойчивых тепловых аномалий территории и дешифрирование тепловой структуры местности. Под тепловой аномалией здесь понимается отклонение от среднестатистического значения интенсивности теплового излучения на тепловом снимке (как в сторону увеличения значений интенсивности теплового излучения, так и в сторону их уменьшения), приуроченное к некоторому участку земной поверхности; под тепловой структурой местности – полученное по результатам обработки многовременного разносезонного теплового снимка пространственное распределение участков со сходным характером сезонной динамики теплового излучения.

Первый этап методики – поиск и отбор разносезонных снимков. От репрезентативности выбранных снимков зависит качество результатов дешифрирования. На основе проведенных экспериментов выделены и обоснованы следующие критерии отбора тепловых космических снимков для формирования многовременного снимка.

1. Пространственное разрешение исходных тепловых космических снимков должно быть максимально возможным, чтобы выявлять геосистемы наиболее низкого иерархического уровня.

2. Обязательно отсутствие на снимках тумана, дымки, облачности верхних и нижних ярусов.

3. Спектральный диапазон выбираемых снимков должен находиться в пределах 10-12 мкм (зона максимума теплового излучения Земли).

4. Необходимо обеспечение сопоставимости снимков: геометрической (по пространственному разрешению), радиометрической (по радиометрическому разрешению), спектральной (по спектральному диапазону), временной (по времени регистрации). Следовательно, необходимо использовать снимки одной съёмочной системы или съёмочных систем с одинаковыми параметрами.

5. Существенно как можно более полное отображение набором тепловых космических снимков сезонных изменений изучаемой местности, т.е. количество разносезонных снимков и их распределение по сезонам зависит от географических характеристик исследуемой территории.

Второй этап методики – создание многовременных снимков – включает предварительную обработку подходящих снимков и формирование многоканального снимка из разновременных. При этом отдельные снимки размещаются в порядке смены сезонов без учета года съемки, исходя из того, что сезонные изменения интенсивности теплового излучения значительны, а многолетние изменения в пределах одного сезона выражены слабее.

Далее методика работы зависит от цели исследования. При выявлении тепловых аномалий третий этап состоит в создании синтезированных изображений: одного или нескольких вариантов синтеза разносезонных снимков, дающих наиболее контрастное изображение территории. Различными цветами здесь отображаются объекты и участки местности, имеющие различный характер динамики излучения за период, заданный сроками используемых при синтезе снимков. Выявление тепловых аномалий на этих изображениях проводится визуально. На четвертом этапе для всех выявленных тепловых аномалий строятся графики временных образов, на основе которых осуществляется классификация тепловых аномалий по виду графика. Итог работы – карта тепловых аномалий изучаемой местности.

При выявлении тепловой структуры на третьем этапе проводится кластеризация многовременного снимка методом ISODATA при разных параметрах. На четвертом этапе из полученных вариантов с разным количеством кластеров выбирается один. Критериями качества результата кластеризации являются низкая дробность контуров, возможность подтвердить выделение тех или иных однородных участков дополнительной информацией. Максимально возможным числом кластеров при обработке многовременного теплового снимка является такое, на котором все кластеры могут быть соотнесены с геосистемами, а при большем количестве кластеров такое соотношение установить невозможно. Определение оптимального числа кластеров зависит от особенностей местности и задачи исследования, поэтому при составлении карт тепловой структуры необходимы другие карты, космические снимки в других спектральных диапазонах и более высокого пространственного разрешения, текстовые описания, результаты полевых обследований и др. Пятый этап – построение графиков временных образов выделенных кластеров, соответствующих элементам тепловой структуры, и их классификация. Названия полученным элементам тепловой структуры даются на основании характерных особенностей сезонной динамики интенсивности их теплового излучения, выявленным по временным образам. Итогом работы является карта тепловой структуры территории.

Результаты

Все полученные в ходе работы результаты обработки снимков можно условно разделить на 4 группы: анализ городских территорий разного размера; анализ теплового воздействия на окружающие объекты атомных электростанций (АЭС); анализ интенсивности теплового излучения полигонов твердых бытовых отходов (ПТБО); анализ пространственно-временной дифференциации интенсивности теплового излучения природных объектов в районах проявления поствулканической активности.

1. Городские территории

Проанализированы следующие городские территории: г. Москва, г. Нижний Новгород, г. Воронеж, г. Ярославль, г. Махачкала, г. Астрахань, г. Кисловодск, г. Алексеевка Белгородской обл., г. Мантурово Костромской обл., г. Шарья Ко-

стромской обл., г. Суджа Курской обл., г. Суворов Тульской обл., пос. Дубна Тульской обл [2, 3]. Все снимки обработаны следующим образом: проведена кластеризация методом ISODATA на 5 или 7 классов при пороге сходимости 98%. Приведём примеры описаний результатов дешифрирования для некоторых городов.

а) Город Ярославль. Снимок получен 28 января 2014 года. По результатам обработки чётко выделяется городская застройка, а также крупные промышленные предприятия. Вне городской черты объекты дифференцировать сложно.

б) Город Суворов Тульской области. Снимок получен 31 января 2014 года. В качестве чётко выраженной положительной тепловой аномалии выделяется восточная часть Черепетского водохранилища. Положительные тепловые аномалии меньшей интенсивности связаны с Черепетской ГРЭС им. Д.Г. Жимерина и её прудом-остойником. Пониженной интенсивностью теплового излучения отличаются безлесные участки.

в) Город Алексеевка Белгородской области. Снимок получен 26 января 2014 года. Чётко выделяются лесные массивы, а также городская застройка, для которой характерна повышенная интенсивность теплового излучения. Большое влияние на распределение интенсивности теплового излучения оказывает рельеф - днища долин водотоков характеризуются пониженной интенсивностью теплового излучения.

г) Город Мантурово Костромской области. Снимок получен 27 декабря 2013 года. Наибольшие различия в интенсивности теплового излучения зафиксированы между лесом (повышенное тепловое излучение) и безлесными пространствами (пониженное тепловое излучение). Интенсивность теплового излучения акватории реки Унжа в целом находится между этими двумя типами территории. На фоне лесной растительности пониженной интенсивностью теплового излучения выделяются просеки под ЛЭП и железную дорогу.

д) Пос. Дубна Тульской области. Снимок получен 31 января 2014 года. Ведущую роль в пространственной дифференциации интенсивности теплового излучения играют залесённость и рельеф. Наиболее интенсивно излучающие объекты здесь - лесные массивы, наименее интенсивно излучающие - днища долин. Населённые пункты здесь не дешифрируются.

В итоге выявлено, что, во-первых, определяющее значение для формирования тепловых аномалий, связанных с городскими территориями (поверхностных островов тепла городов) имеет размер города. Во-вторых, наличие большого количества активно функционирующих промышленных предприятий на городской территории оказывает наиболее сильное влияние на пространственно-временную дифференциацию теплового поля и формирование поверхностного острова тепла. Это связано с тем, что промышленные предприятия, за счет выделения большого количества промышленного тепла в процессе работы, в сочетании с нагревом прямой солнечной радиацией, характеризуются повышенной интенсивностью теплового излучения и формируют мощные положительные тепловые аномалии. Плотность застройки также сильно влияет на формирование острова тепла. Городские территории, не обладающие крупным промышленным производством и высокой плотностью застройки, выраженных поверхностных островов тепла не формируют. Главным фактором в распределении интенсивности теплового излучения на местности в таких случаях является географическое макро- и мезоположение городской территории.

2. Атомные электростанции (АЭС)

Тепловое воздействие атомных электростанций на окружающие объекты анализировалось по тепловым космическим снимкам, полученным в зимний период. Снимки обработаны так же, как и при изучении городских территорий. Проанализированы следующие АЭС: Ленинградская, Кольская, Балаковская, Билибинская, Ростовская, Калининская, Белоярская, Курская, Нововоронежская, Смоленская. Очень крупные тепловые аномалии связаны с прудами-охладителями и шлейфами сброса вод; такое явление характерно абсолютно для всех проанализированных электростанций. Кроме того, для некоторых АЭС характерно также формирование тепловых аномалий, связанных с производственными корпусами. К таким относятся Ленинградская, Ростовская, Калининская, Белоярская, Курская, Нововоронежская АЭС. Пространственная дифференциация теплового поля территорий, прилегающих к электростанциям, зависит от географических особенностей этих территорий: при наличии относительно крупных городов (Ленинградская, Ростовская, Балаковская АЭС) заметна дифференциация теплового поля в зависимости от городской застройки; заметный вклад в дифференциацию вносят сельскохозяйственные угодья (Балаковская, Ростовская АЭС); различной интенсивностью теплового излучения характеризуется растительность различных типов, в первую очередь, различаются леса и безлесные территории (Ленинградская, Курская, Смоленская АЭС); для территорий со значительным разнообразием рельефа его влияние может быть очень велико (Нововоронежская АЭС и, особенно, - Билибинская АЭС).

3. Полигоны твёрдых бытовых отходов

Определяющим фактором при дешифрировании полигонов ТБО по тепловым космическим снимкам является площадь этих полигонов, которая, в целом, коррелирует с размером населённых пунктов, отходы которых туда свозятся. ПТБО различных населённых пунктов в разных частях европейской территории России анализировались по тепловым снимкам, полученным в весенний период. Среди всех проанализированных ПТБО наиболее контрастную по отношению к окружающему ландшафту тепловую аномалию создаёт полигон "Икша" в Дмитровском районе Московской области, куда свозят отходы из Москвы. ПТБО в таких городах, как Архангельск, Рязань и Тверь также создают мощные положительные тепловые аномалии, однако их интенсивность не превышает интенсивности тепловых аномалий, создающихся промышленными зонами городов. Для менее крупных населённых пунктов ПТБО по тепловым космическим снимкам дешифрировать проблематично. Так, ПТБО г. Судогда Владимирской обл. по яркости на тепловых снимках не отличается от расположенных недалеко садовых участков. ПТБО г. Белёв Тульской обл. характеризуется повышенной яркостью на тепловых снимках относительно окружающих ландшафтов, однако промышленные объекты гораздо более "тёплые". Полигон ТБО г. Одоев Тульской обл. практически не выделяется. Основную роль в дифференциации теплового поля в данном случае играет рельеф: наиболее тёплые объекты - склоны южной экспозиции. Полигон ТБО пос. Соловецкий Приморского района Архангельской области совсем не дешифрируется по тепловым космическим снимкам из-за своих небольших размеров (максимальный диаметр - 155 м).

4. Проявления поствулканической активности

В рамках настоящей работы проанализированы три группы проявлений поствулканической активности: вулкан Головнина (остров Кунашир, Сахалинская обл.); грязевой вулкан Шуго (Крымский район Краснодарского края); Долина нарзанов (Зольский район Кабардино-Балкарской республики). Наиболее сильно проявления поствулканической активности оказывают влияние на ландшафты в случае вулкана Головнина, являющегося действующим. Сольфатарные поля и кратерное озеро Кипящее формируют мощные положительные тепловые аномалии, дешифрируемые во все сезоны года. Температура сольфатарных полей достигает 80°C (по снимкам дешифрируется около 40°C), кратерного озера - 30°C (столько же дешифрируется) [1]. Кратер вулкана Шуго формирует хорошо выраженную положительную тепловую аномалию, однако её интенсивность не отличается от интенсивности тепловых аномалий, связанных с участками открытого грунта на окружающей территории. По-видимому, это связано с не очень высокой интенсивностью теплового излучения грязевого вулкана. Источники Долины нарзанов не формируют тепловых аномалий, что связано с их небольшими размерами и невысокой температурой.

Заключение

1. Основной вклад в дифференциацию теплового поля городских территорий вносят промышленные объекты и плотность застройки. Определяющее значение имеет размер городов.

2. Тепловое воздействие атомных электростанций приходится, в первую очередь, на водные объекты. Тепловые снимки позволяют оценить интенсивность этого воздействия.

3. Тепловое влияние полигонов ТБО зависит от размеров населённых пунктов, к которым они относятся. ПТБО крупнейших городов формируют мощные тепловые аномалии, в то время как ПТБО небольших населённых пунктов могут вообще не дешифрироваться.

4. Влияние на окружающие ландшафты проявлений поствулканической активности связано, в первую очередь, с их интенсивностью. Чем более высокой температурой характеризуются проявления, тем интенсивнее влияние.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 16-35-00327.

Список литературы

1. Антипин, М.А., Грищенко М.Ю. Исследование тепловых аномалий кальдеры вулкана Головнина по тепловым космическим снимкам // Современные проблемы регионального развития: материалы V международ. науч.-практич. конф., Биробиджан, 09-11 сентября 2014 г. / Под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН – ФГБОУ ВПО ПГУ им. Шолом-Алейхема. - 2014. - С. 160-161.

2. Балдина, Е.А., Константинов, П.И., Грищенко, М.Ю., Варенцов, М.И. Исследование городских островов тепла с помощью данных дистанционного зондирования в инфракрасном тепловом диапазоне // Земля из космоса — наиболее эффективные решения. - 2015. - Специальный выпуск. - С. 38-42.

3. Грищенко, М.Ю., Ермилова, Ю.В. Сопоставление тепловых островов различных городов Европейской России с помощью снимков Landsat-7/ETM // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы V Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 19 – 22 сентября 2013 г.). - Воронеж: Цифровая полиграфия. - 2013. - С. 53-60.

4. Книжников, Ю.Ф., Кравцова, В.И. Аэрокосмические исследования динамики географических явлений. М.: Изд-во Моск. ун-та., 1991. - 206 с.

ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА МЕЖЛЕДНИКОВЫХ ЭПОХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 800 ТЫС. ЛЕТ

Еловичева Я.К., Писарчук Н.М.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь, yelovicheva@yandex.ru, pisarchukova@yandex.ru

The article presents the results of the interpretation of the palynological analysis of data on the characteristics of the environmental components of the Interglacials of the Glacialeistocene in the district of modern maximum concentration of species of fossil flora.

Введение

Выявление состава ископаемой палинофлоры Беларуси на протяжении межледниковий гляциоплейстоцена (последние 800 тыс. лет) является одним из важных методических подходов в определении ее богатства и разнообразия под влиянием климатической обстановки, а также ее место (возраст) в эволюционном ряду по составу показательных (экзотических) видов. В этом отношении особое место принадлежит *положению района современной концентрации видов ископаемой флоры*. Данная характеристика базируется на методе картографической регистрации количества совместно обитающих современных видов. Путём последовательного наложения карт ареалов видов современных растений, которые выявлены в исследуемом межледниковом интервале (оптимум, промежуточное похолодание, устанавливается территория с наибольшим числом совместно произрастающих видов (район концентрации). При этом исходят из того комплекса видов, которые можно считать действительно одновременно существовавшими на данной территории.

Основная часть

Сравнение районов максимальной концентрации ископаемых видов флоры гляциоплейстоцена из различных районов Восточно-Европейской равнины показывает, что разновозрастные ископаемые флоры имели различную приуроченность к современным физико-географическим районам, различающимся составом флоры, характером растительного покрова, климата, почвами. Эта особенность позволяет различать и природные условия каждой межледниковой эпохи (таблица).

Нами был проанализирован состав флоры межледниковых эпох гляциоплейстоцена Беларуси, проведено сравнение его с межледниковыми флорами смежных районов для выявления их сходства и различия, а, следовательно, возможности считать их разновозрастными или относить к различным стратиграфическим интервалам. Определение района современной концентрации видов ископаемой флоры преследует ту же цель: при сходстве флоры совпадает и район максимальной концентрации видов, при различном её возрасте отличаются и районы (Гричук, 1989; Еловичева, 2001). Более надежны и перспективны результаты комплексного изучения флоры палинологическим и карпологическим методами. Вместе с тем недовыявленность экзотических элементов флоры неоднозначно оценивает их возрастной ранг (рисунок 1).

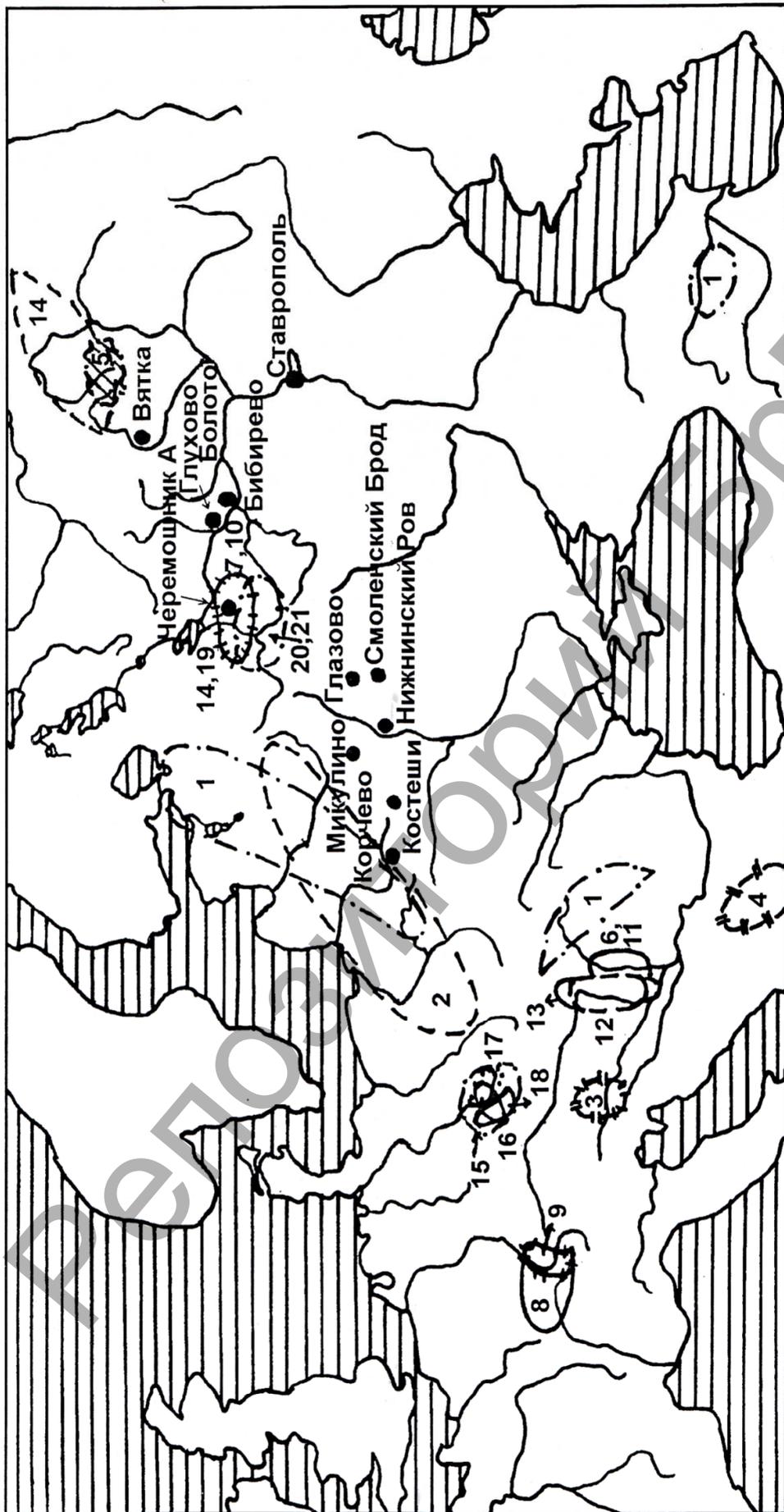


Рисунок 1 – Районы современной максимальной концентрации видов ископаемой флоры: 1-брестской, 2-венедской (г. Старополь), 3-корчевской (Корчево), 4-беловежской (оптимум), 5-беловежской (яглевичское похолодание), 6-ишкольдской (оптимум), 7-ишкольдской (похолодание), 8-александрийской (оптимум), 9-лихвинской (Лихвин), 10-александрийской (копыское похолодание), 11-смоленской (Смоленский Брод), 12-шкловской (оптимум), Нижнинский Ров, Костеши, Подруднянская, 13-рославльской (глазовский оптимум; Глазово, Бибирево, Ставрополь), 14-шкловской (похолодание), 15-муравинской (оптимум), 16-18-микулинской (16-Микулино, 17-Черемошник А, 18-Глухово Болото), 19-муравинской (борковское похолодание), 20-голоценовой, 21-голоценовой (р. Вятка).

Таблица – Основные характеристики районов современной максимальной концентрации видов ископаемой флоры межледниковий гляциоплейстоцена

Межледниковья гляциоплей-стоцена	Из. яр.	Район современной максимальной концентрации видов ископаемой флоры	Макс. концентрация видов, %
Голоценовое	1	верховья Волги от оз. Волго до Рыбинского вдх.	100
борховское похолодание – mг	5	Молого-Шекснинская низменность (тёмно-хвойная тайга)	100
Муравинское – mг	5	верховья Эльбы в межгорье Судет, Рудных гор, Шумавы и Чешско-Моравской возвыш-ти	93-100
угловское и лысогорское похолодания – sk	7	Молого-Шекснинская низменность, Северные Увалы, Вятско-Камская низменность в пределах Печоры и Тавды (юг тёмно-хвойной тайги)	76-100
Шкловское – sk	7	центральная часть Среднедунайской низменности и южные предгорья Карпат	81-96
Смоленское – sm	9	Среднедунайская низменность	86
копысское похолодание – a	11	район к югу от Рыбинского вдх. в междуречье Волги (юг тёмно-хвойной тайги и север смешанных лесов)	80
Александрийское – a	11	верховья Рейна в пределах гор Шварцвальд, Юра, Вогезы и верховья Сены	80
Похолодания – isk	13	междуречье Волги к югу от Рыбинского вдх. (тёмно-хвойная тайга и смешанные леса)	84
Ишкольдское – isk	13	Среднедунайская низменность	84.
яглевичское похолодание – bv	15	Северные Увалы, верховья Вятки и Камы (темно-хвойные таежные леса)	92
Беловежское – bv	15	бассейн рек Западная Морава и Южная Морава в горной системе Альп	70
Венедская аллювиальная свита – vd	15	Ильменская низина (бас. Ловати, Шелони, Великой), р-н Среднегерманских гор и плоскогорий	77
Корчевское – kr	17	предгорья Восточных Альп в верховьях рек Драва, Мура.	62
Брестское – brs	19	а) низинная часть запада Восточно-Европейской равнины от Мазурского Поозерья до Ладожского оз.; б) Кавказ и Карпаты	60

Как видно из таблицы, указанные районы с максимальной концентрацией видов ископаемых растений являются определяющими при характеристике природных условий различных временных интервалов межледниковий гляциоплейстоцена.

Заключение

Анализ расположения центров концентрации видов разновозрастной ископаемой флоры (рисунок 1) свидетельствует о постепенном и направленном смещении их к востоку и северо-востоку в пределах Западно-Европейской и Восточно-Европейской равнин по мере омоложения межледниковой флоры – от раннегляциоплейстоценовой к голоценовой. Данная закономерность отражает степень повышения континентальности климата от древнейшего межледниковья к каждому последующему на протяжении 800 тыс. лет и естественного снижения разнообразия и богатства ископаемой флоры за счет уменьшения экзотичности ее состава.

Список литературы

1. Гричук, В.П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене / В.П. Гричук. – М., 1989. – 183 с.
2. Еловичева, Я.К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси / Я.К. Еловичева. – Минск: БелСЭНС, 2001. – 292 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ ТОКСИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, АДсорБИРОВАННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ХЛОРИДА НАТРИЯ

Захаренко Т.В., Чередниченко Д.В., Воробьев П.Д.

Государственное научное учреждение «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, cherednichenko_dv@tut.by

The paper describes methods of purification of the halite concentrate produced during flotation of potash fertilizers from organic impurities – adsorbed molecules of collectors, depressors, etc. The possibility of liquid-phase oxidation of amines with sodium hypochlorite in the process of salt crystallization is shown.

Введение

Использование калийных удобрений в сельском хозяйстве является в настоящее время стандартным агрохимическим приемом в большинстве развитых стран мира. Спрос на калийные удобрения, по мере роста численности населения земли и сокращения количества пригодных для ведения сельского хозяйства земель, будет неуклонно увеличиваться. Единственным доступным источником калия в настоящее время являются природные месторождения, образовавшиеся миллионы лет назад из древних океанов. Большинство месторождений содержат, помимо калийных солей, значительное количество примесей. Наиболее часто встречающимся «попутным» минералом является галит.

В настоящее время образующийся в процессе обогащения руды галит не используется и направляется на складирование в поверхностные солеотвалы или выработанные пространства шахт. Галитовые отходы процесса переработки калийных руд являются постоянным источником засоления почв и подземных вод в районах расположения. Рассолы с содержанием солей до 300 г/л образуются из-за растворения солеотвалов атмосферными осадками, конденсационной влаги, отжима свежих галитовых отходов, имеющих начальную влажность 10–12%, которая при складировании понижается до 5–8%. Образующиеся рассолы проникают в подземные воды и, достигнув водоупора, распространяются в горизонтальном направлении до выхода подземных вод на поверхность. При современных масштабах производства калийных удобрений количество ежегодно получаемых галитовых отходов составляет миллионы тонн. Так, на производственном объединении ОАО «Беларуськалий» образуется около 25 млн. тонн галитовых отходов ежегодно. Наряду с пустой породой, солеотвалы калийного предприятия занимают площадь до 250 га.

Для снижения объемов галита, складированного на земной поверхности, на некоторых предприятиях калийной промышленности за рубежом размещение жидких и твердых солевых отходов проводят методом подземного складирования с использованием нагнетательных скважин и подземных выработок или сбрасывают в озера, реки и моря. Подземное складирование отходов калийного производства снижает отрицательное влияние солевых отходов на окружающую среду, однако требует дополнительных технически сложных операций и применимо лишь там, где существуют благоприятные гидрогеологические предпосылки. Сброс соли в водные природные источники требует сложной системы контроля и, аналогично поверхностному складированию, оказывает долгосрочное, часто непредсказуемое влияние на природный ландшафт и экосистему.

Наиболее перспективным способом использования галитовых концентратов является их переработка с получением технической или пищевой поваренной соли. В литературе описаны способы использования галитовых отходов галургических фабрик, не содержащих токсичных примесей, для получения антигололедных реагентов, технической и выварочной соли. Галитовые отходы, содержащие до 90 % хлорида натрия, могут быть использованы как сырье для содового, хлорного и некоторых других производств. Однако это целесообразно только для предприятий, расположенных вблизи разрабатываемых калийных месторождений, так как перевозка такого дешевого сырья экономически не оправданна.

Альтернативным галургическому способу выделения галита из калийных руд является флотация. В зависимости от минералогического состава и физических свойств руды используется прямая или обратная флотация галита. В любом случае образующийся в процессе обогащения галитовый концентрат загрязняется применяемыми в технологическом процессе органическими флотореагентами – солями алифатических или ароматических аминов различного типа.

Большинство аминов являются токсичными соединениями. Принято считать, что первичные алифатические амины токсичнее вторичных и третичных, диамины токсичнее моноаминов; изомерные алифатические амины более токсичны, чем алифатические амины нормального строения; моноамины с большей вероятностью обладают гепатотоксичностью, а диамины – нефротоксичностью. Наибольшей токсичностью и потенциальной опасностью среди алифатических аминов характеризуются непредельные амины из-за наиболее выраженной у них способности угнетать активность аминоксидаз [1].

Опасно как вдыхание их паров аминов, так и их контакт с кожей. Ароматические амины вызывают раковые заболевания, острое отравление, которое в конечном итоге, оказывает неблагоприятное воздействие на красные клетки крови (окисляют гемоглобин в метгемоглобин), чувствительность кожи и дыхательных путей. Воздействие алифатических аминов вызывает угнетение функций воспроизведения, хронические заболевания верхних дыхательных путей, установлено их отрицательное влияние на центральную нервную систему, функциональное состояние печени.

ПДК водных растворов для различных видов аминов находится в диапазоне от 0,01 до 170 мг/дм³. Применяемые в процессах обогащения калийных руд алифатические амины с углеводородным радикалом длиной в 12-14 атомов углерода или используемые для обратной флотации алкилморфолины имеют умеренную токсичность [1].

Наличие в составе флотационного галитового концентрата токсичных аминов в значительной степени ограничивает возможность использования галита, полученного флотационным способом обогащения руды, в качестве сырья для производства поваренной соли.

Исследованиями, проведенными в Институте общей и неорганической химии НАН Беларуси совместно с Белорусским научно-исследовательским институтом животноводства, показано, что использование поваренной соли, содержащей в одной тонне до 3,65 г жирных аминов, не оказывает отрицательного влияния на физиологическую деятельность организма животных, что позволяет использовать соль для корма животных. Однако дальнейшее снижение содержания амина в поваренной соли не только гарантировало бы применение ее в качестве кормовой, но и позволило бы использовать ее (при полном удалении амина) и для пищевых целей.

Рынок кормовой соли разделен на два сектора – рассыпная соль и брикетированная соль (лизуны). Рассыпная соль представляет собой аналог пищевой соли, но несколько худшего качества. Стоимость рассыпной соли примерно соответствует пищевой соли. Брикетированная соль в виде лизунов производится большинством предприятий-производителей соли, а также сторонними предприятиями, закупающими соль на рынке. Объем рынка лизунов – 3-5 тыс.т. т.е. около 0,5 %, но стоимость значительно выше – 300-400 у.е./т для лизунов производства стран Таможенного Союза и до 1000 у.е. для продукции Европейских производителей.

Специалисты прогнозируют, что рынок кормовой соли будет расширяться, особенно в условиях экономической конфронтации РФ со странами Запада и соответствующим потенциальным развитием внутреннего рынка. Согласно статистическим данным, поголовье животных в последние годы не увеличивается (в частности, в Российской Федерации), что, возможно, связано с общим экономическим спадом.

Ранее авторами [2] была показана возможность удаления алифатических аминов с поверхности поваренной соли путем термической обработки галитового сырья в присутствии окислителей – нитрита натрия и гипохлорита натрия. Авторами было показано, что применение указанных окислителей обеспечивает полное удаление жирных аминов из кормовой соли. Оптимальные, с точки зрения энерго- теплотрат, результаты достигаются при нагревании соли с нитратом аммония при температуре 300°C, а с гипохлоритом натрия при температуре 200°C. Применение гипохлорита натрия или нитрата аммония в качестве окислителей не приводит к появлению в поваренной соли после очистки дополнительных примесей, так как нитрат аммония при разложении образует газообразные продукты, которые выводятся из зоны реакции, а гипохлорит натрия химически превращается в хлористый натрий и кислород.

Целью настоящей работы являлось исследование окисления ароматических аминов, адсорбированных на поверхности частиц галита в процессе обратной флотации полиминеральных руд, для оценки возможности очистки галита от органических примесей.

Основная часть

Для проведения исследований использовались модельные образцы, полученные путем обработки хлористого натрия заданным количеством амина алкилморфолина. Для проведения исследований использовали хлористый натрий классификации ч.д.а. (ГОСТ 4233-77). Алкилморфолин использовали в виде технического продукта производства компании AzkoNobel. Обработку хлорида натрия осуществляли амином в виде его солянокислой соли. Обработанный образец высушивали при температуре не более 60 °С. Для окисления аминов в жидком виде использовали раствор гипохлорита натрия, произведенный согласно ГОСТ 11086-76.

Определение амина осуществляли с использованием методики, основанной на реакции комплексообразования аминов с индикатором «метилоранж» (производное ароматических сульфокислот) в кислой среде (рН=2,8), с последующей экстракцией образующегося комплекса хлороформом. Органический слой отделяли и анализировали методом спектрофотометрии.

Установлено, что без использования специальных добавок окислителя полностью удалить амин практически невозможно (эффективность не более 96–97%), даже при достаточно высоких температурах (600–700 °С), близких к температуре плавления соли.

Исследована зависимость эффективности отжига от температуры и длительности термообработки (рисунок 1). При низких температурах длительность обработки оказывает заметное влияние. При высоких температурах эффективность отжига практически не зависит от продолжительности термообработки. В процессе отжига одновременно происходит окисление аминов кислородом воздуха и процесс десорбции амина с поверхности. В целом, способ термического окисления в процессе сушки следует признать малоэффективным и дорогостоящим.

Использование гипохлорита или нитрита натрия позволяет снизить температуру окисления и длительность обработки хлорида натрия, но приемлемые с точки зрения эффективности очистки результаты могут быть получены только при достаточно длительной термообработке материала. Полученные закономерности в целом аналогичны результатам, полученным ранее другими исследователями [2].

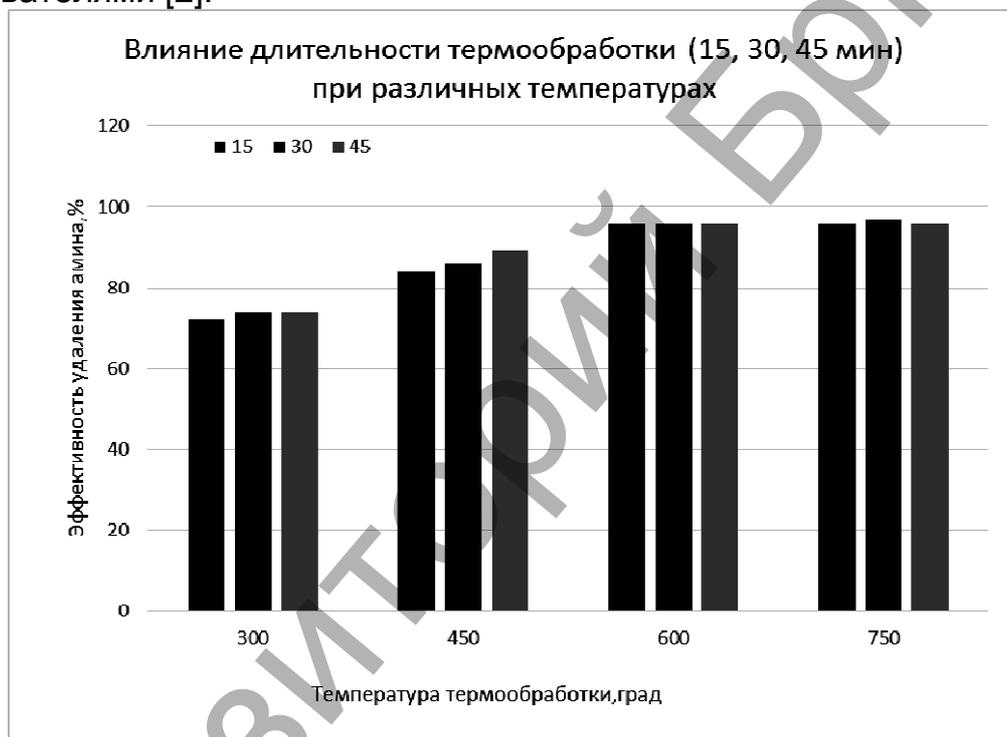


Рисунок 1 – Эффективность удаления адсорбированного алкилморфолина с поверхности поваренной соли путем термообработки

Недостатком технологии термической деструкции также является возможность образования токсичных продуктов окисления. Их улавливание требует оснащения печей обжига специальным оборудованием. В настоящее время разработано и апробировано в промышленности большое количество различных методов очистки газов от технических загрязнений: двуокиси серы, аммиака, оксида углерода, различных органических и неорганических веществ.

При использовании метода очистки от аминов адсорбционным методом физической или хемосорбцией в качестве поглощающего вещества используют жидкости (воду, органические растворители - для физической абсорбции; растворы солей, щелочей, органические вещества, суспензии различных веществ, взаимодействующие с извлекаемым компонентом, – для хемосорбции).

В случае адсорбционного термического метода с использованием твердых пористых поглотителей, основанного на прямом сжигании в печах или факельных

горелках легко окисляемых (горючих) токсичных веществ, проявляются загрязнители атмосферы, обезвреживание которых требует дополнительных мер. Каталитический адсорбционный метод основан на химических превращениях токсичных компонентов в нетоксичные на поверхности твердых катализаторов.

Электронно-лучевой адсорбционный метод, основанный на воздействии потока ускоренных электронов на газовую среду, используется для очистки дымовых газов от двуокиси серы и окиси азота, в ходе которой происходит окисление кислородом этих компонентов до SO_3 и NO_2 , после чего они взаимодействуют с водой и (или) аммиаком. В рассматриваемом случае целесообразным является комбинированный метод очистки дымовых газов – озонно-аммиачный, по некоторым параметрам сходный с электроно-лучевым. Сущность метода заключается в окислении при $50\text{--}60^\circ\text{C}$ в специальном реакторе газов NO и NO_2 до N_2O_5 , поглощении образующегося соединения водой и нейтрализации раствором аммиака. Отходы, образующиеся при реализации данного процесса, могут быть использованы как азотное удобрение, хотя имеются сложности, связанные с необходимостью генерирования значительных количеств озона.

В связи с тем, что промышленные продукты флотации, как правило, содержат до 10–15 % нерастворимых примесей, получение качественной поваренной соли с содержанием основного компонента не менее 97,5–98,5% невозможно без перекристаллизации соли с выделением нерастворимой части в осадок на стадии растворения. Концентрированный солевой раствор, насыщенный по хлориду натрия, выпаривают. Выпарные аппараты, используемые для получения выварочной соли, работают в диапазоне температур от 120 до 60°C . Температура выпарки ступенчато снижается от первого корпуса выпарной установки к последнему. Высокие температуры и длительность процесса выпарки создают благоприятные условия для окисления аминов в жидкой фазе без отдельной технологической операции по термообработке соли.

Нами установлена возможность химического окисления аминов в жидкой фазе гипохлоритом натрия. Результаты выполненных исследований показали, что эффективность окисления тем выше, чем выше исходная концентрация амина (рисунок 2). Удаление остаточных количеств амина требует значительного избытка окислителя по сравнению со стехиометрическим по реакции окисления.

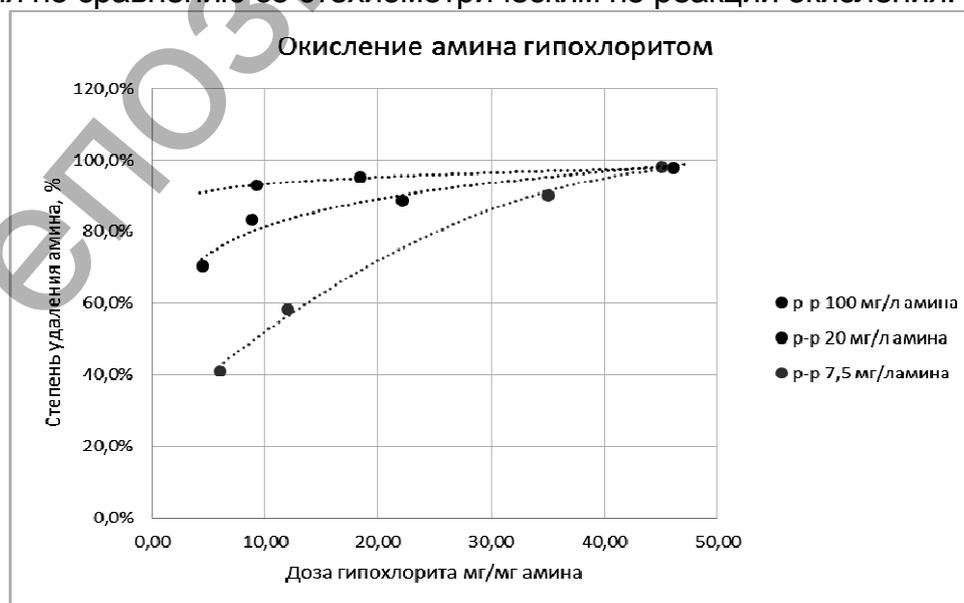


Рисунок 2 – Эффективность окисления алкилморфолина гипохлоритом натрия

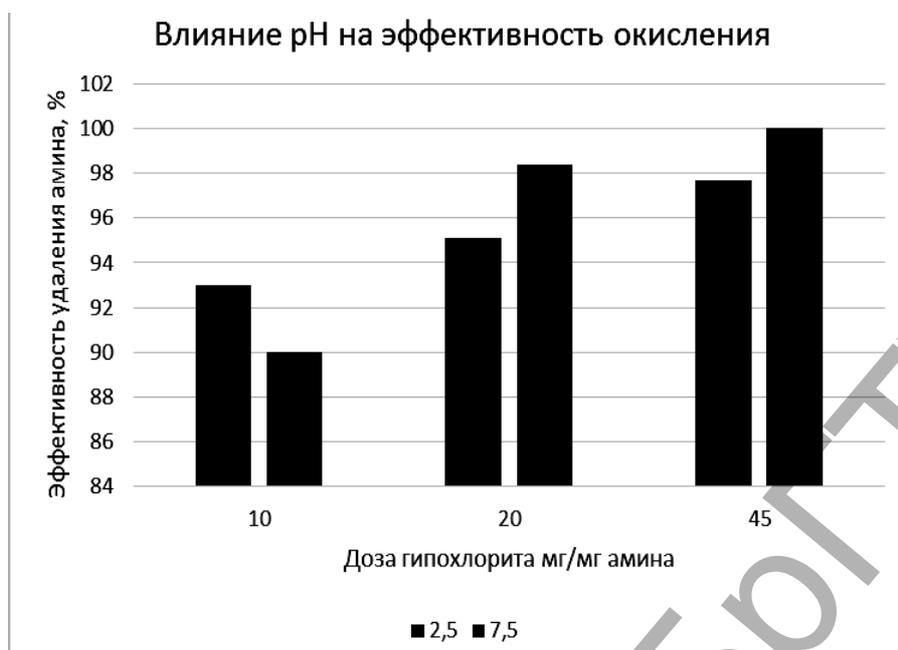


Рисунок 3 – Влияние pH насыщенного раствора хлорида натрия на эффективность окисления алкилморфолина гипохлоритом натрия

Как видно из рисунка 3, эффективность окисления зависит от pH солевого раствора. Оптимальные результаты получены при pH, близком к 7,5. Зависимость эффективности окисления от pH солевого раствора, вероятно, связана с изменением активной формы гипохлорита при изменении pH.

В процессе окисления содержащиеся в амине углерод, водород и азот, предположительно, окисляются до химических соединений CO_2 , H_2O и N_2 . Газообразные продукты реакции удаляются из щелока вместе с испаряемой водой. Гипохлорит в процессе реакции восстанавливается с образованием поваренной соли.

Заключение

Термическая обработка соли позволяет удалить 95-98 % амина от начального его содержания. Проведение очистки возможно только при длительной (более 30 минут) обработке соли при температурах около 200-250 °С в случае использования добавок окислителей, и около 400 °С без использования добавок. Практическая реализация способа связана с необходимостью использования дорогостоящего оборудования и высокими затратами тепловой энергии.

Предлагаемый способ окисления алкилморфолина гипохлоритом натрия в жидкой фазе в процессе выпарки позволяет достичь практически полной очистки рассола от органических примесей. Осуществление процесса не требует использования дополнительного оборудования. На эффективность обработки значительное влияние оказывает pH насыщенного раствора соли и соотношение между окислителем и алкилморфолином.

Список литературы

1. Вредные химические вещества. Азотсодержащие органические соединения: Справ. изд. / Под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова. — Санкт-Петербург : Химия, 1992. — 432 с.
2. Можейко Ф.Ф. Получение кормовой соли их отходов Солигорских калийных комбинатов / Ф.Ф. Можейко, А.М. Поляк, Н.П. Басова // Флотация растворимых солей; под ред. В.А. Глембоцкого, Х.М. Александровича. — Минск : Наука и техника, 1971. — С. 186-190.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ПОВОДОДЬЯ НА РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ

Зиновьев А.А.

НИИ труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь,
г. Минск, Республика Беларусь, 375@mail.ru

Made the development of a software for automated forecasting highs flood. Presented information technology, based on the creation of a mathematical model of the formation of the maximum water levels during the spring flood, which makes it possible to increase the lead time of the forecast. The model uses meteorological stations and hydrological stations data. The developed software processes the data automatically.

Введение

Наводнения – стихия, с которой человечество сталкивалось во все времена и едва ли не на любой обитаемой территории. Наводнения принадлежат к числу наиболее опасных для человека природных гидрологических явлений. По числу жертв и причиняемым ущербам, наводнения занимают одно из первых мест среди стихийных бедствий. В последние годы наблюдаются заметные изменения водности рек, которые связывают с глобальным потеплением и увеличением антропогенной нагрузки, а так же вовлечением в хозяйственный оборот земель, находящихся в паводкоопасных зонах. К паводкоопасным бассейнам в Республике Беларусь относятся практически все бассейны крупных рек. Наводнения на реках Беларуси наблюдаются как в период прохождения весенних половодий, так и летне-осенних паводков. В результате наводнений затопляются обширные территории и многочисленные народно-хозяйственные объекты. За последние десятилетия в нашей стране, как и во всем мире, потери от наводнений имеют устойчивую тенденцию к росту. Проблема наводнений, поиск путей снижения ущерба от них в этой связи является на территории Беларуси весьма актуальной. Для уменьшения ущерба от наводнений у объектов, не имеющих защитных сооружений, решающая роль принадлежит гидрологическому прогнозу, задача которого – предсказать размеры ожидаемых затоплений, величину максимального уровня, время начала подъема уровня воды в реке, скорость его подъема и ожидаемую длительность стояния уровней высоких вод. Опасность наводнений зависит, прежде всего, от высоты подъема уровня воды в реке. При этом важнейшей характеристикой является максимальный уровень воды, который характеризует площадь, слой и продолжительность затопления местности.

Прогнозирование опасных гидрологических явлений заключается в определении вероятности их возникновения и развития в определенном месте и в определенное время, а также оценке возможных последствий их проявлений. На современном этапе программно-математических средств и информационных технологий сбора, обработки анализа отображения пространственных данных создаст предпосылки для создания новых технологий по прогнозированию и оценке масштабов наводнений, определению зон затопления для своевременного проведения комплекса неотложных мероприятий, направленных на снижение опасности наводнений и уменьшение негативного воздействия на условия проживания населения и функционирование хозяйственных объектов.

Мировая практика позволяет утверждать, что затраты на прогнозирование и обеспечение готовности к стихийным бедствиям в 15 раз ниже затрат на предотвращение причиненного ущерба. К сожалению, пока прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций представляет собой весьма сложную и слабо разработанную проблему. Использование современных моделей требует полной автоматизации процесса получения данных, их контроля, объективного анализа и расчета.

Разработка программного модуля автоматизации прогнозирования максимального уровня половодья

Математическая модель формирования максимального уровня воды рек разработана на основе уравнения множественной регрессии. Уравнение множественной регрессии может быть представлено в виде:

$$Y = f(\beta, X) + \varepsilon, \quad (1)$$

где $X = X(X_1, X_2, \dots, X_m)$ - вектор независимых (объясняющих) переменных; β - вектор параметров (подлежащих определению); ε - случайная ошибка (отклонение); Y - зависимая (объясняемая) переменная.

Теоретическое линейное уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon \quad (2)$$

где β_0 - свободный член, определяющий значение Y , в случае, когда все объясняющие переменные X_j равны 0.

Данные наблюдений и параметры модели должны быть представлены в матричной форме.

$Y = [y_1, y_2, \dots, y_n]'$ - n - мерный вектор - столбец наблюдений зависимой переменной;

$B = [a, b_1, b_2, \dots, b_p]'$ - $(p+1)$ - мерный вектор - столбец параметров уравнения регрессии (3);

$Y = [y_1, y_2, \dots, y_n]'$ - n -мерный вектор - столбец отклонений выборочных значений y_i от значений \hat{y}_i .

Для удобства записи столбцы записаны как строки и поэтому снабжены штрихом для обозначения операции транспонирования.

Значения независимых переменных запишем в виде прямоугольной матрицы размерности $n \times (p+1)$:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1p} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2p} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{np} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Каждому столбцу этой матрицы отвечает набор из n значений одного из факторов, а первый столбец состоит из единиц, которые соответствуют значениям переменной при свободном члене.

В этих обозначениях эмпирическое уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = XB + e \quad (4)$$

Отсюда вектор остатков регрессии можно выразить таким образом:

$$e = Y - XB \quad (5)$$

Таким образом, функционал $Q = \sum e_i^2$, который минимизируется по методу наименьших квадратов, можно записать как произведение вектора – строки e' на вектор – столбец e :

$$Q = e'e = (Y - XB)'(Y - XB) \quad (6)$$

В соответствии с МНК дифференцирование Q по вектору B приводит к выражению:

$$\frac{\partial Q}{\partial B} = -2X'Y + 2(X'X)B \quad (7)$$

которое, для нахождения экстремума следует приравнять к нулю.

В результате преобразований получаем выражение для вектора параметров регрессии:

$$B = (X'X)^{-1} X'Y \quad (8)$$

где $(X'X)^{-1}$ - матрица, обратная к $X'X$

Построение гидролого-математической модели прогноза максимального уровня половодья для гидрообъекта «Полоцк»

В настоящее время в гидрометеорологическом центре для прогнозирования максимального уровня половодья и построения математической модели используются 3 переменные: общие снегозапасы, высота снега, зимний сток.

При построении такой модели для гидрообъекта «Полоцк» по данным 1966-1993 годов средняя ошибка аппроксимации составляет 10,32 %.

Для повышения качества и точности модели был проведен анализ факторов, обуславливающих максимальный уровень половодья. Выявлены наиболее влияющие факторы формирования пика половодья: осадки до наступления максимального уровня, общие снегозапасы, высота снега, зимний сток, талодождевой сток (общий), талодождевой сток (поверхностный), талодождевой сток (групповой), осадки во время прохождения половодья, глубина промерзания почвы.

Дальнейший анализ полученной математической модели показал следующее влияние каждой переменной на прогнозируемый максимальный уровень половодья:

1) Изменение переменной “Осадки до наступления максимального уровня” на 1 % приводит к изменению рассчитываемой переменной на 0.02852028345 %.

2) Изменение переменной “Общие снегозапасы” на 1 % приводит к изменению рассчитываемой переменной на 0.07473739389 %.

3) Изменение переменной “Высота снега” на 1 % приводит к изменению рассчитываемой переменной на 0.1834334224 %.

4) Изменение переменной “Зимний сток” на 1 % приводит к изменению рассчитываемой переменной на 0.03071300397 %.

5) Изменение переменной “Талодождевой сток (общий)” на 1 % приводит к изменению рассчитываемой переменной на 1.373195673 %.

6) Изменение переменной “Талодождевой сток (поверхностный)” на 1% приводит к изменению рассчитываемой переменной на 1.299378673%.

7) Изменение переменной “Талодождевой сток (групповой)” на 1 % приводит к изменению рассчитываемой переменной на 1.377409039%.

8) Изменение переменной “Осадки во время прохождения половодья” на 1% приводит к изменению рассчитываемой переменной на 0.005581964813%.

9) Изменение переменной “Глубина промерзания почвы” на 1% приводит к изменению рассчитываемой переменной на 0.0456107749%.

Модель использует как метеорологические параметры так и гидрологические. Ход снеготаяния и осадков рассчитывается по данным станций. Построенная гидролого-математическая модель прогноза максимального уровня половодья для гидрообъекта «Полоцк» имеет следующий вид:

$$Q_{\max} = 559,967625952162 \times (-0,813915243456561) \times O_d + (-1,17322366891023) \times O_s + 3,47624666322296 \times H_s + 0,917641834666004 \times W_f + 46,1732462234686 \times T_o + (-42,2788789507418) \times T_p + (-45,5960967386425) \times T_g + (-0,269096252810764) \times O_p + (-0,7699017233955) \times G$$

где: Q_{\max} – максимальная высота половодья, мм; O_d – осадки до наступления максимального уровня, мм; O_s – общие снегозапасы, мм; H_s – высота снега, мм; W_f – зимний сток; T_o – талодождевой сток (общий); T_p – талодождевой сток (поверхностный); T_g – талодождевой сток (групповой); O_p – осадки во время прохождения половодья, мм; G – глубина промерзания почвы, мм.

Фактические и расчётные максимальные уровни половодья представлены на рисунке 1.

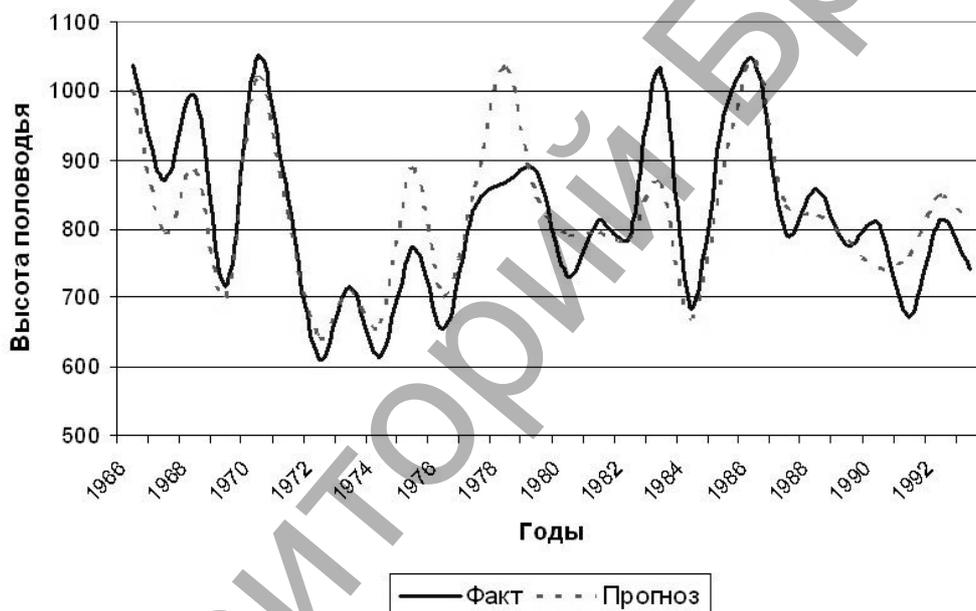


Рисунок 1 – Отклонение фактических значений максимальной высоты половодья от рассчитанных.

Проверка расчетов показала высокую точность предлагаемых методов. Построение математической модели по 9 переменным повысит точность прогноза и снизит среднюю ошибку аппроксимации с 10,32 % до 6,27 %.

С целью автоматизации расчетов параметров максимального уровня наводнения произведена разработка программного модуля, предназначенного для выполнения следующих функций:

- 1) Внесение и хранение гидрометеорологической информации.
- 2) Построение математической модели, прогнозирующей максимальный уровень весеннего половодья, используя уравнение множественной регрессии.
- 3) Выполнение расчета, средняя ошибка аппроксимации, оценка дисперсии, несмещенная оценка дисперсии, оценка среднеквадратичного отклонения, множественный коэффициент корреляции (индекс множественной корреляции), коэффициент детерминации, коэффициент вариации, а так же других показателей, характеризующих точность модели и качество прогноза.

4) Создание отчета, содержащего рассчитанную модель и её параметры.

5) Построение различных графиков.

6) Импорт/экспорт данных в другое программное обеспечение.

Для решения поставленной задачи, алгоритм разрабатываемого программного модуля должен быть следующим:

1. Выбор ранее внесенной информации или внесение новой.

2. Выбор зависимой переменной.

3. Указание переменных, участвующих в построении модели.

4. Исключение аномальных данных (при необходимости).

5. Вывод рассчитанных значений на экран.

6. Формирование отчета, содержащего рассчитанную модель и её параметры.

Разработан программный модуль по автоматизации прогнозирования и оценки в чрезвычайной ситуации в случае прорыва водного узла.

Вид основных рабочих окон программы представлен на рисунках 2, 3.

Номер	Годы	Высота (макс.)	Осадки до наступление максимального уровня	Общие снегозапасы	Высот
1	1966	1037	68	104	17
2	1967	871	77	102	33
3	1968	992	61	84	29
4	1969	718	36	82	30
5	1970	1049	107	84	38
6	1971	847	40	57	23
7	1972	611	55	18	5
8	1973	716	55	48	18
9	1974 *	614	6	63	16
10	1975	774	82	59	20
11	1976	655	77	45	11
12	1977	831	47	94	35
13	1978	867	46	98	36
14	1979	883	59	97	35
15	1980	732	43	87	37
16	1981	813	41	61	23
17	1982	788	30	100	33
18	1983 *+	1035	45	30	12
19	1984	684	32	60	19
20	1985	962	58	94	43
21	1986	1043	49	103	37
22	1987	797	108	108	41
23	1988	858	58	38	12
24	1989	776	22	11	2
25	1990	808	17	14	1
26	1991	672	30	25	7
27	1992	812	48	43	13
28	1993	741	64	44	18

Рисунок 2 – Окно ввода и редактирования исходных данных.

Результаты расчета

Модель Расчет Отклонение Анализ Прогноз

Выбор данных для анализа
 Укажите зависимую переменную:
 Высота (макс.)

Выберите данные для анализа:

Годы
 Высота (макс.)
 Осадки до наступление максимального уровня
 Общие снегозапасы
 Высота снега
 Зимний сток
 Талодождевой сток за половодье (общий)
 Талодождевой сток за половодье (поверхностный)

Рассчитывать сразу после выбора

Формула для расчета Высота (макс.):

$$\text{Высота (макс.)} = 559,967625952162 + (-0,813915243456561) * \text{Осадки до наступление максимального уровня} + (-1,17322366891023) * \text{Общие снегозапасы} + 3,47624666322296 * \text{Высота снега} + 0,917641834666004 * \text{Зимний сток} + 46,1732462234686 * \text{Талодождевой сток за половодье (общий)} + (-42,2788789507418) * \text{Талодождевой сток за половодье (поверхностный)} + (-45,5960967386425) * \text{Талодождевой сток за половодье (гр.)} + (-0,269096252810764) * \text{osaddok} + (-0,7699017233955) * \text{Глубина промерзания почвы}$$

Средняя ошибка аппроксимации (ед.)
51,7886216551318

Средняя ошибка аппроксимации (%)
6,27481849789163 %

Оценка дисперсии ($5e^2$)
127390,687945824

Несмещенная оценка дисперсии (S^2)
7077,26044143466

Оценка среднеквадратичного отклонения (стандартная ошибка для оценки Высота)
84,126455062808

Множественный коэффициент корреляции (Индекс множественной корреляции) (R)
0,847108932713777

Коэффициент детерминации (R^2)
0,717593543883475

Скорректированный коэффициент детерминации ($|R^2$)
0,576390315825212

Сигма для Высота (макс.)
129,255683612102

S / Sigma
0,426974844075173124

Коэффициент вариации Высота (макс.)
2,97553636456337%

Рисунок 3 – Окно вывода рассчитанных данных

Заключение

Произведена разработка программного модуля по автоматизации прогнозирования максимального уровня воды на реках.

Метод прогноза оперирует с определенными математическими моделями гидрологических процессов. В разработанной методике прогноза вычисляются параметры модели, и устанавливается связь этих параметров с различными факторами на основании данных гидрометеорологических наблюдений.

По результатам основных данных, программа позволит более точно спрогнозировать максимальный уровень половодья, формирования катастрофических и особо опасных наводнений. Созданная информационная технология, предусматривает оптимизацию параметров математической модели прогноза в ходе ее применения. Для этого используется электронная база многолетних гидрометеорологических данных наблюдений, обеспечивающая автоматизированный перебор и моделирование возможных гидрометеорологических ситуаций. База включает данные наблюдений десятков гидрологических постов и метеорологических станций. Структура базы, наблюдаемых данных, предоставляет возможность многократного использования данных различными модулями и приложениями. Дальнейшая работа по усовершенствованию методики, и технологии должна включать накопление, и обобщение опыта прогноза декадного, месячного и квартального притока в процессе практического использования модели с применением различных способов зада-

ния метеорологической информации за период заблаговременности прогнозов. Таким образом, владея информацией о предстоящем чрезвычайном происшествии, можно существенно снизить ущерб и риск наводнения.

Список литературы

1. Корень, В.И. Математические модели гидрологических прогнозов М.: Гидрометеоиздат, 1991. – 199 с.
2. Бураков, Д.А. Математическая модель расчета гидрографа весеннего половодья для равнинных заболоченных бассейнов // Метеорология и гидрология, 1978, № 1. – С. 49-59.
3. Бефани, Н.Ф., Калинин, Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам Гидрометеоиздат, 1983. – 390 с.
4. Шанченко, Н.И., Эконометрика: лабораторный практикум Н.И. Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 79 с.

УДК 911.2 : 556.55 (477.82)

ЛИМНОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ОХНИЧ, УКРАИНСКОЕ ПОЛЕСЬЕ

Ильина О. В., Пасичник М. П., Пасичник Н. В.

Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки,
г. Луцк, Украина, olga-v-ilyina@rambler.ru, beekeeper.misha@gmail.com

This work analyzes the material of limno-geochemical studies of Ohnych Lake (Ukrainian Polissya). Special attention is paid to the analysis of the chemical composition of ash. Morphometric and hydrological characteristics of water bodies and land catchment structure was calculated as well. The results can be used for hydrochemical studies of the lake and for predicting changes in the water with different degrees of anthropogenic load.

Введение

Актуальность исследования лимносистем Украинского Полесья обусловлена значительной долей озер в пространственной структуре ландшафтов (0,16 %) [4], усиленной антропогенной и естественной трансформацией водоемов локального уровня, слабой изученностью закономерностей функционирования водоемов, имеющих важное научное и хозяйственное значение.

Осадочные комплексы озёр являются типичной геохимической средой пресноводного осадконакопления в регионе. Знание закономерностей распределения, особенностей состава отложений и факторов, их определяющих, необходимое для научно-обоснованного прогнозирования развития водоемов под влиянием техногенной нагрузки, выявление закономерностей функционирования экосистем водоемов в зависимости от ландшафтных условий, а также разработке рациональных схем использования ресурсов водоемов (воды, донных отложений, макрофитов) в зависимости от состава и свойств [2–3]. В связи с этим, лимнологическо-геохимические исследования природных водоемов Полесья позволят глубже познать теорию генезиса, функционирования, устойчивости и восстанавливаемости водоемов зоны смешанных лесов и спрогнозировать тенденции их дальнейших изменений.

Выбор ключевого участка для осуществления анализа связан непосредственно с озером Охнич, который отличается большой эстетико-ландшафтной привлекательностью и раритетным биоразнообразием прилегающих геокомплексов, а также необходимостью исследования разнотипных озерно-бассейновых систем Украинского Полесья.

Основная часть

Озеро Охнич ($51^{\circ}28'26''$ с. ш., $25^{\circ}31'44''$ в. д.) – находится в северо-восточной части Поворско-Маневичского конечно-моренного геоморфологического района на флювиогляциальной пологоволнистой поверхности днепровского оледенения. Водосборная площадь озера находится на дерновых слабо- и среднеподзолистых почвах. К югу от озера (1 км) – с. Замостье (Маневичского административного района) (рисунок 1а).

Водоём имеет сложную вытянутую с запада на восток форму, и нетипичное сужение в центральной части с обоих берегов в виде мысов, это связано с симметрично расположенными частями котловины. Такое сужение придаёт озеру в плане форму «лемниската» (рисунок 1б). Юго-восточный и восточный берег выше на 1,5–2 м над уровнем воды. Западный берег озера, поросший высшей водной растительностью и заболоченный. Подводная растительность присутствует на всей площади котловины озера.

Режим водного питания – грунтовый и поверхностно-сточный. Наклон поверхности незначительный, сток воды замедлен. Общая площадь водосбора составляет $6,84 \text{ км}^2$, из них $3,22 \text{ км}^2$ находится под лесными насаждениями, $2,99 \text{ км}^2$ – земли сельскохозяйственного назначения, $0,21 \text{ км}^2$ – болота.

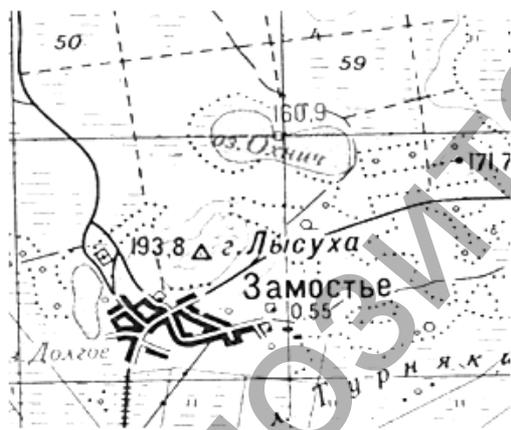


Рисунок 1 – Локализация озера Охнич на топооснове М 1:100000 (а) и на космоснимке (б)

Площадь озера – $0,42 \text{ км}^2$, длина – 1,12 км, максимальная ширина – 0,45 км, средняя – 0,36 км, длина береговой линии – 2,96 км. Средняя глубина озера составляет 1,5 м, максимальная – 2,5 м (таблица 1). Наибольшая глубина наблюдается в восточной части озера, постепенно уменьшаясь к берегам водоёма. Дно котловины характеризуется пологим рельефом, склоны которого в литоральной зоне не превышают $4\text{--}6^{\circ}$, увеличиваясь в сублиторали до 15° . Максимальная глубина впадины достигает 14 м, которая на 53% заполнена донными отложениями. Озерные отложения представлены, в основном, зоогеновым видом сапропеля, который в отдельных частях водоёма чередуется с органо-глинистым, торфянистым и водорослевым видом.

Таблица 1 – Морфогенетическая характеристика озера Охнич

F, км²	L, км	V_{mid}, км	V_{max}, км	l, км	h_{mid}, м	h_{max}, м	H_{абс.}, м
0,42	1,12	0,36	0,45	2,96	1,5	2,5	163,1
V_{оз.}, тыс. м³	K_{нап.}	K_{изр.}	K_{гл.}	K_{ёмк.}	K_{отк.}	K_{вид.}	K_{ант.}
580,0	0,53	0,74	1,75	0,28	0,30	3,11	0,43

Примечания: F – площадь водоёма, L – длина, V_{mid} – средняя ширина, V_{max} – максимальная ширина, l – длина береговой линии, h_{mid} – средняя глубина, h_{max} – максимальная глубина, H – абсолютная высота, V_{оз.} – объём водной массы, K_{нап.} – коэффициент наполненности котловины отложениями, K_{изр.} – коэффициент изрезанности береговой линии, K_{гл.} – коэффициент глубинности, K_{ёмк.} – коэффициент ёмкости, K_{отк.} – коэффициент открытости, K_{вид.} – коэффициент видовженности озера, K_{ант.} – коэффициент антропогенной нагрузки.

Распределение донных отложений по акватории озера характеризуется неравномерностью, обусловленной морфометрическими особенностями водоёма. Площадь котловины покрыта сапропелевыми отложениями, кроме узкой литоральной полосы восточного берега, составленной алевритовыми песками. Дно озера заложено глиной, суглинками и песками, изредка встречается мел. Мощность отложений в западной части водоёма отличается от восточной. В западной части котловины их толщина достигает 4–6 м, в восточной увеличивается до 11–14 м. На восточном берегу сапропель выходит за пределы водного зеркала на 20–50 м и перекрывается слоем торфа (до 2 м). Заболоченность берегов и выход сапропелевых отложений за пределы водного зеркала доказывают, что с момента возникновения озера было больше по площади на 20–30 %. Процесс заболачивания (со слов местных жителей) начался относительно недавно, после мелиоративных работ на водосборе. Уровень воды колеблется в незначительных пределах, увеличиваясь во время весеннего таяния снега на 0,15–0,2 м.

По данным Киевской геологоразведочной экспедиции в озере Охнич разведано 2429,0 тыс. м³, а в пересчете на 60 % влажность – 333,0 тыс. т балансовых запасов низкозольного сапропеля зоогенового вида. В частности, запасы в пределах зеркала воды составляют 304,0 тыс. т. Средняя влажность таких сапропелей составляет 94,57 %, средняя зольность – 27,0 %. Водородный показатель меняется в пределах 5,25–6,42 рН (в среднем – 5,95 рН).

Цвет зоогенового сапропеля из озера Охнич меняется от серовато-коричневого до бурого с оливковым оттенком. Он имеет мелкозернистую структуру. В его составе преобладают животные остатки (более 30 %). Встречаются остатки сине-зелёных и диатомовых водорослей. Песчаные и глинистые вкрапления незначительные и отдельных образцах не превышают 5 %.

Оксид кальция (СаО) варьирует в незначительных пределах от 1,07 % (на глубине 11 м) до 2,24 % (на глубине 7 м). В среднем, значение составляет 1,35 %. Мощность слоя карбонатных отложений служит показателем относительной стабильности режима водоема и ландшафтно-геологических условий его водосбора. Уменьшение карбонатонакопления иногда связано с изменением водного режима, усилением эвтрофирования (накопление органического вещества), уменьшением карбонатного вещества вследствие уменьшения поступления материала, подкисление среды, заболачивания, притока аллохтонного гумусового вещества и др.

Соединения железа поступают в донные отложения в виде кластогенного материала, различных коллоидных суспензий и органических комплексов. Отложения с повышенным содержанием железа находятся в литоральной и сублиторальной зонах озера. Оксид железа (Fe₂O₃) равномерно распределен по всей глубине залегания отложений и меняется в незначительных пределах (1,32–2,34 %). Усредненное значение составляет 1,72 % (рисунок 2). Содержание железа в отложениях оз. Охнич связано с низким прибиванием с водосбора.

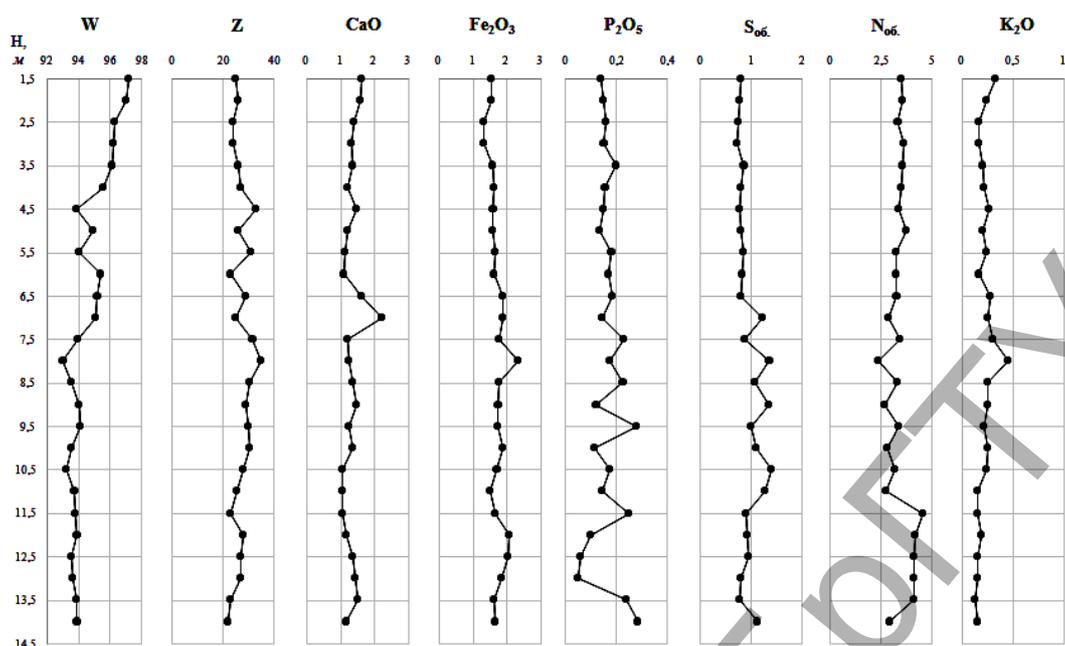


Рисунок 2 – Распределения влажности, зольности и химических элементов в донных отложениях оз. Охнич, в % на сухое вещество

Геохимические свойства фосфора как важного биогенного элемента обусловлены его способностью контролировать сложившуюся во время седиментации отложений динамическое равновесие между водной фазой и отложениями, состояние экосистемы и процессы евтрофикации водоёма [1]. Оксид фосфора (P_2O_5) содержится в незначительных концентрациях и в среднем составляет 0,172 %. Концентрация фосфора увеличивается в терригенно-карбонатных отложениях. Имеющиеся поля с низким содержанием фосфора (на глубине от 12 до 14 м). Глубоководные участки со сравнительно замедленным гидродинамическим режимом придонного слоя благоприятные для накопления соединений фосфора. Техногенное поступление фосфора, главным образом, происходит за счёт применения обычных суперфосфатных удобрений в агротехнической деятельности и ортофосфатов в быту.

Распределение серы в отложениях закономерно связано с содержанием органического вещества. Накопление ее в отложениях происходит вследствие поглощения сульфат-ионов планктоном [1]. Впоследствии в ходе минерализации органического вещества, сера переходит в минеральные формы. Содержание общей серы ($S_{об.}$) равномерно распределено на всех генетических горизонтах обложений (рисунок 2). Усредненное значение равно 1,02 %.

Концентрации общего азота ($N_{об.}$) с глубиной уменьшаются от 3,50 % до 2,47 %, однако на глубинах от 11,5 до 14 м наблюдается резкое увеличение его содержания к 4,57 %. Азотистые соединения поступают в отложения в результате оседания детрита обогащенного азотом.

Поступление калия и его соединений в водоемы, а также его седиментация в донных отложениях определяется объемом терригенного материала. Он содержится в слюдах, полевом шпате, глинистых минералах, а также в составе некоторых тяжелых минералов. В отложениях озера Охнич оксид калия (K_2O) содержится в незначительных количествах (рисунок 2). Среднее значение – 0,22 %.

В общем, зоогеновый сапропель с такими характеристиками пригоден для применения в различных сферах деятельности. В частности в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения и в виде витаминной добавки для жи-

вотных. Также зоогеновый сапропель пригоден для применения в грязелечении и косметологии.

Анализ отложений на содержание микроэлементов показывает, что они включают все важные микроэлементы (Mn, Co, Mo, Cu, Ni, V, F, и другие), которые обеспечивают ход многих жизненных процессов в живых организмах. Содержание микроэлементов в отложениях варьирует в широких пределах (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание микроэлементов в отложениях оз. Охнич, $n \times 10^{-3}$ (обобщенно по материалам Киевской геологоразведательной экспедиции)

№ пробы	Pb	Ba	Mo	Sn	Cu	V	Ni	Zr	Co	Cr	Mn	Ti
1	0,25	10	0,063	0,1	0,5	<1	0,32	10	0,1	0,4	20	200
2	0,12	10	0,05	0,1	1,2	–	0,25	4	0,1	0,15	10	120
3	6,3	10	0,05	4	1,5	<1	0,5	3,2	0,1	0,2	20	200
4	0,15	–	0,05	0,1	0,8	<1	0,4	6,3	0,1	0,2	15	200
5	0,63	10	0,05	0,12	1,2	1,5	0,63	32	0,2	1,5	25	400

Количественное и качественное разнообразие микроэлементов в донных отложениях водоемов отражает геохимическую специализацию территории и имеет тесную генетическую связь с составом отложений и почв водосбора.

Заключение

Лимнологическое-геохимическое исследование показывает, что озеро Охнич – типичный водоём Волынского Полесья, однако он имеет сложную форму строения котловины, которая состоит из двух карстовых воронкообразных впадин. Берега западной части озера низкие, заболоченные, по периметру поросшие высшей водной растительностью, здесь быстрее проходят процессы заиления. Восточная часть озера глубже, берега высокие, свободные от водной растительности. Летом эта часть водоема используется в купально-пляжной рекреации. Водоём характеризуется индивидуальным гидродинамическим режимом поскольку имеет внутренний сток.

Донные отложения сформировались в условиях небольшой водосборной площади – 6,84 км². Коэффициент антропогенной нагрузки составляет 0,43 %, что является умеренно допустимым показателем. Котловина озера Охнич на 53 % заполнена донными отложениями, которые представлены низкосолевым зоогеновым сапропелем, запасы которого составляют 333,0 тыс. т.

Концентрации химических элементов не превышают кларковых показателей для озер Волынского Полесья и колеблется в пределах: CaO – 1,07–2,24 %, Fe₂O₃ – 1,32–2,34 %, P₂O₅ – 0,05–0,283 %, S_{об.} – 0,73–1,39 %, N_{об.} – 2,37–4,57 %, K₂O – 0,13–0,46 %.

Концентрации P₂O₅ и N_{об.} возрастают от пелагиальных песков к литоральной зоне, это связано с лимногенезисным развитием водоема, которое проходит различные стадии трофности и сейчас находится на мезотрофной стадии эволюции.

Список литературы

1. Жуховицкая, А. Л. Геохимия озер Белоруссии / А. Л. Жуховицкая, В. А. Генералова. – Минск : Наука и техника, 1991. – 204 с.
2. Ильина, О. В. Ландшафтно-геохимический анализ озера Малое Згоранское (Волынского Полесья) / О. В. Ильина, М. П. Пасечник // Геоэкологические проблемы современности: докл. VII Междунар. науч. конф. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. – С. 133–135.
3. Ільїн, Л. В. Ландшафтно-геохімічні дослідження лімносистем / Л. В. Ільїн // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2006. – Вип. 33. – С. 130–136.
4. Ільїн, Л. В. Лімнокомплекси Українського Полісся. У 2-х т. Т. 2: Регіональні особливості та оптимізація / Л. В. Ільїн. – Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 400 с.

РЕВАЙЛДИНГ – КАК МЕХАНИЗМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Козорез А.И.

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь, s_kozorez@mail.ru

Data on process of a rewilding and its value for ecosystems of Belarus are provided in article. On the example of the wildlife area "Naliboksky" results of a local rewilding and its prospect, including need of installation of grazing species are shown.

Введение

В настоящее время человечество, возможно, становится свидетелем начала финальной стадии крушения экосистем, протекающей на фоне очередной перестройки климата, прогрессирующего роста народонаселения и усиливающего негативного воздействия человека на окружающую природную среду. Снижение численности высших хищников и крупных травоядных животных, вызванное деятельностью человека, запускает в сложных пищевых цепочках «эффект домино», и является одной из главных причин разрушения природных экосистем, и массового вымирания биологических видов.

Все современные виды, обитающие в Европе имеют плейстоценовое происхождение. По сути, в настоящее время, мы имеем дело с осколками плейстоценовых экосистем, сформировавшихся под воздействием человека в голоцене [1]. Все больше фактов указывает на то, что наиболее крупные млекопитающие-эдификаторы экосистем были уничтожены палеолитическими охотниками [2, 3]. Современные леса Восточной Европы в голоцене полностью сформировались под прямым и косвенным воздействием человека [3, 4]. На основании палеонтологических данных в Восточной Европе в позднем плейстоцене обитало до 23 видов представителей мегафауны. Однако, до наших дней дожило менее половины. Первыми выпали крупные хищники и травоядные (львы, мамонты, шерстистые носороги и большерогие олени). Далее были уничтожены пастбищные виды травоядных, как основные конкуренты домашнему скоту. Основную роль в уничтожении мегафауны в Беларуси сыграл человек [5]. По сути, все пастбищные виды (туры, дикие лошади) и mix-feeders (зубры, благородные олени) к 18 веку были уничтожены, а свою роль как компоненты экосистем они по всей видимости утратили на 150 – 200 лет раньше. В связи с этим, наши экосистемы на протяжении 500 – 600 лет существовали без одного из главных компонентов – крупных травоядных. В это же время шло формирование понятия об экосистемах, их развитии и роли тех или иных организмов в них. И таким образом сложилась ситуация, при которой крупные травоядные выпали из эдификаторов экосистем. В это же время сложилось и мнение о вредной роли волка в экосистемах.

Ревайлдинг – новейшая природоохранная идеология, основанная на восстановлении характерных для данного региона высокопродуктивных экосистем, путем поэтапного возвращения сохранившихся крупных животных, так называемых видов-инженеров или видов-эдификаторов в места исконного ареала, где ранее они были

полностью истреблены человеком. Официально понятие ревайлдинга в Беларуси не используется, но это не значит, что такие процессы не проходят в Беларуси. Ревайлдинг в Беларуси проходит стихийно, причем в отдельных случаях подобная форма ревайлдинга имеет значительные результаты.

Основная часть

В настоящее время на территории Беларуси в условиях естественной свободы встречается 11 видов, которые могут быть отнесены у мегафауне (таблица 1).

Таблица 1 – Виды мегафауны Беларуси, встречающиеся в условиях естественной свободы

Вид	Экологическая роль	Численность, ос.	Плотность популяции, ос./тыс. га ¹	Примечание
Зубр (<i>Bisonbonasus</i>)	Травоядный (browser)	1 270	0,2	Вид включен в Красную книгу
Лось (<i>Alcesalces</i>)	Травоядный (mix-feeder)	31 000	4,0	Охотничий вид
Олень благородный (<i>Cervuselaphuselaphus</i>)	Травоядный (mix-feeder)	15 000	1,9	Охотничий вид
Косуля европейская (<i>Capreoluscapreolus</i>)	Травоядный (browser)	72 000	9,4	Охотничий вид
Лань европейская (<i>Cervusdama</i>)	Травоядный (mix-feeder)	50	-	Охотничий вид
Кабан (<i>Susscrofa</i>)	Всеядный	7 000	0,9	Охотничий вид, находится на грани уничтожения в связи с профилактикой АЧС
Лошадь Пржевальского (<i>Equusferusprzewalskii</i>)	Травоядный (grazer)	30	-	Статус не определен
Бобр (<i>Castorfiber</i>)	Травоядный	50 000 – 60 000	7,8	Охотничий вид
Волк (<i>Canislupus</i>)	Хищник	1 500 – 1 800	0,2	Охотничий вид
Рысь (<i>Felixlinx</i>)	Хищник	800 – 1 000	0,1	Вид включен в Красную книгу
Медведь (<i>Ursusarctos</i>)	Хищник	100 - 110	-	Вид включен в Красную книгу

Примечание. 1 – расчет произведен на территорию обитания равную 7 695 тыс.га

Сфера восстановления популяций крупных млекопитающих или ревайлдинга традиционно лежит в области ведения охотничьего хозяйства, поскольку эти животные служат, как правило, объектами охоты. Увеличение численности копытных – одна из центральных задач Государственной программы развития охотничьего хозяйства. Целенаправленно в настоящее время путем искусственного расселения восстанавливается численность оленя благородного, лани европейской и зубра. Однако программы расселения этих видов не согласованы между собой, хотя и зубры и олени имеют близкие экологические роли в экосистемах. Вызывает опасения набирающие оборот тенденции по расселению на территории Беларуси аллохтонных форм оленя благородного при наличии перспективных и прекрасно адаптированных к условиям Беларуси популяций автохтонной формы этого вида. Завозимые из-за рубежа благородные олени, разводимые в специализированных питомниках, имеют значительные признаки доместикиации и у них отсутствуют соответствующие формы защитного поведения от крупных хищников.

Однако, несмотря на ряд предпринимаемых мер, численный состав большинства видов весьма низок и их влияние на процессы, происходящие в экосистемах незначительно. Отсутствие крупных млекопитающих, как травоядных, так и хищников, характерных для экосистем может проявляться через ряд проблем, имеющих значительные негативные последствия. Чрезмерное увлечение моновидовым направлением ведения охотничьего хозяйства на фоне тотального уничтожения хищников наносит как ущерб экосистемам, так и хозяйствующим субъектам. Ярким примером такого необдуманного увеличения численности крупных млекопитающих – разведение в охотничьих хозяйствах дикого кабана. Тотальное увлечение разведением одного вида привело в итоге к масштабному его уничтожению в рамках профилактики африканской чумы свиней. Отсутствие полноценного видового и численного набора крупных травоядных рождает ряд таких проблем как зарастание пойменных лугов и низинных болот, снижение гетерогенности лесных экосистем и как следствие снижение биоразнообразия.

Ярким примером стихийной и органической реконструкции видового и численного состава мегафауны является территория республиканского ландшафтного заказника «Налибокский». Согласованного восстановления представителей мегафауны здесь не велось. Процесс ревайлдинга на территории РЛЗ «Налибокский» длится уже не менее 40 лет. В 1973 году сюда вселили благородных оленей автотонной формы, в 1994 г. – зубров. В последние 5 лет на территории РЛЗ «Налибокский» самостоятельно произошло восстановление небольшой группировки медведя (в настоящее время не менее 5 особей).

В 2005 году, в связи с установлением режима ландшафтного заказника, здесь была полностью прекращена зимняя подкормка копытных, за исключением незначительной подкормки зубров. Вопреки сложившемуся мнению, численность диких копытных из-за этого снижаться не стала. Численность оленя благородного, как вида, по мнению большинства охотоведов, нуждающегося в зимней подкормке, поступательно растет. Если в 2005 году оленем была заселена преимущественно только северо-восточная и центральная часть заказника (60% от территории заказника), то в настоящее время не освоенная этим видом остается только северо-западная часть заказника, которая составляет не более 10% территории. В настоящее время здесь сформировалась уникальная популяция оленя благородного, которая подвергается минимальному воздействию со стороны человека. Отсутствие искусственной подкормки, охоты, в том числе и трофейной, которая в условиях Беларуси носит явно негативный, антиселекционный характер, а также высокая плотность населения крупных хищников волка и рыси определяет естественный отбор в популяции. В результате такого отбора формируется исключительно здоровое поголовье оленей. Данная популяция характеризуется наиболее высокими показателями развития рогов [6], которые, в свою очередь, являются одним из основных индикаторов благополучия популяции оленьих.

В результате длительности процесса восстановления мегафауны в РЛЗ «Налибокский» крупные млекопитающие прочно вошли в состав биогеоценозов и восстановили характерные ценотические связи. Численность копытных и хищников здесь достигли высоких показателей. Так, плотность населения благородного оленя на модельном участке «Тяково» в зависимости от сезона года составляет 26,8 ос./тыс. га (самцы - 10,0 ос./тыс.га, самки – 8,9 ос./тыс.га, сеголетки – 1,3 ос./тыс.га), лося – 11,6 ос./тыс. га (самцы – 4,4 ос./тыс.га, самки – 5,6 ос./тыс.га,

сеголетки – 1,6 ос./тыс.га), косули - 6,0 ос./тыс.га, кабана – 15 ос./тыс.га, зубра – 20 ос./тыс.га (половозрелые самцы - 2 ос./тыс.га, самки и самцы в возрасте до 3,5 лет – 13 ос./тыс.га, сеголетки – 5 ос./тыс.га). При этом, в летние месяцы года плотность населения оленя благородного и зубра достигает 100 и 50 ос./тыс.га соответственно. Распределение диких копытных подвержено преимущественно естественным факторам (структура фитоценозов, популяционная структура, наличие хищников и пр.). Модельный участок входит в состав территорий обитания 1 волчьей стаи, численностью 5 особей, двух рысей и 1 взрослого медведя. Биомасса обитающих на модельном участке заказника представителей мегафауны превышает аналогичный показатель в среднем по Беларуси в 8,6 раза (рисунок 1).

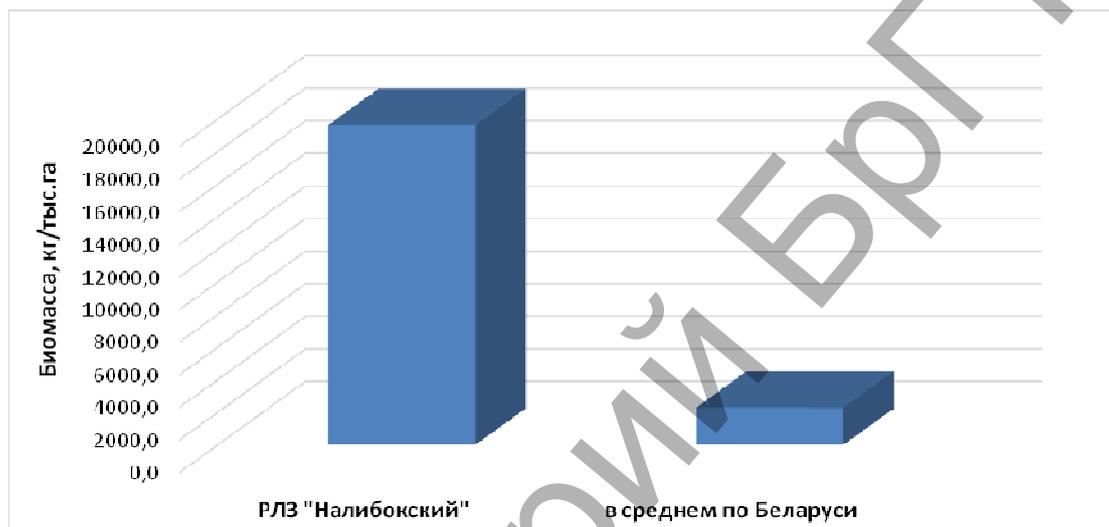


Рисунок 1 – Сравнение биомассы мегафауны в РЛЗ «Налибокский» и в среднем по Беларуси

Существующий объем биомассы копытных ежегодно утилизирует не менее 420 тонн фитомассы с 1 тыс. га.

Таблица 2 – Расчет изымаемой фитомассы крупными травоядными

Вид животного	Плотность населения, ос./тыс.га	Биомасса на 1000 га	Потребление растительных кормов, кг			
			Вегетационный период		Зимний период	
			на 1 особь	на 1 тыс.га	на 1 особь	на 1 тыс.га
Олень благородный	26,8	4020,0	12	61104,0	10	46900,0
Лось	11,6	4060,0	25	55100,0	17	34510,0
Косуля европейская	10,0	350,0	4,5	8550,0	2,5	4375,0
Кабан	15,0	750,0	5	14250,0	2,5	6562,5
Зубр	20,0	10000,0	30	114000,0	15	52500,0
Бобр	19,0	323,7	3,4	12298,8	2,5	8329,3
ИТОГО		19503,7		265302,8		153176,8

Подобное изымаемое количество фитомассы естественным образом сказывается и на структуре фитоценозов. Так при постоянном воздействии фитофагов происходит изменение состава молодняков, которые в будущем формируют лесные насаждения. Под воздействием копытных формируются преимущественно смешанные насаждения со значительной долей лиственных пород.

Значительный пресс копытных на древесно-кустарниковую растительность приводит к разреживанию полога и поддержанию в актуальном состоянии небольших открытых участков – зоогенных полян. На площади модельного участка (2 600 га) расположено не менее 20 зоогенных полян. Эти поляны играют важную роль в формировании гетерогенной среды обитания и являются необходимыми для обитания светлюбивой флоры и фауны и как следствие обеспечение сохранения биоразнообразия.

Однако следует признать, что даже при столь высоких плотностях населения крупных травоядных в экосистемах преобладают детритные пищевые цепи. Пастбищные пищевые цепи вследствие отсутствия пастбищных видов практически отсутствуют. Изучение пастбищной нагрузки копытных травоядных на модельном участке показало, что только зубр и олень благородный могут оказывать определенное влияние на травянистые сообщества открытых участков местообитаний (лугов) и участвовать в формировании пастбищных пищевых цепей. Но при естественной плотности населения эти виды (зубр и благородный олень) совместно могут утилизировать не более 10 – 15 % травянистой фитомассы лугов (рисунок 2).

Этого объема изымаемой фитомассы является явно недостаточным для поддержания лугов в открытом и продуктивном состоянии. Несмотря на стравливание и вытаптывание травянистой растительности на лугах наблюдается постепенное накопление мертвой фитомассы и образование своеобразного растительного войлока. Это приводит как к снижению продуктивности лугов, потере разнообразия растительности так и к повышению пожароопасной ситуации.

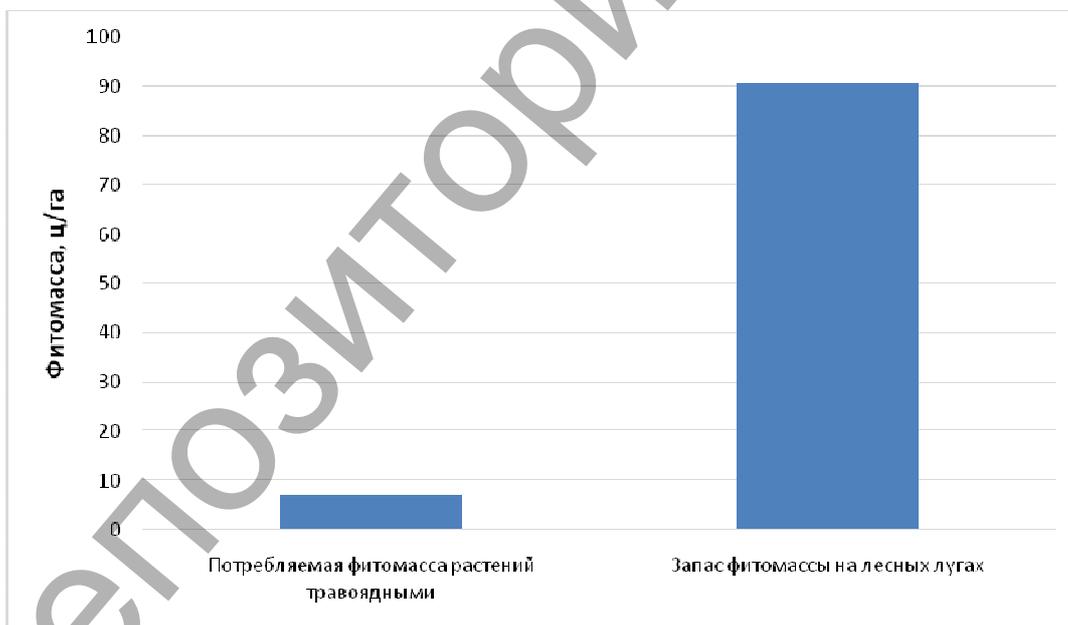


Рисунок 2 – Сравнение продуцируемой фитомассы потребляемой фитомассы дикими копытными на лугах в Налибокском комплексе лесных массивов.

Только введение пастбищных видов крупных млекопитающих может оказать положительное влияние на поддержание открытых ландшафтов в экологически продуктивном состоянии [7]. В настоящее время в Западной Европе активно вселяют в естественные экосистемы примитивные породы домашнего скота близкие к уничтоженным видам: тарпана (коника польского, эдмурского пони) и тура туруобразного скота). Согласно европейским рекомендациям, на территории Беларуси следует вселять коника польского [8].

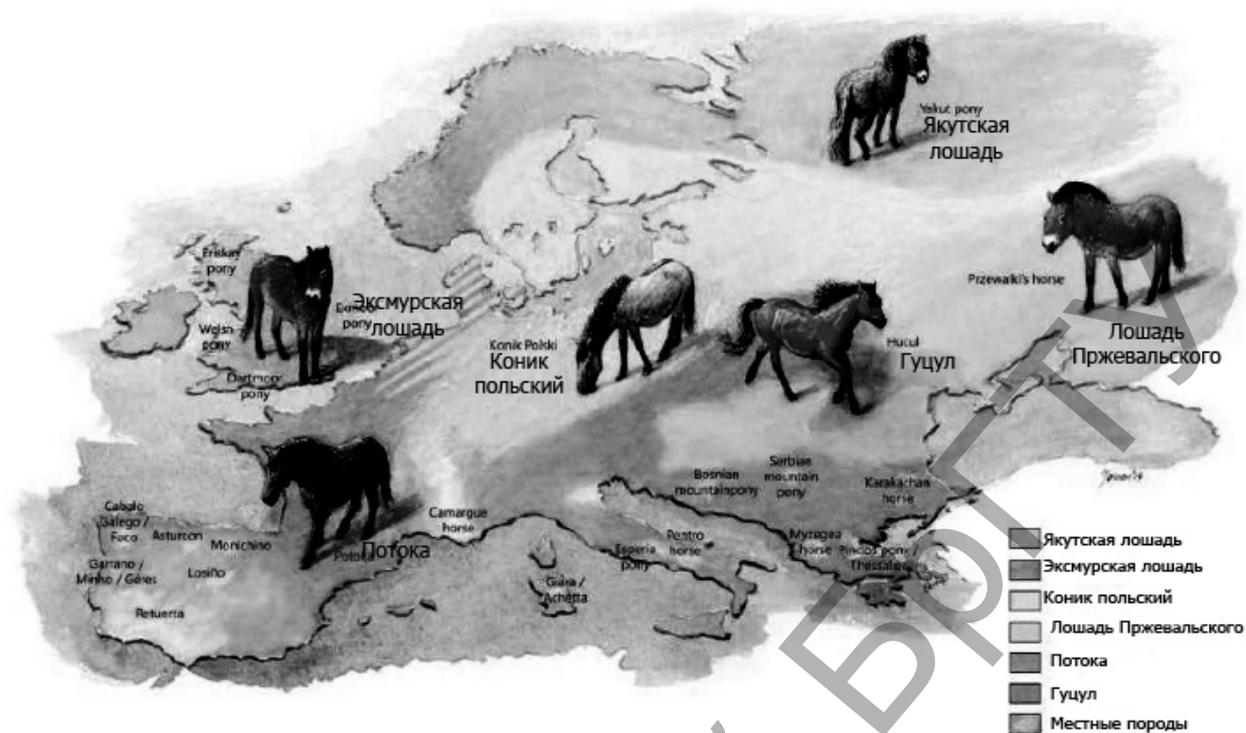


Рисунок 3 – Европейская схема вселения лошадей

Однако, в Беларуси имеется определенный опыт вселения в естественные экосистемы единственного сохранившегося в мире вида диких лошадей – лошади Пржевальского. Лошадь Пржевальского проникла на территорию Беларуси с Украины, где расселялась по специальной программе изучения воздействия копытных на естественные фитоценозы [9]. В настоящее время этот вид осваивает плакорные участки поймы р. Припять в Полесском радиационно-экологическом заповеднике [10]. По данным исследований, лошадь успешно справляется с утилизацией травянистой растительности суходольных лугов и поддерживает их в продуктивном состоянии. Следует продолжить исследования этого вида и его экологической роли в Беларуси и рассмотреть возможность использования лошади Пржевальского как экологического варианта исчезнувшего тарпана.

Особая роль в поддержании биоразнообразия и увеличении продуктивности лесных экосистем отводится деятельности бобров. Деятельность бобров привела к восстановлению низинных болот нарушенных гидротехнической мелиорацией и всему комплексу видов характерных для этих биотопов. Для урочища «Тяково» характерно наличие гнездящейся пары больших подорликов, восстановление охотничьих территорий которых стало возможным благодаря жизнедеятельности бобров. Деятельность бобров приводит и к заселению территорий новыми видами. К примеру, на модельном участке благодаря деятельности бобров стало возможно дополнительное гнездование двух новых видов птиц для этой территории – серого гуся и лебедя-кликлуна.

Нельзя не отметить и хозяйственное значение ревайлдинга. Территория Налибокского заказника является центром воспроизводства и расселения на сопредельные территории крупных млекопитающих, являющихся объектами охоты. Именно эти виды играют основную роль в экономике охотничьего хозяйства Беларуси. В настоящее время воспроизводственное ядро оленя благородного, находящееся в заказнике обеспечивает расселение этого вида на

расстояние до 50 км от границы заказника. Налибокский становится местом организованного и стихийного туризма, основанного на наблюдениях за крупными млекопитающими.

Заключение

Таким образом, восстановление мегафауны или ревайлдинг является важным этапом сохранения и восстановления лесных экосистем и их биоразнообразия. В настоящее время в Беларуси проходит стихийный ревайлдинг. Расселение и восстановление мегафауны проводится медленными темпами и не носит согласованного и научно обоснованного характера. Тем не менее результаты отдельных территорий (РЛЗ Налибокский, Полесский радиационно-экологический заповедник) указывают на огромный потенциал наших экосистем, в том числе по увеличению биомассы крупных млекопитающих на единицу площади. Однако для восстановления полноценных климаксовых гетерогенных лесных экосистем необходимы дальнейшие шаги по проведению ревайлдинга и в частности масштабное восстановление пастбищных видов крупных травоядных млекопитающих.

Список литературы

1. Henrique, M. Pereira, Laetitia M. Navarro. Rewilding European Landscapes / ISBN 978-3-319-12038-6 ISBN 978-3-319-12039-3 (eBook). DOI 10.1007/978-3-319-12039-3. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. Library of Congress Control Number: 2014956752, 2015. – 227 p.
2. Пучков, П. В. Некомпенсированные вюрмские вымирания. Сообщение 1 // Вестн. зо-ол.— 1991,—№ 5 —С. 45—53.
3. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность: Кн. 1 / Отв. ред. О.В. Смирнова // Центр по пробл. экологии и продуктивности лесов. – М.: Наука, 2004. – 479 с.
4. История лесного дела Беларуси. Часть 1. История народов и леса в антропогене. Часть 2. Динамика лесистости, породного состава и лесовосстановления Беларуси / В.П. Тарасенко, В.А. Ипатьев, Н.К. Крук, Л.В. Холодилова. – Изд. 2. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2004. – 302 с.
5. Козло, П.Г. Зубр в Беларуси / П.Г. Козло, А.Н. Буневич; науч. Ред. В.П. Семенченко. – Минск, Беларус. навука, 2009. – 318 с.
6. Козорез, А.И. Трофейная характеристика белорусской популяции оленя благородного и факторы, ее обуславливающие / А.И. Козорез, А.И. Ровкач, П.А. Гештовт // Труды БГТУ. – 2015. – № 1 (174): Лесное хоз-во. – С. 268 – 271.
7. Natural Grazing. Practices in the rewilding cattle and horses / Roeland Vermeulen // Rewilding Europe, 2014. – 40 p.
8. Leo Linnartz, Rennee Meissner. Rewilding horses in Europe. Background and guidelines – a living document / Publication by Rewilding Europe, Nijmegen, 2014. – 48p.
9. Жарких, Т.Л., Ясинецкая, Н.И., 2008. Демографические показатели популяции лошадей Пржевальского (*Equus przewalskii* Polj., 1881) в Зоне отчуждения Чернобыльской АЭС // Бюллетень Московского об-ва испытателей природы. Т. 113, вып. 5. С. 3–9.
10. Дерябина, Т.Г. Лошадь Пржевальского (*Equus Przewalskii* Poljakov): результаты наблюдений за инвазивным видом // Экосистемы и радиация: аспекты существования и развития. Сб. науч. тр., посвященный 25-летию Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Под общ.ред. Ю.И.Бондаря. Минск: БОРБИЦ РНИУП «Институт радиологии, 2013. С. 301-308.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ НОВОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕРРИТОРИИ В МАНЕВИЧСКОМ РАЙОНЕ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ (УКРАИНА)

Кузьмишина И.И., Коцун Л.А., Войтюк В.П., Коцун Б.Б.

Восточноевропейский национальный университет им. Леси Украинки, г. Луцк,
Волынская область, Украина, irikuz61@mail.ru

*For protection of the coenopopulation of the species *Jovibarba globifera* (L.) J. Parn. listed in the Red Book of Ukraine, creation of the branch "Boridnyk" area of 0,3 ha from the landscape reserve of local importance "Kashivskyy" (Manevichy district, Kovel forestry) is proposed.*

Введение

В процессе развития национальной экосети Украины особую актуальность приобретает ее формирование на местном уровне. Потребность знаний о раритетной флоре возрастает в аспекте положений Конвенции о сохранении биоразнообразия (Рио-де-Жанейро, 1992).

Изучение флоры определенного региона имеет важное практическое и теоретическое значение, особенно, если данная территория характеризуется значительным сохранением естественного растительного покрова. Именно такими чертами обладает флора Западного (Волынского) Полесья. Растительный мир Волынской области насчитывает более 1500 видов сосудистых растений [12], из них около 100 видов – редкие и исчезающие. Актуальность и значимость флористических исследований данного региона возрастает в связи с последствиями проведенной в 60-х годах прошлого столетия широкомасштабной осушительной мелиорации, усиливающейся рекреационной нагрузкой и другими факторами антропогенного влияния. Это привело к исчезновению или сокращению ареалов редких видов, уничтожению интересных в флористическом аспекте фитоценозов. Поэтому обнаружение местообитаний раритетных видов растений в естественной флоре Волынской области и установления мониторинга за ними является важной задачей современности.

Целью работы было научно обосновать необходимость создания природно-заповедной территории для охраны ценопопуляции бороdnика шароносного (*Jovibarba globifera*) в Маневичском районе Волынской области. Латинские названия видов поданы согласно «Определителя...» с учетом «Vascular plants...» [11, 19].

Основная часть

Бороdnик шароносный (*Jovibarba globifera* (L.) J. Parnell 1990, Bot. Journ. Linn. Soc. 103: 219; Бялт, 2003, ФВЕ, 10: 258; Майоров, 2006, в Маевский, Фл. ср. пол. европ. части Росс., изд. 10: 284. – *Sempervivum globiferum* L. 1753. – *S. soboliferum* Sims, 1819. – *Jovibarba sobolifera* (Sims) Opiz, 1852) [5] из семейства толстянковых (Crassulaceae J. St.-Hil.) – редкий европейский бореальный вид, на Украине проходит южная граница его ареала [3]. Распространен в Северной, Центральной и Восточной Европе. Монограф рода В.В. Бялт в «Конспекте флоры...» подает распространение *J. globifera* в следующих регионах – Север (Кар.-Мурм.: Приладожье; Дв.-Печ.: Вологодская обл.); Прибалтика; Центр (Лад.-Ильм.; Верх.-Волж.; Верх.- Днепр.: Минская обл., д. Губа (Дзержинская); Волж.-Дон.); Запад (Днепр.); Восток (Нижн.- Дон.: в культуре, одичавшее в станице Кумылженская); Крым (в культуре). В частности, Днепровский район рас-

считается авторами указанной монографии как Волынская, Ровенская, Тернопольская, Хмельницкая, Житомирская, Винницкая, Киевская (включая город Киев), Черниговская, Сумская, Полтавская, Кировоградская, Днепропетровская, Харьковская, Луганская области Украины [5]. В Красной книге Украины областью распространения вида указывается лишь северная часть Полесья – Волынская, Ровенская, Киевская, Черниговская и Сумская области [3]. В Красную книгу Беларуси включен близкий вид – молодило русское (*Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C.V.Lehm), произрастающий в Гомельской области [8]. А во «Флоре БССР» молодило отпрысковое (*S. soboliferum* Lims., син. *J. globifera*) указывается для всей Республики нередко [10].

J. globifera – многолетнее, почвопокровное, толстолистное растение с прикорневыми розетками, которые дают многочисленные отпрысковые розетки. Мезоксерофит. Суккулент. Типичный псаммофит. *J. globifera* растет в светлых сухих сосновых лесах, на песчаных местах, на лесных полянах и опушках, склонах холмов и приречных береговых валах [1–5]. В связи с пребыванием на границе ареала находится под охраной Красной книги Украины, куда заносятся виды, в силу разных причин оказавшиеся под угрозой исчезновения. Природоохранный статус *J. globifera* – «редкий», т.е. вид, известный из немногих местонахождений, популяции которых характеризуются относительно стабильными, хотя и низкими показателями [3].

Во «Флоре Украины» *J. globulifera* отмечен как вид, что «с уверенностью может быть указан только для Полесья» с указанием местонахождений в Киевской и Черниговской областях [4]. По «Определителю высших...» [11], вид изредка встречается в Киевской, Ровенской и Волынской (Ковельский р-н, окрестности с. Воля-Ковель) областях. Местонахождение *J. globifera* в пределах Волынской области наиболее полно описаны в работах Т.Л. Андриенко с соавторами [1, 2]. На картосхеме географического распространения *J. globifera* на Западном Полесье [1] для территории Волынской области подано 11 локалитетов – в частности, в окрестностях сел Городок, Замостье, Красноволя Маневичского района, с. Воля-Ковель Ковельского района, берег оз. Сыновэ Старовыжевского района, на территории Черемского природного заповедника (урочище Бугаева Гора), национальных природных парков «Шацкий» (урочище Горы) и «Припять-Стоход» (урочище Капустная Гора, окрестности с. Пожиг). Подчеркнем, что граница распространения вида совпадает с границей днепровского оледенения по линии Любомль-Ковель-Маневичи, после отступления которого остались большие площади ледниковых и водно-ледниковых отложений из валунных и разнозернистых песков [12].

Материалом исследования послужили сосудистые растения, произрастающие на склонах песчаного холма в окрестностях с. Углы Ковельского района (N 51°08'20", E 25°23'). Ценопопуляция *J. globulifera* обнаружена на юго-западном склоне холма на площади 0,1 га (рис. 1). Проиростание вида приурочено к песчаному холму водно-ледникового происхождения – оза, который, по свидетельствам местных жителей, начал зарастать только около 20 лет назад. Село Углы – самый восточный населенный пункт Ковельского района – лежит на правом берегу р. Стоход. Однако территория исследования административно относится к Маневичскому району Волынской области, в структуре лесфонда – к Кашевскому лесничеству Ковельского гослесхоза. По физико-географическому районированию Украины (1968) территория исследований относится к зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов (Полесская провинция), по геоботаническому районированию (1977) – к Восточноевропейской провинции Европейской широколиственнолесной области [7, 17].

Флористическими исследованиями установлено, что в ценопопуляции площадью 0,1 га произрастают 14 видов сосудистых растений, относящиеся к 3 отделам (Папоротникообразные Polypodiophyta, Голосеменные Pinophyta, Покрытосеменные Magnoliophyta), 4 классам (Папоротниковидные Polypodiopsida, Хвойные Pinopsida, Двудольные Magnoliopsida, Однодольные Liliopsida), 11 семейств и 14 родов. Абсолютное большинство видов являются представителями отдела Покрытосеменные (Magnoliophyta) – 11 видов (78,6% от их общего количества). Анализ семейственного спектра показал преобладание семейств, представленных одним видом (8 семейств; 64,26%). Среди экологических групп по степени приспособления к водной среде и интенсивности освещения подавляющее большинство исследуемых видов – это мезофиты (9 видов, 64,2%) и гелиофиты (10 видов, 71,4%). При сопоставлении географических ареалов исследуемых видов растений установлено преобладание видов с евразийским распространением (8 видов; 57,1%), что свидетельствует о принадлежности флоры проектируемого заказника к бореальной области Голарктики.

Проективное покрытие сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в исследуемой ценопопуляции незначительное – 2-5%, h 1,0-5,0 м. В древесно-кустарниковом ярусе также встречается можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), граб обыкновенный (*Carpinus betulus* L.), в подросте – дуб обыкновенный (*Quercus robur* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.).



Рисунок 1 – Ценопопуляция *Jovibarba globifera* в окрестностях с. Углы Ковельского района Волынской области

Основной аспект в травяном ярусе составляют *J. globifera* (проективное покрытие 60-90%, отдельные куртины насчитывают до 100 розеток, цветоносы h 17-40 см.). До 20% проективного покрытия имеют тимьян ползучий (*Thymus serpyllum* L.), овсяница полеская (*Festuca beckeri* subsp. *polesica* (Zapal.) Tzvelev), тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC. (20%).

Проективное покрытие лишайника кладонии лесной (*Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.) местами составляет до 80%. Щавель воробьиный (*Rumex acetosella* L.) в центральной части холма имеет проективное покрытие 5-10%, в нижней – до 40%, где добавляется ястребиночка обыкновенная (*Pilosella officinarum* Vaill.) и небольшая куртина белоуса торчащего (*Nardus stricta* L.). Одиночно встречаются очитник наибольший (*Hylotelephium maximum* (L.) Holub.) и щитовник картузианский (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs).

Нами было заложено 4 учетных участка площадью по 0,5 м², на которых определялось возрастное состояние изучаемого вида. Мы придерживались принципов выделения возрастных состояний по схеме Т. А. Работнова [14, 15] с учетом литературных источников [6, 16]. Согласно нашим исследованиям, ценопопуляция *J. globifera* имеет полный спектр онтогенетических состояний (рисунок 2).

Проективное покрытие *J. globifera* составляет 45-85%. Преобладают растения в ювенильном (302 особи, или 44,3%), имматурном (197 особей; 28,9%) и виргинильном (180 особей; 26,4%) состояниях. Участие предгенеративных особей значительно превосходит долю генеративных (99,6% против 0,4%), самоподдержание популяции происходит как генеративным, так и вегетативным путем. Согласно градации Т. А. Работнова, популяции, которые представлены всеми возрастными группами, следует относить к нормальным [15]. Небольшое количество генеративных особей свидетельствует о молодости исследуемой ценопопуляции.

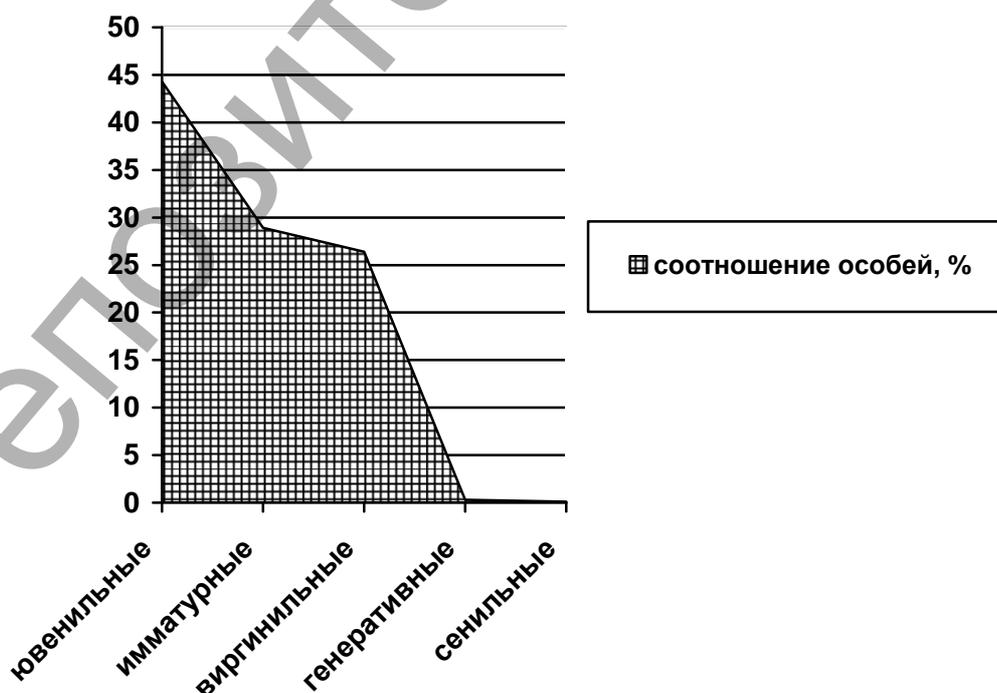


Рисунок 2 – Соотношение возрастных состояний бородника шароносного (*Jovibarba globifera*)

Обнаруженная естественная ценопопуляция бородника шароносного (*J. globifera*) находится в типичных условиях (союз *Koelerion glaucae* (Volk 1931) Klika 1935 [18]), в хорошем состоянии – в генеративной фазе в 2014 г. пребывало 24 особи, в 2015 г. – 45 особей. За вегетационный сезон 2015 г. на одном взрослом растении образовалось от 2 до 8 отпрысковых розеток. Было отмечено увеличение площади ценопопуляции – образовалась полоса вегетативных особей шириной 0,5 м и длиной 9 м в нижней части юго-восточного склона холма.

Гербарные образцы *J. globifera* хранятся в гербарии кафедры ботаники Восточноевропейского национального университета имени Леси Украинки (LUU).

Во время исследований, кроме взрыхленных и соответственно подсохших розеток *J. globulifera*, нами было обнаружено потушенное кострище, вероятно, оставленное отдыхающими. Непосредственная близость исследуемого места произрастания *J. globulifera* к населенному пункту, увеличение рекреационной нагрузки на побережье реки Стоход, где проходят соревнования по водному туризму [9], и другие антропогенные факторы создают предпосылки для нарушения целостности экотопа.

Заключение

Проведенные исследования аргументируют необходимость создания природоохранной территории – предлагаемого филиала «Бориднык» площадью 3 га в ландшафтном заказнике местного значения «Кашевский» (Маневичский район, Ковельский гослесхоз, Кашевское лесничество) [13], который расположен севернее и охватывает 7 участков с сосновыми борами II бонитета. По результатам проведенного исследования нами составлено научное обоснование для создания нового природно-заповедного объекта с предлагаемым названием «Бориднык». Письмо с научным обоснованием подано в Государственное управление экологии и природных ресурсов в Волынской области.

Список литературы

1. Андрієнко, Т. Л. *Jovibarba sobolifera* (Sims.) Opiz на Західному Поліссі / Т. Л. Андрієнко, В. В. Конішук // Наук. вісник Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Розд. IV. Ботаніка. – Луцьк, 2008. – № 15. – С. 129–136.
2. Андрієнко, Т. Л. Національний природний парк «Прип'ять-Стохід». Рослинний світ / [Т. Л. Андрієнко, О. І. Прядко, Р. Я. Арап, М. О. Конішук; за заг. ред. Т.Л. Андрієнко]. – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – С. 29.
3. Андрієнко, Т. Л. Борідник паростковий *Jovibarba sobolifera* (Sims.) Opiz / Т. Л. Андрієнко, В. В. Конішук, С. М. Панченко; за ред. Я. П. Дідуха // Червона книга України. Рослинний світ. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 414.
4. Бордзіловський, Є. І. Молоділо паросткове *Sempervivum soboliferum* Sims. / Є. І. Бордзіловський // Флора УРСР. – К.: Вид-во АН УРСР, 1953. – Т. 5. – С. 450–451.
5. Бялт, В. В. Род 4. *Jovibarba* Opiz – Бородник / В. В. Бялт // Конспект флоры Восточной Европы / Под ред. Н.Н. Цвелева. – М.: СПб.: Тов-во науч. изданий КМК, 2012. – Т. 1. – С. 502.
6. Василевич, В. И. Статистические методы в геоботанике / В. И. Василевич. – Л.: Наука, 1969. – 232 с.
7. Геоботанічне районування Української ССР / [А.І. Барбарич та ін.]. – К.: Наук. думка, 1977. – 303 с.
8. Дубовик, Д. В. Молоділо русское (*Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C.V.Lehm) // Красная книга Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://redbook.minpriroda.gov.by/plantsinfo.html?id=47>.
9. Звіт про водний туристський похід III ступеня складності по річках Стохід та Прип'ять, здійснений з 3 по 13 серпня 2009 року / [упоряд. Б. М. Третьевич]. – Луцьк: Волин. обл. центр спорту, туризму та екскурсій, 2009. – 30 с.

10. Молодило отпрысковое *Sempervivum soboliferum* Lims. // Флора БССР. Т.2 / Институт биологии Академии наук Белорусской ССР ; ред. : Н. А. Дорожкин. – Минск: Изд-во Академии наук Белорусской ССР, 1949. – С. 468–470.

11. Определитель высших растений Украины / [Д.Н.Доброчаева, М.И.Котов, Ю.Н.Прокудин и др.; отв. ред. Ю.Н.Прокудин]. – 1-е изд. – К.: Наук. думка, 1987. – 547 с.

12. Природа Волинської області / [за ред. К.І. Геренчука]. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1975. – 133 с.

13. Природно-заповідний фонд Волинської області (Огляд територій і об'єктів природно-заповідного фонду в розрізі районів) / [упор. М. Химин та ін.]. – Луцьк: Ініціал, 1999. – С. 33.

14. Работнов, Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов // Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. – 1950. – Вып. 6. – 176 с.

15. Работнов, Т.А. Фитоценология: учебное пособие для биологических факультетов вузов. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 384 с

16. Смирнова, О.В. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / О. В. Смирнова, Л. Б. Заугольнова, И. М. Ермакова и др. – М.: Наука, 1976. – 217 с.

17. Физико-географическое районирование Украинской ССР / [под ред. В.П. Попова, А.М. Маринича, А.И. Ланько]. – К.: Изд-во Киев. ун-та, 1968. – 684 с.

18. Matuszkiewicz, W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski / W. Matuszkiewicz. – Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN SA, 2001. – S. 121, 253.

19. Mosyakin, S. L. Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk; ed. S. L. Mosyakin. – K. : M. G. Kholodny Institute of Botany, 1999. – S. 193–194.

УДК 661.89:622.363.2'17

РЕСУРСЫ ОАО “БЕЛАРУСЬКАЛИЙ” ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

Лаевская Е.В., Воробьёва Е.В., Матрунчик Ю.В.

Государственное научное учреждение «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, layeuskaya@gmail.com

To evaluate the prolonged action of fertilizers on the basis of clay-salt residues of potassium production we studied the mobility and moisture resistance of mineral nutrients in comparison with standard potassium fertilizers. Results of the study are presented in the paper.

Введение

Калийная руда состоит из смеси хлоридов калия, натрия и глинистых минералов. Промышленный интерес представляет хлорид калия, используемый в качестве удобрения, но его концентрация в руде составляет около 25 %. Калийную соль выделяют из руды на обогатительных фабриках, остальные составляющие части руды (глинистые минералы и NaCl) становятся отходами калийного производства [1].

В Республике Беларусь проблема захоронения и использования отходов производства калийных удобрений является одной из наиболее сложных из-за нарастающих темпов развития данной отрасли промышленности, больших

объемов производства и отсутствия эффективного способа их утилизации. По объему накопленных и годовому объему складированных на поверхности отходов, по занимаемым ими площадям, наша страна опередила все крупнейшие страны-производители калийных удобрений [2].

Опасным источником засоления почв и водоемов являются шламохранилища, содержащие жидкие глиносодержащие отходы. Шламохранилища при воздействии на них атмосферных осадков, ветровой и водной эрозии служат источниками загрязнения на значительной территории земельных угодий, поверхностных и подземных водных ресурсов. Несмотря на защитные экраны, накапливающиеся концентрированные солевые рассолы фильтруются в подстилающие грунты и водоносные горизонты, что подтверждается многолетними геофизическими наблюдениями. Из оборота выводятся значительные площади сельскохозяйственных земель, существует опасность разрушения дамб, прорыва рассолов и засоления территорий. В странах СНГ и мира имеется ряд негативных примеров разрушения дамб-накопителей и поступления больших объемов солевых отходов калийного производства в поверхностные водоемы.

В результате многолетней эксплуатации на территории Старобинского месторождения калийных солей под шламохранилищами занято свыше 1115 га земель. Объемы жидких глиносодержащих отходов ежегодно увеличиваются: за более чем пятидесятилетний период добычи и обогащения калийных солей в шламохранилищах накопилось почти 95 млн. т глинисто-солевых шламов [2-3].

В течение нескольких десятилетий предпринимались попытки найти решение проблемы переработки и использования глиносодержащих отходов калийного производства, в которых содержится около 15 % KCl и другие ценные компоненты – натрий, бор, магний, кальций, железо. В связи с тем, что глинистую часть отделяют на начальных стадиях процесса обогащения руды, до обработки флотационными, гидрофобизирующими и антислеживающими реагентами (аминами, парафинами, ферроцианидами и др.), в глиносодержащих отходах отсутствуют токсичные химические вещества [4]. Этот продукт, сформированный из осадочных пород донных отложений древних морей, правильнее отнести не к отходам производства, а к природным ресурсам, пригодным для использования. Однако, несмотря на содержание ценных компонентов, непосредственное использование отходов практически невозможно в связи с их полужидкой формой (суспензия) и высокой концентраций солей в жидкой фазе.

Известные способы переработки глиносодержащих отходов калийного производства основаны на их сушке, что требует значительных энергозатрат [5]. Кроме того, после удаления влаги водорастворимые соли (KCl, NaCl) остаются в высушенном остатке и высокое солесодержание препятствует использованию высушенных продуктов для агрохимических целей, гражданского и дорожного строительства.

В Институте общей и неорганической химии НАН Беларуси разработана комплексная технология переработки глиносодержащих отходов калийного производства, позволяющая полностью использовать ценный природный ресурс – калий. Основой технологии является отделение солевого раствора и возврат его в технологический процесс обогащения [6].

После отделения жидкой солевой фазы образуется продукт, зарегистрированный как «Продукт глинистый минерализованный, ПГМ», ТУ ВУ 600122610.003-2015. ПГМ содержит (масс. % по сухому веществу): глина 76–80, хлорид калия

8–10, хлорид натрия 12–14. Содержание микроэлементов (мг/кг): бор 380–420; марганец 150–170; цинк 24–28; медь 3–4,5. Благодаря особенностям природного формирования, ПГМ содержит естественным образом интегрированные в структуру глинистого материала микроэлементы (бор, марганец, цинк и др.), оказывающие положительное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур. Дисперсный состав отходов содержит большое количество тонкодисперсных глинистых частиц, что улучшает микроструктуру почвы.

Разработана и апробирована в лабораторных и опытно-промышленных условиях технология гранулирования ПГМ. Установлено, что ПГМ хорошо совмещается в процессе гранулирования с минеральными солями (калийные, азотные, фосфорные) и органическими веществами (торф, сапрпель, гуматы). На одной технологической линии могут быть получены гранулированные удобрения широкого состава. Это позволяет не только использовать ценный состав ПГМ (калий, натрий, микроэлементы), но и усилить его компонентами, необходимыми для питания растений.

Применение удобрений на основе ПГМ перспективно для решения актуальной проблемы повышения эффективности использования минеральных удобрений. Низкая степень использования туков (для азота и калия 30–60 %, для фосфора 20 %) связана с их высокой растворимостью в воде и, как следствие этого, значительным вымыванием питательных компонентов грунтовыми и дождевыми водами. Вымывание удобрений приводит к загрязнению природных водоемов и нарушению в них экологического равновесия. Одним из путей повышения эффективности использования минеральных удобрений является производство удобрений пролонгированного действия.

В данной работе с целью оценки пролонгирующего действия представлены результаты исследования подвижности и влагостойкости элементов минерального питания в новых удобрениях на основе ПГМ в сравнении со стандартными калийными удобрениями, а также данные по степени выноса калия (K_2O) как элемента минерального питания растений из почвы в реальных почвенных системах при выращивании картофеля.

Основная часть

В работе использовали гранулы, полученные в опытно-промышленных условиях, следующего состава (по сухому в-ву): 90 % ПГМ и 10 % KCl (состав 1) и 60 % ПГМ и 40 % KCl (состав 2). Учитывая, что содержание KCl в ПГМ 10 %, общее содержание KCl составило 20 и 50 % для составов 1 и 2, соответственно.

Рассчитан объем годовой нормы осадков (средние для Беларуси) с учетом площади емкости исследуемых образцов и разработаны почвенные модельные системы, в которые внесены образцы новых удобрений на основе ПГМ (составы 1 и 2) и стандартного калийного удобрения. На лабораторном лизиметрическом стенде через почву с удобрением пропускали воду, собирали жидкую фазу и проводили в ней количественное определение ионов калия, натрия и хлор-ионов.

В таблице представлены результаты исследования кинетики процесса вымывания элементов из почвы в отсутствие растений при пропускании $1/5$ (V_1); $1/2$ (V_2); и $2/3$ (V_3) объема воды от годовой нормы осадков. Результаты исследования показали, что при пропускании через образцы объема воды V_1 из почвы со стандартным калийным удобрением вымывается на 15–17 % калия больше, чем из удобрений на основе ПГМ. При пропускании через образ-

цы объема воды V_2 и V_3 концентрация калия в промывной воде ниже на 20-25 % и на 13–15 %, соответственно, в образцах удобрений на основе ПГМ, чем стандартного калийного удобрения.

Таблица – Содержание катионов калия, натрия и аниона хлора в жидкой фазе

Состав удобрений	Содержание катионов калия, натрия и ионов хлора в жидкой фазе после пропускания воды, % от исходного количества								
	K^+			Na^+			Cl^-		
	V_1	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3
Состав 1	16,8	58,5	77,0	22,7	63,1	86,4	73,2	23,6	2,9
Состав 2	19,2	63,4	79,4	23,0	70,2	93,8	72,8	25,1	2,0
KCl станд.	34,0	83,2	92,5	–	–	–	72,0	24,9	2,6

Полученные результаты можно объяснить более медленным выделением калия из состава гранул удобрения, содержащего ПГМ, вследствие того, что ионы калия связаны в обменном комплексе с глинистыми минералами. Калий обменный находится на поверхности органоминеральных коллоидов и доступен для растений. Кроме того, гранулы удобрения на основе ПГМ медленно набухают в почве и из-за присутствия глинистых минералов влагоустойчивость новых удобрений выше по сравнению с хорошо растворимой солью хлорида калия (стандартное калийное удобрение). Это подтверждается тем, что с увеличением содержания глины в образце (состав 1) скорость вымывания калия замедляется при одинаковом содержании калия в исследуемых образцах.

Присутствие натрия в удобрениях на основе ПГМ, важно для питания растений. Необходимость данного элемента питания практически для всех видов растений обусловлено его участием в транспорте веществ через мембраны растений. Хорошая обеспеченность растений натрием повышает их зимостойкость. При его недостатке замедляется образование хлорофилла [7]. При наличии в почве натрия одновременно с калием при выращивании свеклы в клетках растений ограничивается экстракция кристаллизованного сахара, за счет чего увеличивается его содержание в мелассе, что повышает сахаристость продукта. В удобрениях для выращивания свеклы оптимальные пределы соотношения калия и натрия (3–5):1. В питании сахарной свеклы значительную роль играют магний, кальций, сера и микроэлементы, особенно, бор и марганец, которые необходимы для накопления сахара в корнеплоде [8]. Кроме свеклы, много натрия использует капуста (белокочанная, цветная и кормовая), а также другие растения из семейства крестоцветных – брюква, турнепс, редис и горчица. К этой группе растений, но с несколько меньшим поглощением натрия, относятся: ячмень, овес, люпин, лен, люцерна и др. культуры.

Как следует из таблицы, для образцов с составами 1 и 2 скорость вымывания катионов натрия выше по сравнению с вымыванием катиона калия. Это связано с большей подвижностью ионов натрия в почвенном рассоле и меньшей энергией связи этих, относительно небольших ионов, с функциональными группами минеральных частиц и гуминовых компонентов почвы.

Зависимость содержания хлор-иона в жидкой фазе от объема пропускаемой через почву воды приблизительно одинакова для составов на основе ПГМ и калийного удобрения (таблица). После пропускания объемов воды V_1 и V_2 , соответствующих 20 и 50 % от годовой нормы осадков, что приблизительно соответствует осадкам в весенне-паводковый период времени, хлориды вымываются из почвы почти полностью. Хлор в растении незаменим для поступления и реутилизации катионов, поддержания водного режима, энергетических

процессов, ограничения высокого содержания нитратов, повышения устойчивости к болезням. Следует отметить, что больше ежегодно вносится хлора с навозом (30-50 кг/га) и поступает с осадками (20-50 кг/га). Сахарная свекла отзывчива на хлор [8]: при урожае, к примеру, 300 ц/га свекла выносит из почвы до 375 кг хлора.

Пролонгирующее действие гранулированных удобрений в реальных почвенных системах при выращивании картофеля оценивали по степени выноса калия (K_2O) как элемента минерального питания растений из почвы. Гранулы удобрений на основе ПГМ и стандартного калийного удобрения, упакованные в капроновые мешочки и внесенные локально в лунку, по окончании опыта (через 105 дней) были извлечены из почвы и проанализированы на содержание калия. Также по окончании опыта была проанализирована почва на содержание калия (K_2O) в слое на глубине внесения удобрений (5–10 см) и корнеобитания (20-25 см).

Испытания показали, что после окончания опыта в составе гранул удобрения на основе ПГМ обнаружены неизрасходованные элементы питания растений в количестве 19 % (состав 1) и 16,5 % (состав 2) K_2O от исходного содержания против 12,5 % для стандартного калийного удобрения.

Агрохимический анализ слоев почвы (5–10 и 20–25 см) показал, что скорость миграции калия из зоны внесения в случае удобрений на основе ПГМ ниже по сравнению с калийным удобрением. К концу вегетации большее количество калия было обнаружено в нижних слоях почвы (20–25 см) в вариантах со стандартным калийным удобрением.

Урожайность картофеля при использовании новых удобрений на основе ПГМ на 10-13 % выше, чем при внесении стандартного калийного удобрения при одинаковом содержании K_2O . В вариантах с внесением гранулированных удобрений обоих составов по сравнению с контрольным наблюдается увеличение содержания крахмала в клубнях. Количество нитратов несущественно для всех исследованных вариантов.

Медленное вымывание калия из почвы при использовании удобрений на основе ПГМ означает, что калий продолжительное время удерживается в почве и питание растений более эффективно. Причиной пролонгированного действия удобрений на основе ПГМ является то, что калий связан в обменный комплекс с глинистыми минералами и прочнее удерживается в гранулах. Кроме того, в гранулы, содержащие глину, медленнее проникает вода, что замедляет растворение и вымывание калия.

Заключение

Ввиду того, что глиносодержащие отходы, накопленные в шламохранилищах, занимают огромную полезную площадь и создают постоянную опасность загрязнения почвы, атмосферы, водоемов, их переработка и использование в качестве новых форм калийных удобрений, помимо экономического эффекта экономии калия, обеспечивает решение актуальной экологической проблемы в плане как утилизации отходов калийного производства, так и получения новых форм калийных удобрений пролонгированного действия.

Показано, что степень вымывания калия уменьшается на 13-25 %, степень удержания калия в почве в опытах по выращиванию картофеля увеличивается на 4,0-6,5 %, урожайность картофеля возрастает на 10-13 % по сравнению со стандартными калийными удобрениями.

Применение удобрений на основе ПГМ, кроме повышения агрохимической эффективности за счет обогащения состава калийного удобрения пита-

тельными элементами, позволяет существенно снизить загрязнение поверхностных и подземных вод сельскохозяйственных районов выносимыми компонентами минеральных удобрений.

Список литературы

1. Экологические проблемы применения удобрений / В.Н. Кудеяров [и др.] ; под ред. В.А. Ковды. – Москва : Наука, 1984. – 211 с.
2. Лысухо, Н.А. Воздействие объектов размещения отходов на окружающую среду / Н.А. Лысухо, Д.М. Ерошина // Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду: монография / Н.А. Лысухо, Д.М. Ерошина. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. – Гл. 3. – С. 37–142.
3. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень, 2001 год / НАН Беларуси, Ин-т природопользования ; под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Минсктиппроект, 2002. – 232 с.
4. Печковский, В.В. Технология калийных удобрений / В.В. Печковский, Х.М. Александрович, Г.Ф. Пинаев ; под ред. В.В. Печковского . – Минск : Вышэйш. школа, 1968. – 264 с.
5. Смычник, А.Д. Основные направления утилизации шламовых отходов перерабатывающих производств / А.Д. Смычник, С.Ф. Шемет, В.В. Сапешко // Горный журнал. – 2010. – № 8. – С.89-91.
6. Воробьева, Е.В. Полимерные комплексы в водных и солевых средах / Е.В. Воробьева, Н.П. Крутько. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 175 с.
7. Палладина, Т.А. Функционирование ионов натрия, калия АТФазы у сахарной свеклы / Т.А. Палладина // Современные проблемы физиологии и биохимии сахарной свеклы : сб. науч. трудов / Ин-т физиологии растений АН УССР ; под общ. ред. Д.М. Гродинского. – Киев : «Наукова думка», 1981. – С.100-103.
8. Вострухин, Н.П. Сахарная свекла / Н.П. Вострухин. – Минск : Минская фабрика цветной печати, 2011. – 384 с.

УДК 551.509.313

ОПЕРАТИВНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МЕЗОМАСШТАБНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ WRF-ARW. РЕАЛИЗАЦИИ СЧЕТА В ГИДРОМЕТЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Лаппо П.О.

ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», г.Минск, Республика Беларусь, laporo@bsu.by

This article presents the general information about WRF-ARW model in Hydromet of the Republic of Belarus and the results of verification output data in model WRF in 2015. Also article is supported to give information about techniques of adjustment of additional characteristics in objective analysis - OBSGRID. This system is now being implemented for the operational work of the Hydromete Center of the Republic of Belarus.

Введение

Широкое применение численных моделей для составления прогноза погоды, обусловлено способностью современных моделей отражать как глобальные, так и локальные особенности атмосферных процессов. Кроме того, увеличение временного и пространственного разрешений моделей позволяет специалисту идентифицировать развитие локального атмосферного процесса.

Привлечение мезомасштабных моделей для прогноза погоды в Беларуси является приоритетным, так как позволяет через представленные схемы параметризации, произвести учет подсеточных процессов (конвекция, турбулентность, радиационный обмен) и дать своевременный прогноз опасных явлений погоды (локальные грозовые ячейки, туман, гололед и др.).

В данной статье представлены результаты, основные достижения и будущие направления в области использования модели WRF-ARW в Гидромете Республики Беларусь.

В 2014 году сотрудниками Гидромета запущен автоматизированный программный комплекс, на основе мезомасштабной негидростатической модели WRF-ARW, для составления прогноза метеорологических характеристик по территории Республики Беларусь.

Мезомасштабная модель WRF-ARW является полностью сжимаемой негидростатической моделью, которая имеет достаточное количество пользователей по всему миру.

На сегодняшний день для моделирования мезомасштабных процессов используется модель WRF-ARW версии 3.7. Расчет реализован 3 раза в день за исходные сроки 00, 06 и 12 ч ВСВ. Для моделирования прогнозов высокого разрешения используется кластер Hewlett-Packard, HP BladeSystem C7000, с вычислительной мощностью более 5 TFlops.

Расчет осуществляется с заблаговременностью 48 часов в двух пространственных разрешениях: 15 и 3 км с использованием принципа вложенной области (материнская и вложенная область) (табл.1).

Технологическая схема системы оперативного прогноза мезомасштабной модели представлена следующим образом:

1. В качестве начальных и граничных данных для модели WRF-ARW используются данные глобальной модели GFS (Global Forecast System) с территориальным разрешением 0.25°;
2. С помощью системы подготовки данных WPS происходит инициализация входных данных и определение географических характеристик территории;
3. Основным этапом является расчет самой модели WRF;
4. После расчета по выходные данные модели визуализируются (карты, графики, метеограммы). Синоптикам для анализа предоставляются карты приземной температуры воздуха, карты высот и температуры изобарической поверхности, скорости ветра и т.д.
5. Завершающим шагом является верификация выходной продукции модели на основе расчета статистических характеристик: средняя ошибка (ME), корень среднеквадратической ошибки (RMSE), индекс критической успешности (CSI), вероятность обнаружения события (POD), вероятность обнаружения отсутствия события (PODN), коэффициент ложных тревог (FAR).

Таблица 1

	Внешний домен	Вложенный домен
Шаг горизонтальной сетки	15 км	3 км
Разрешение (X, Y, Z)	250/240/27	586/586/27
Исходные данные	GFS 0.25°	GFS 0.25°
Граничные условия	GFS 0.25°	Прогноз материнского домена WRF

Для упрощения верификации результатов прогноза модели была разработана автоматизированная система верификации результатов. Данная система включает оценку полей метеорологических величин, а также оценку результатов по данным

наземных наблюдений. Для верификации результатов моделирования используется пакет MET (Model Evaluation Tools), предоставляющий широкие возможности статистической оценки численных моделей.

В качестве переменных для верификации используются следующие метеопараметры: геопотенциальные высоты изобарических поверхностей 500, 700 и 850 гпа, температуры на этих уровнях, приземное давление и температура на 2 м для проверки работы модели на сетке. Также проводится верификация на основе наземных наблюдений: температура на 2 м и количество осадков. Для данного вида оценки используются данные наземных наблюдений в коде SYNOP.

Использование мезомасштабной численной модели требует уточнения статических географических характеристик, которые вместе с метеопараметрами, используются в качестве начальных данных для модели WRF-ARW.

В связи с этим весной 2015 года были проведены работы по уточнения статических географических характеристик. В систему предварительной обработки WPS были внедрены статические геоданные высокого разрешения. В качестве абсолютных высот местности используются данные с разрешением 3", уточненные для всей территории Беларуси, а также приграничных территорий. Информация о топографии для территории Беларуси подготовлена по данным SRTM (Shuttle radar Topography Mission, которые являются результатом международного исследовательского проекта по созданию самой полной цифровой топографической базы высокого разрешения).

Запуски модели WRF-ARW с уточненными геоданными показали более высокий индекс критического успеха, а также более высокую вероятность обнаружения событий осадков, кроме того, наблюдался более низкий показатель ложных тревог. Такой результат говорит о положительном влиянии использования геостатических характеристик высокого разрешения для прогноза осадков. В связи с этим, продолжается работа по уточнению геостатических характеристик, используемых в начальных условиях модели WRF-ARW.

В течение последних двух лет было протестировано более 20 вариаций различных параметризаций физических процессов в модели: параметризации пограничного слоя, параметризации микрофизики и параметризации конвекции. По результатам оценки протестированных конфигураций был сделан выбор наилучших схем параметризации для прогноза метеорологических характеристик по территории Республики Беларусь.

Оценка результатов прогноза основных метеорологических характеристик и прогноза опасных явлений показали положительный результат в прогнозе приземной температуры (оправдываемость на 12 часов до 96%, на 36 часов в 91%), осадков (оправдываемость на 12 часов 84%, на 24 часа 81%). Результаты оценки прогноза осадков выявил достаточно большое количество ложных тревог по факту наличия осадков.

Схема уточнения объективного анализа

В процессе экспериментального счета модели проводились работы по уточнению географических характеристик (абсолютные высоты, альбедо), осуществлялся подбор оптимальной конфигурации модели для более точного прогноза конвекции. Данные исследования работы схем параметризации модели WRF-ARW для территории Республики Беларусь помогли улучшить оправдываемость прогнозируемых характеристик и достичь определенного успеха в прогнозе опасных явлений погоды.

Современные системы наблюдений предоставляют огромный набор данных, полученных не только с помощью прямых наблюдений на станциях (приземная температура, влажность, скорости ветра), но и получаемых с помощью

дистанционных методов (радиолокация, спутники). Для дальнейшего улучшения результатов модели, необходимо проводить работы по привлечению дополнительных метеорологических характеристик для уточнения начальных данных. В качестве информации для уточнения могут служить данные наземных станций наблюдения, аэрологические наблюдения, данные спутников, а также радиолокационные данные.

Уточнение объективного анализа является необходимым, так как в международный обмен поступают данные не со всех станций наземного наблюдения и начальные поля метеопараметров получаются более сглаженными.

Для уточнения данных объективного анализа, полей прогноза и их последующего использования в модели WRF-ARW существует модуль OBSGRID, который позволяет усваивать дополнительные метеонаблюдения с метеорологических станций и производить корректировку полей температуры, влажности, давления, скоростей ветра с последующим использованием в модели. Модуль предоставляет несколько алгоритмов уточнения объективного анализа, большинство из них основаны на схеме Крессмана.

Суть подхода к усвоению данных в схеме Крессмана заключается в ведении области влияния каждого вносимого наблюдения. Методика усвоения данных основана на том, что в первом приближении в каждом узле сетки модели значения корректируются в соответствии с влиянием всех наблюдений.

В схеме Крессмана каждое наблюдение имеет вес, который зависит от удаленности между точками с данными наблюдений и точкой сетки, а также от «радиуса влияния». Данная схема задается равенствами:

$$x_j^a = x_j^b + \frac{\sum_{i=1}^p w_{ij} (x_i^a - x_i^b)}{\sum_{i=1}^p w_{ij}}, \quad (1)$$

где индекс j есть номер узла сетки, i – номер точки наблюдения, x^a – искомая оценка состояния, x^b – вектор начального приближения, w_{ij} – весовая функция. Функция w_{ij} зависит от номера узла сетки j и номера точки наблюдения i ; она равна единице, если $i=j$, и является убывающей функцией расстояния d_{ij} между i -ой и j -ой точками, кроме того, $w_{ij}=0$ при $d_{ij}>R$, где $R>0$ – некоторая постоянная, или «радиус влияния».

Весовая функция имеет квадратичную зависимость:

$$w_{ij} = \max\left(0, \frac{R^2 - d_{ij}^2}{R^2 + d_{ij}^2}\right), \quad (2)$$

Данная схема предполагает несколько циклов (итераций анализа). Данный метод называется методом последовательных поправок. Первые итерации в такой схеме дают приближение к наблюдениям в крупном масштабе, а последние – приближение к мелкомасштабным изменениям наблюдений. Метод Крессмана широко применяется для уточнения объективного анализа в численных моделях.

В настоящее время ведутся разработки технологии уточнения объективного анализа с помощью системы OBSGRID для внедрения его в оперативную работу автоматизированного программного комплекса WRF-ARW. Для осуществления уточнения ведется подготовка базы данных, содержащей корректную информацию о наблюдаемых метеорологических параметрах на наземных станциях наблюдения, что необходимо для системы объективного анализа.

Были подготовлены программы, для формирования данных необходимых форматов, и проведены тестовые запуски системы OBSGRID с информацией белорусских станций, которые показали успешную корректировку полей метеовеличин на основе схемы Крессмана (рисунок 1).

Температура 2 м, К

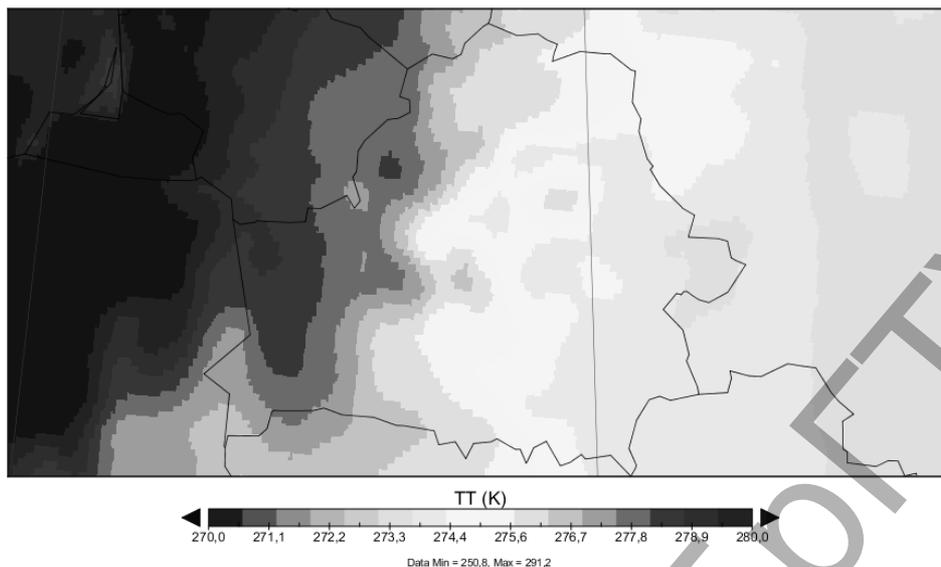


Рисунок 1 – Поле приземной температуры (2 м) в исходном объективном анализе

Температура 2 м, К

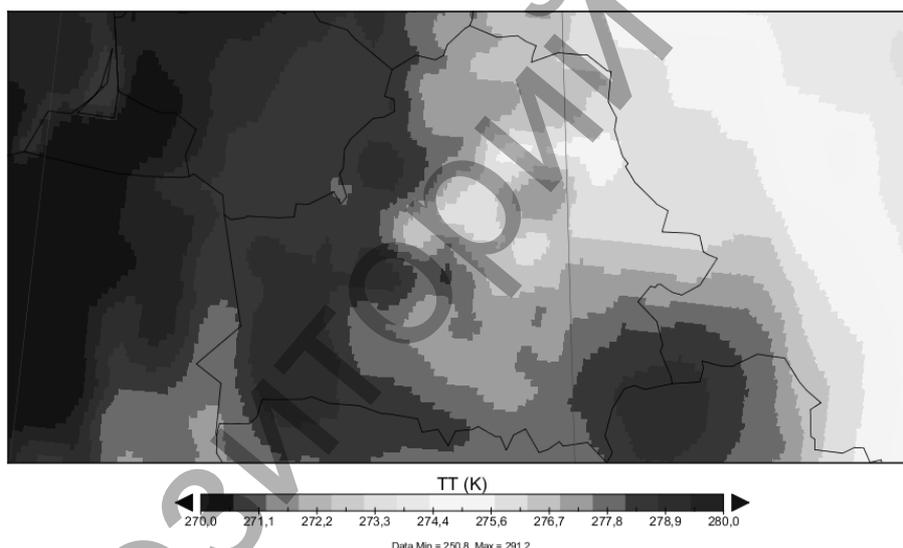


Рисунок 2 – Поле приземной температуры (2м) с привлечением информации с наземных станций наблюдения

Для достоверной оценки результатов уточнения объективного анализа необходимо привлечение большего числа данных с метеорологических станций наземного наблюдения, а также метеоинформация на изобарических высотах (рисунок 2).

Заключение

В настоящее время в Гидрометцентре Республики Беларусь проводятся работы по подготовке базы данных наземных наблюдений для их дальнейшего использования в модели.

Были проведены тестовые запуски системы OBGRID с дополнительными характеристиками по станциям Беларуси. Корректировались такие характеристики, как приземное давление, температура на уровне 2 м, точка росы, скорости и направления ветра.

В перспективе планируется скорректировать данные метеорологических характеристик на всей территории материнского домена модели WRF-ARW, а также внедрять методы вариационного усвоения и оптимальной интерполяции (фильтр Кальмана) для последующего усвоения характеристик, получаемых с помощью дистанционных методов.

Мировой опыт показывает, что для более точного представления состояния атмосферы широко привлекаются данные дистанционных наблюдений, к примеру, радиолокационных измерений (радиальной скорости, отражаемости). Привлечение дополнительных данных метеорологических наблюдений в численные модели прогноза погоды дает положительный результат для прогноза термодинамических и динамических характеристик атмосферы.

Список литературы

1. Ипатов, В.М., Шутяев В.П. Алгоритмы и задачи ассимиляции данных для моделей динамики атмосферы и океана. – Научн.-образ. курс., Московский физико-технический институт., Долгопрудный. – 2013.
2. Определение набора параметров верификации рабочей версии программно-методического комплекса мезопрогнозирования атмосферных процессов : отчет о НИР (заключ.), 23.12.2014 г., отв. исп. И.А.Деменцова. – Минск: Респ. Гидрометеорол. Центр, 2014. – 87 с. - № ГР 20130940.
3. Model Evaluation Tools Version 4.1. User's Guide. – Developmental Tested Center, Boulder, Colorado, USA, March 2009. – 225 p.
4. Programme, Abstracts, Participants. A Doctoral Students Conference Challenges for Earth system science in Baltic Sea region: From measurements to models. University of Tartu and Vilsandi Island, Estonia, 10-14 August 2015 // International Baltic Earth Secretariat Publication № 5. – August 2015. – P.6.
5. Stensrud D.J. Parametrization schemes: key to understanding numerical weather prediction models. – Cambridge Press, 2007. – 460 p.

УДК 551.583

СВЯЗЬ БАРИКО-ЦИРКУЛЯЦИОННОГО РЕЖИМА В ЕВРОПЕ И ТЕМПЕРАТУР БЕЛАРУСИ

Логинов В.Ф., Табальчук Т.Г.

ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Беларусь t.tabalchuk@gmail.com

The article discusses the connection between atmospheric circulation in Europe and temperatures in Belarus. The cyclone trajectories in Europe and their relation with normalized temperature anomalies in Belarus for different seasons of the year for the period from 1900 to 2013 are shown. Quasiperiods for the annual number of days with a cyclonic circulation change are allocated.

Введение

В начале XX в. Л.А. Вительсом была предложена схематизированная качественно-количественная оценка особенностей барико-циркуляционного режима. Синоптический каталог Вительса ведётся с 1900 г. и позволяет проследить изменения в особенностях циркуляции атмосферы для первого естественного синоптического района Мультановского, который включает акваторию Атлантики от меридиана 40° з.д. и территорию Евразии до меридиана 110° в.д. Всё это пространство разбито на 8 крупных районов [1]. Материалы, содержащие сезонные и годовые характеристики циркуляционного режима 1-го естественно-

синоптического района за 1965–2013 гг. любезно предоставлены в наше распоряжение сотрудницей ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» М.З. Образцовой. Данные о барико-циркуляционном режиме 1900-1965 гг. взяты из работы [1]. Для оценки изменения траекторий прохождения циклонов по территории Беларуси использованы данные для первого (район расположения Исландской депрессии), четвёртого (север Европы, включая северную часть Беларуси) и шестого (Западная Европа) районов (рисунок 1).

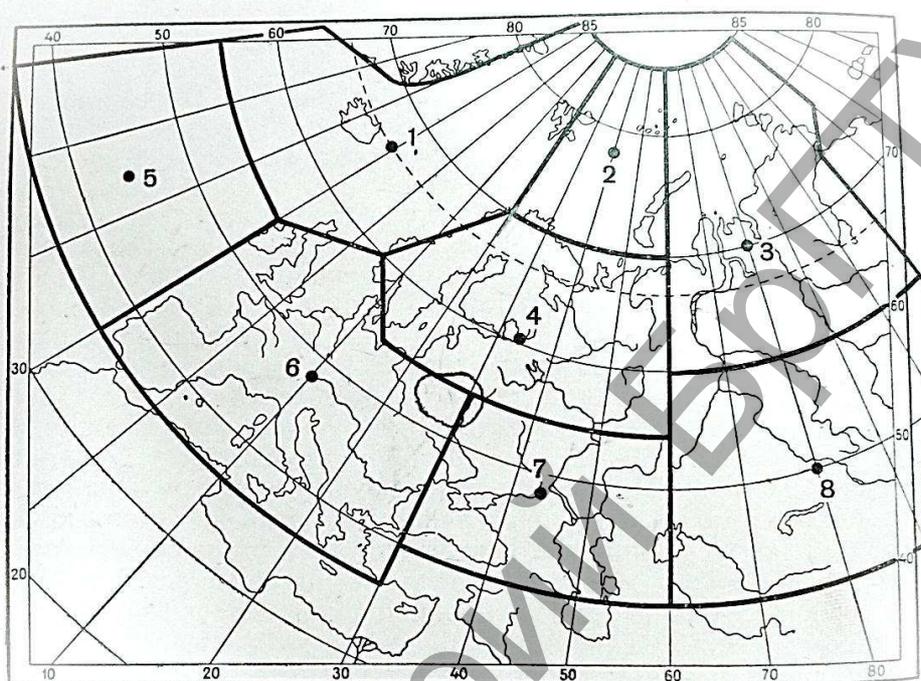


Рисунок 1 – Карта районов [1]

Для каждого из районов был построен график повторяемости дней с циклонами в течение года. На рисунке 2 приведён график повторяемости дней с циклонической циркуляцией для районов Исландской депрессии (1 район) и севера Европы (4 район).

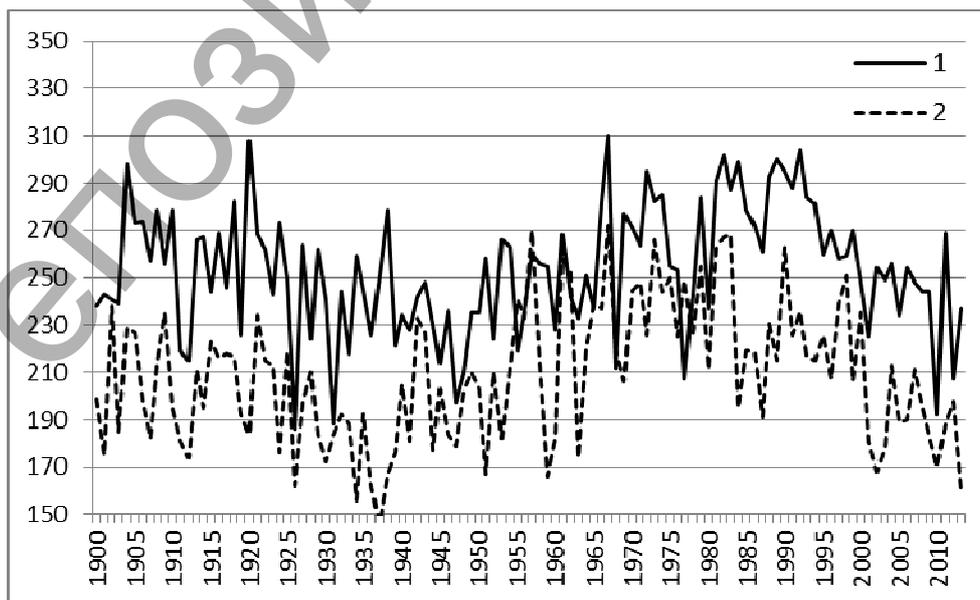


Рисунок 2 – Количество дней с циклонической циркуляцией в течение года в первом (1) и втором (2) районах за период с 1900 по 2013 гг.

В общем ходе повторяемости дней с циклонической циркуляцией (рисунок 2, кривая 1) выделяется квазивековое колебание, максимумы которого приходятся на начало XX в. и 80-е гг., а минимумы – на конец 30-х–40-е гг. и настоящее время. Оба минимума, вероятно, можно связать с потеплением Арктики, которое происходило в 30-е годы и наблюдается в современный период. Следует отметить, что потепление Арктики 30-х годов являлось потеплением летнего типа. Наибольшие температурные аномалии приходились на летний и осенний период (рисунок 3). В период современного потепления наибольшие положительные аномалии приходились на зимне-весенний период (1988–2002 гг.), однако в последние годы наиболее ярко выражены положительные аномалии в летне-осеннем сезоне (рис. 3). Это говорит о том, что в последние годы оно скорее становится также потеплением летнего типа. Кроме того, как и в период потепления Арктики (30-е гг. XX в.), наибольшее потепление отмечается во второй половине лета и осенью. Это может свидетельствовать о том, что и причины потепления климата в 30-е годы и в конце прошлого–начале текущего столетия одни и те же.

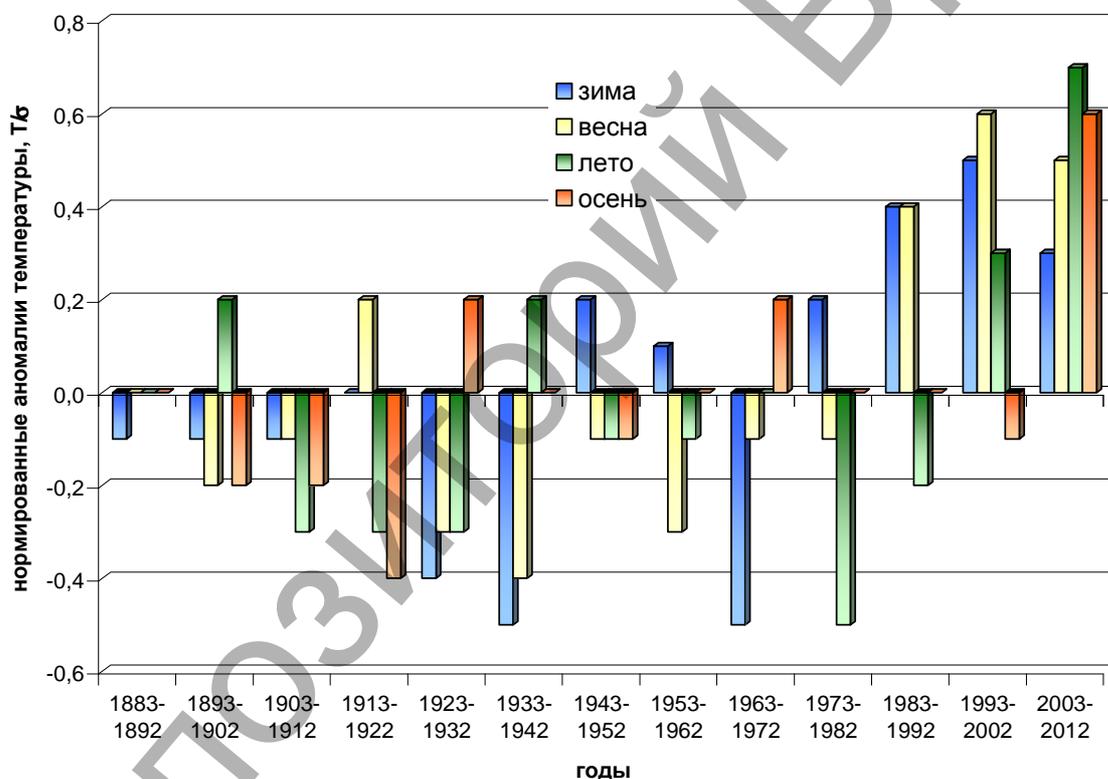


Рисунок 3 – Нормированные аномалии температуры воздуха Беларуси для различных сезонов года [2]

Начиная со второй половины XX-го века несколько уменьшилась амплитуда межгодовых колебаний количества дней с циклонической циркуляцией. Особенно это характерно для периода 1981–2008 гг. Для четвертого района, куда относится часть территории Беларуси, распределение количества дней с циклонической циркуляцией (рисунок 2, кривая 2) в целом схоже с первым районом. Здесь также наблюдается квазивековое колебание количества дней с циклонической циркуляцией, максимумы которого приходятся на начало XX в. и конец 60-х–70-е гг., а минимумы – на 30-е гг. и современный период.

Для всего доступного периода были рассчитаны коэффициенты корреляции количества дней с циклонической циркуляцией в 1 и 4, 1 и 6, а также 4 и 6 районах за весь год, а также за отдельные сезоны. Наиболее тесная связь количества дней (коэффициент корреляции 0,43) обнаружена в первом и четвёртом районах в течение всего года. Несколько ниже связь в первом и шестом (0,26) и четвёртом и шестом (0,27) районах. Довольно высокие коэффициенты корреляции между количеством дней с циклонической циркуляцией в зимний период: 0,27 в первом и четвёртом и -0,26 в четвёртом и шестом. Корреляция числа дней в первом и шестом районах в зимний период статистически не значима. В летний период статистически значимая связь между количеством дней с циклонической циркуляцией наблюдается в четвёртом и шестом районах (0,31). Весной и осенью корреляционная связь между циклоничностью в рассмотренных районах статистически не значима. Более тесная по сравнению с остальными сезонами корреляционная связь количества дней с циклоничностью в районах в зимний период объясняется наибольшей интенсивностью Исландского минимума.

На рисунок 4 представлена разность между количеством дней с циклонической циркуляцией в четвёртом и шестом районах. Как видно из рисунок 4, в конце 60-х – 80-е гг. превышение количества дней с циклонической циркуляцией в четвёртом районе было наибольшим. В 30-х гг. циклоны, наоборот, проходили в основном южнее, по территории шестого района. В последний период вновь наблюдается некоторое смещение траекторий циклонов к югу. Легко заметить, что периоды наибольшего смещения траекторий циклонов к югу приходятся на периоды потеплений (рисунок 3). Это особенно ясно проявляется при использовании нормированных значений температуры.

Известно, что в изменении среднегодовых значений аномалий температуры зимние значения в силу их большей естественной изменчивости (среднеквадратические отклонения значений температуры зимой в 2,5 раза выше, чем летом) имеют больший вес (в суммарных величинах будут доминировать тенденции изменений характеристик для зимнего сезона). Естественную изменчивость в годовом ходе, связанную с внешними (орбитальные параметры Земли⁸) и внутренними факторами (общая циркуляция атмосферы и океана) можно отфильтровать путём деления среднемесячных значений температуры на среднеквадратические отклонения (σ) каждого месяца.

Такая нормировка среднемесячных значений температуры позволяет уравнивать веса каждого месяца года при получении сезонных и годовых (нормированных) значений температуры.

Их пространственно-временной анализ (при отфильтрованной естественной изменчивости, которая существовала, существует и будет существовать и без наличия антропогенных факторов (изменение газового и аэрозольного состава атмосферы)) позволяет более корректно оценить роль изменений газового и аэрозольного состава атмосферы, связанных с антропогенной деятельностью (радиационным воздействием антропогенных факторов), в формировании современного климата.

⁸ Зимой Северный полюс Земли отвёрнут от Солнца и оно слабо обогревает Северное полушарие. В этот сезон года доминирующее влияние на климат оказывают внутренние циркуляционные факторы (циркуляция атмосферы и океана).

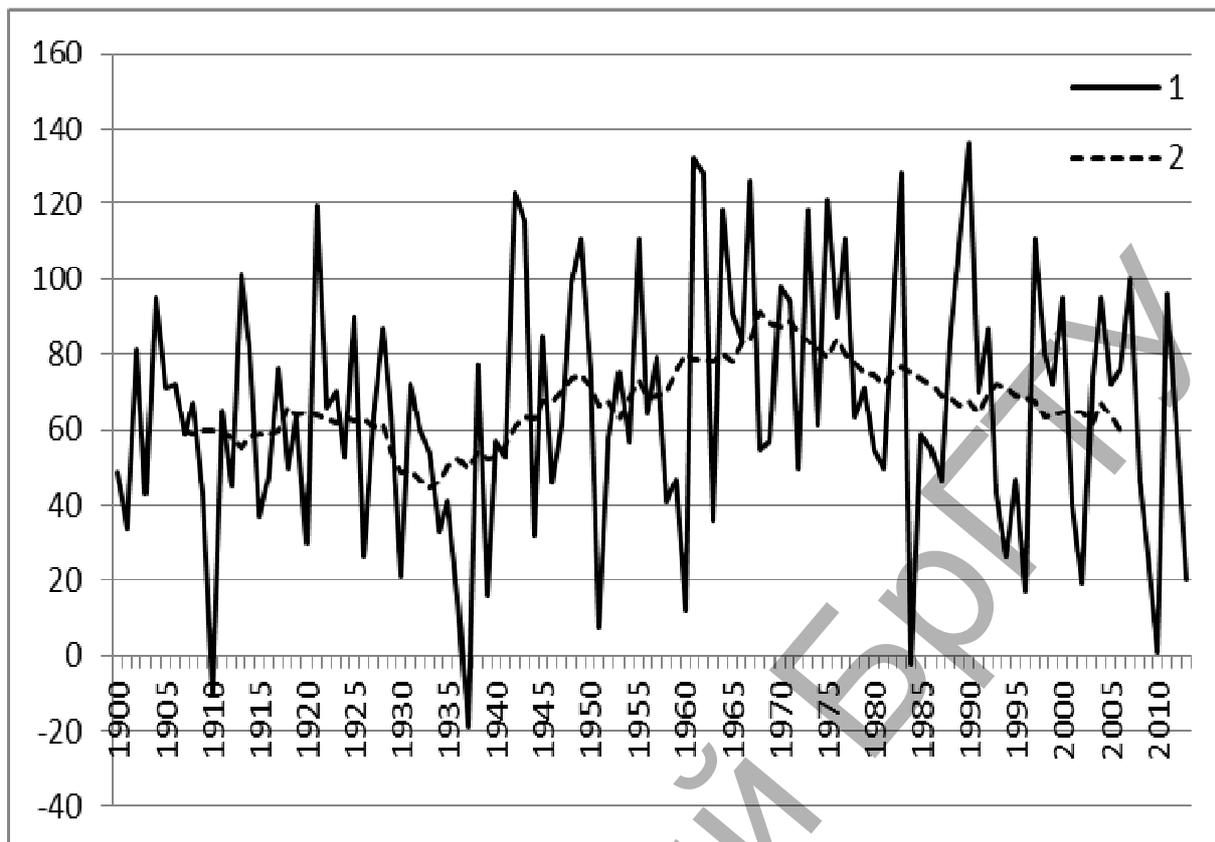


Рисунок 4 – Разность между количеством дней с циклонической циркуляцией в течение года в четвёртом и шестом районах за доступный период (кривая 1), сглаженная по 15-летним периодам (кривая 2).

Как видно из рисунка 4, в 20-х–начале 30-х годов прошлого века наблюдалась отрицательная тенденция в разности количества дней с циклонической циркуляцией между четвёртым и шестым районами, то есть происходило смещение путей циклонов в южном направлении. Далее указанная разность начала увеличиваться, достигнув максимума в конце 60-х–начале 70-х годов прошлого века, после чего вновь началось её снижение. В настоящее время сохраняется отрицательная тенденция в разности количества дней с циклонической циркуляцией между четвёртым и шестым районами, которая, однако, пока не достигла уровня 1930-х годов. При сохранении подобной тенденции к дальнейшему смещению путей циклонов к югу следует ожидать продолжения роста нормированных аномалий температур в летне-осенний период.

В зимний период (рисунок 5) распределение разности в количестве дней с циклонической циркуляцией в четвёртом и шестом районах, как и разность в циклоничности за весь год в целом схожи. Оба распределения имеют минимум в 1930-е гг. Однако в отличие от рисунка 4, в зимний период максимум разности в количестве дней с циклонической циркуляцией приходится не на 70-е, а на 90-е годы прошлого века. То есть в 90-е годы наибольшее количество траекторий циклонов проходило севернее, что объясняет преобладание положительных аномалий нормированных температур в зимне-весенний период в конце прошлого века. В настоящее время разность вновь уменьшается, что говорит о смещении путей зимних циклонов к югу.

Для выделения цикличности в изменении количества дней с циклоничностью, а также в смещении путей циклонов при помощи программы STATISTICA 8

был проведён спектральный (Фурье) анализ имеющихся рядов и построены периодограммы для 1, 4, 6 районов, а также для разности в циклоничности между 4 и 6 районами за весь год и по отдельным сезонам.

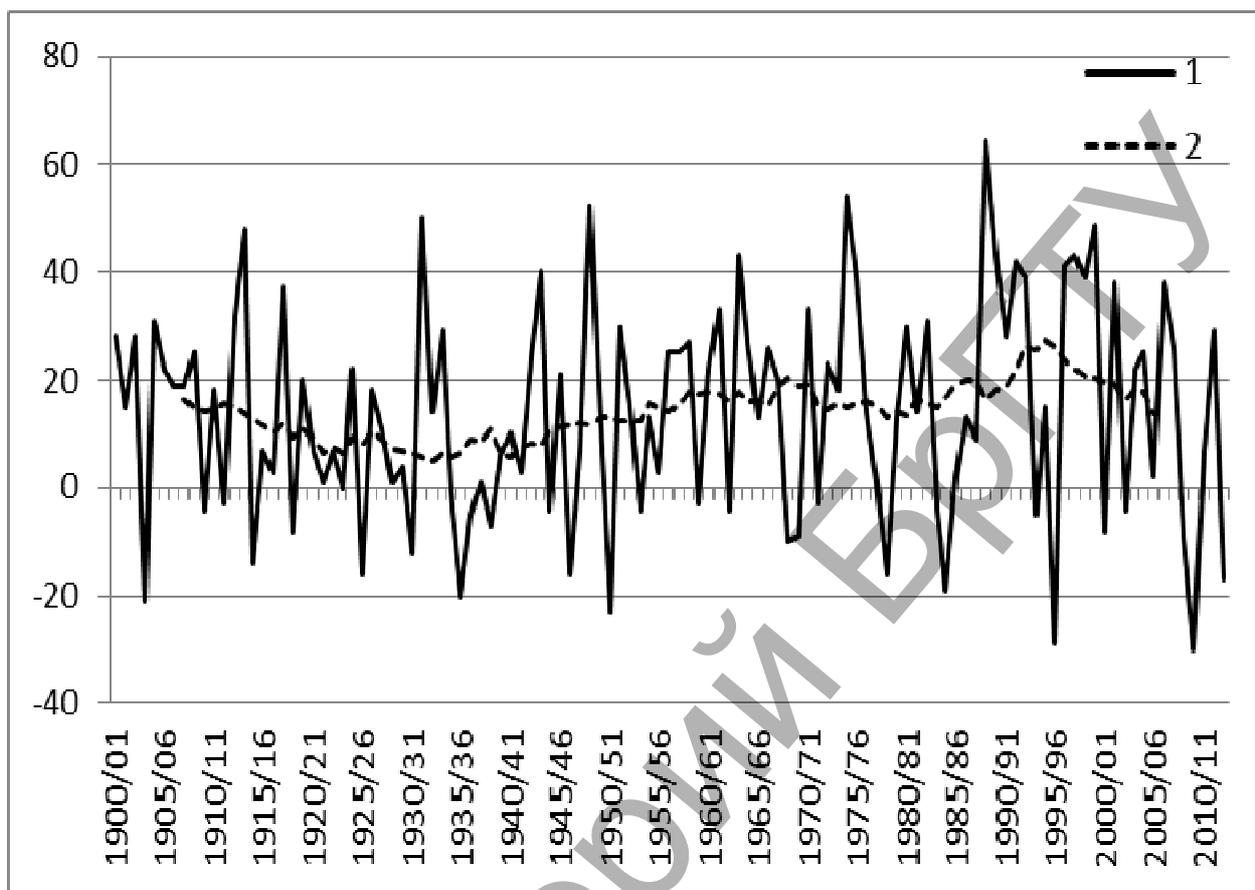


Рисунок 5 – Разность между количеством дней с циклонической циркуляцией в зимнее время в четвёртом и шестом районах за доступный период (кривая 1), сглаженная по 15-летним периодам (кривая 2)

Известно, что если наблюдения временного ряда независимы друг от друга (т.е. нет периодичности) и подчинены нормальному распределению, то для такого временного ряда характерен так называемый белый шум [3]. В этом случае соответствующие значения периодограммы будут иметь экспоненциальное распределение. Таким образом, путем проверки на экспоненциальность распределения значений периодограммы можно выявить отличия исходного ряда от белого шума.

Проверка экспоненциальности распределения значений полученных периодограмм проводилась критерием Колмогорова-Смирнова [4]. Согласно этому критерию, гипотеза экспоненциальности вероятности распределения случайных величин не отклоняется, если

$$\sqrt{n}D_n < k,$$

где n – количество членов выборки, D_n – d -статистика Колмогорова-Смирнова, k – критическое значение d -статистики Колмогорова-Смирнова при уровне значимости α .

В таблице приведена продолжительность квазипериодов (в годах), экспоненциальность распределения которых не подтвердилась, а цветом выделены периодичности с уровнем значимости ≥ 1 и 5%.

Таблица – Продолжительность квазипериодов в изменении количества дней с циклонической циркуляцией в различных районах (годы)

	Квазипериоды (годы)			
	1 район	4 район	6 район	4-6
зима	нет	10	4; 8	8
весна	2; 3	5; 8	2; 4; 6	2; 3; 6; 8
лето	4	2; 4	2	2; 6
осень	нет	4; 16	2; 8	нет
год	2; 16	8	3; 4; 7	нет

Согласно критерию Колмогорова-Смирнова, в первом районе зимой и осенью статистически значимые квазипериоды отсутствуют. Также отсутствуют квазипериоды в разности количества дней с циклонической циркуляцией между 4 и 6 районом в осенний период и в течение всего года.

С 25% уровнем значимости ($\alpha=0,25$) квазипериоды выделяются в четвёртом районе весной и осенью. С 15% уровнем значимости ($\alpha=0,15$) квазипериоды выделяются в 4 районе в зимний период, а также в разности циклоничности между 4 и 6 районами зимой и весной. С 10% уровнем значимости ($\alpha=0,10$) выделяются периодичности в 1 районе весной и в 6 районе зимой и осенью.

С 5% уровнем значимости ($\alpha=0,05$) периодичности выделяются в первом районе в летний период и в шестом в весенний. Летом в первом районе наиболее ярко выделяется 4-летний цикл, а весной в шестом – 2-, 4- и 6-летние циклы.

С 1% уровнем значимости ($\alpha=0,01$) выделяются квазипериоды в ежегодном изменении циклоничности во всех трёх районах, а также в летний период в 4 и 6 районах. В ежегодной изменчивости в 1 районе наиболее чётко прослеживаются 2- и 16-летние квазипериоды, в 4 районе – 8-летние и в 6 – 3-, 4- и 7-летние. Летом в 4 районе выделяются 2- и 4-летние квазипериоды, а в 6 наиболее выражен 2-летний квазипериод. Кроме того, с 1% уровнем значимости выделяются квазипериоды в разности количества дней с циклонической циркуляцией между 4 и 6 районами в летний период. Здесь наиболее выделены 2- и 6-летний квазипериоды.

Среди всех рассмотренных районов и периодов наиболее часто встречается 2-летний квазипериод (8 случаев), что, вероятно, связано с проявлениями квазидвухлетних колебаний в атмосферных процессах, а также 4- и 8-летние квазипериоды (по 6 случаев).

Работа выполнена при частичной поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

Список литературы

1. Вительс, Л.А. Месячные, сезонные и годовые характеристики барико-циркуляционного режима европейского естественного синоптического района 1900–1964 гг. – Л: Гидрометеиздат, 1965 г. – 127 с.
2. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины, последствия и адаптация хозяйственной деятельности / В.Ф. Логинов // География и природные ресурсы. – СОРАН, Новосибирск, 2014. – № 1. – С. 13–24.
3. Халафян, А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник. – М : ООО «Бином-Пресс», 2007 . – 512 с.
4. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006 . – 816 с.

РАЗВИТИЕ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАННЕМ СРЕДНЕВЕКОВЬЕ (НА ПРИМЕРЕ ДВУХ РАЗРЕЗОВ В РАЙОНЕ ОЗЕРА ЯСЕНЬ)

Маевски Марек

Академия Поморская, г. Слупск, Польша, marekmajo@o2.pl

Based on field research conducted within the depressions without outflow occurring in the vicinity of Lake Jasień (northern Poland), we recognized an increase in the intensity of slope processes in prehistoric times (5th-6th century) and historical (15th-16th century). A clear effect of human activities on the development of these phenomena, and also highlighted the role of climate change in increasing the rate of denudation.

Введение

Полевые исследования, проведенные автором в районе озера Ясень (северная Польша) показали, что в доисторические (V-VI вв) и исторические (XV-XVI вв) интенсивности склоновых процессов происходило довольно быстро. Прослеживается явное влияние человеческой деятельности на развитие этих процессов, а также подчеркнута роль изменения климата на увеличение скорости денудации.

Предмет, цель и методы исследований

Предметом исследования явились две эрозионные депрессии. Эти формы рельефа находятся в ложбине озера Ясень, расположенного на севере Польши, в восточной части Западно-Поморского Поозерья (рисунок 1).

Основная цель заключалась в определении скорости и изменений денудационных процессов на основе анализа форм и склоновых отложений, полученных в результате природных изменений и деятельности человека в доисторический и исторический периоды. Осуществление сформулированных целей потребовало применение различных методов исследований, а именно: полевых, лабораторных и камеральных работ. Полевые работы включали в себя выполнение и анализ по 6 разрезам и их измерения. Лабораторные исследования заключались в определении гранулометрического состава отложений (метод сит), и органического вещества (потери при прокаливании), а также абсолютного возраста отложений (метод С-14).

Характеристика района исследований

Район исследований расположен на водосборе ложбинного озера Ясень, которое находится в северной Польше, в восточной части Западно-Поморского Поозерья (рисунок 1). Ледниковые формы рельефа в этой части Польши связаны с последним оледенением Вислы, которое происходило 16 тыс. лет тому назад (Kozarski, 1995). Высоты территории составляют 112,7 м. над уровнем моря (уровень воды в оз. Ясень) до 180 м. н. у. м.. Вдоль берегов озера расположены приозерные террасы, которые являются местом накопления отложений органического характера. К террасам прилегают две зандровые равнины, достигающие 140 м. н. у. м. (Florek и др., 1999). Наиболее высокой морфогенетической зоной является моренная возвышенность (180 м. н. у. м.). Зандровая равнина и поверхность возвышенности прорезана эрозионно-денудационными долинами. Номенклатуру форм рельефа дополняют различные понижения разного генезиса.

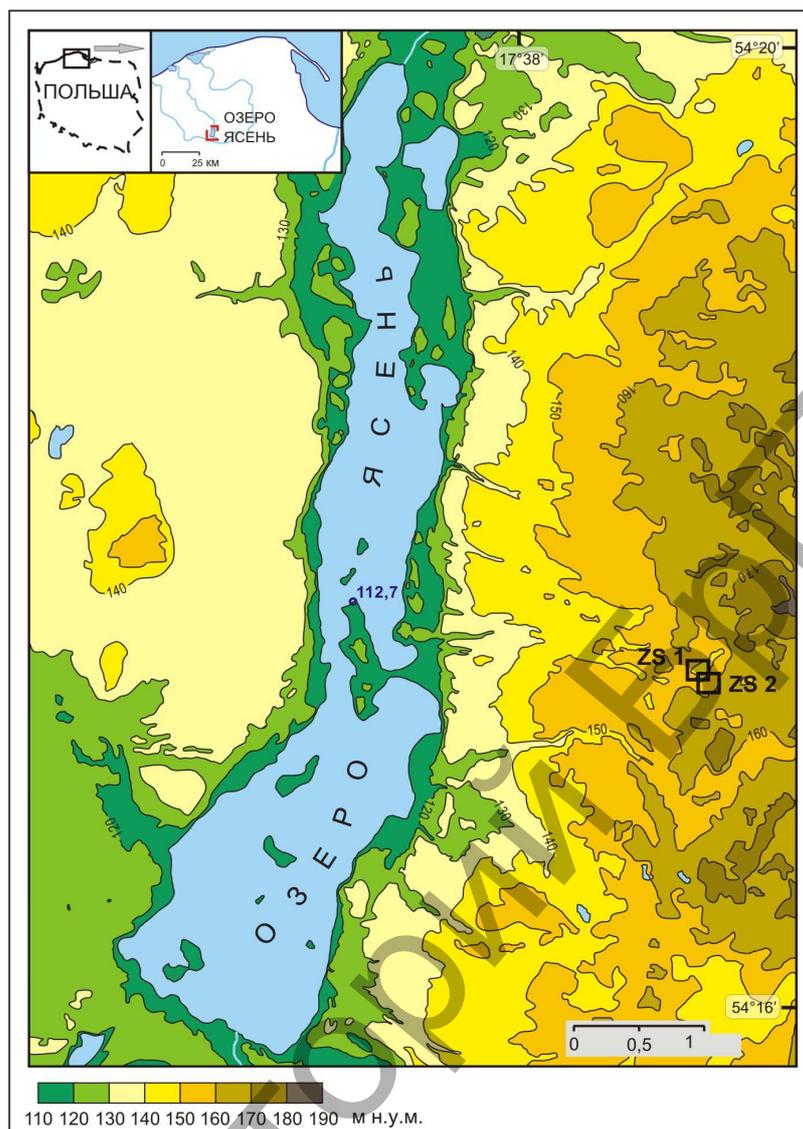


Рисунок 1 – Карта-схема района исследований

Морфометрия исследованных форм рельефа

Депрессии ZS1 и ZS2 находятся в 2 км от оз. Ясень и расположены на моренной возвышенности (рисунок 1). Первая депрессия ZS1 имеет диаметр около 150 м и глубину около 7 м. Она представляет собой вогнутое овалной формы дно, лежащее на 142,5 м. н.у.м. (рисунок 2).

Склоны наклонены в диапазоне от 4,9 градусов до 11,3. Северный склон наклонен под углом 4,9 градуса, в то время южный -8,6. В профиле NNE-SSW выражена асимметрия. Она также проявляется на восточных и западных склонах.

Восточный склон наклонен под углом 11,3 градуса, а западный -5,6. Расположение таких форм рельефа указывает на то, что они связаны с таянием мертвых глыб льда. Второе углубление (ZS2) расположено около 100 м на юго-восток от первого. Депрессия также расположена на моренной возвышенности. Ее размеры значительно меньше от первой. Диаметр составляет около 60 м. Небольшое плоское дно переходит в крутой склон. Южный склон наклонен под углом 11,2 градуса, а северный -6,1. Склоны восточный и западный также асимметричны. Восточный склон наклонен под углом 11,6 градуса, а западный 7,9. Дно углубления расположено на высоте 147,5 м.н.у.м. Глубина составляет около 6 м. Так же как и в первом случае, происхождение ее связана с таянием глыбы льда.

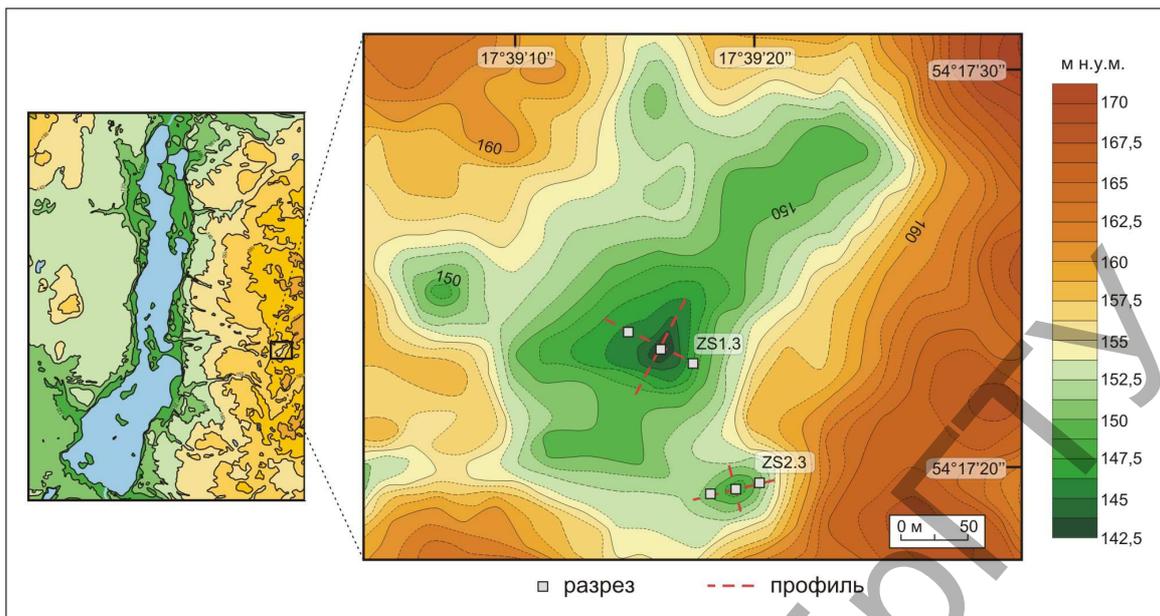


Рисунок 2 – Карта-схема депрессии с указанием разрезов

Геологическое строение исследуемых разрезов

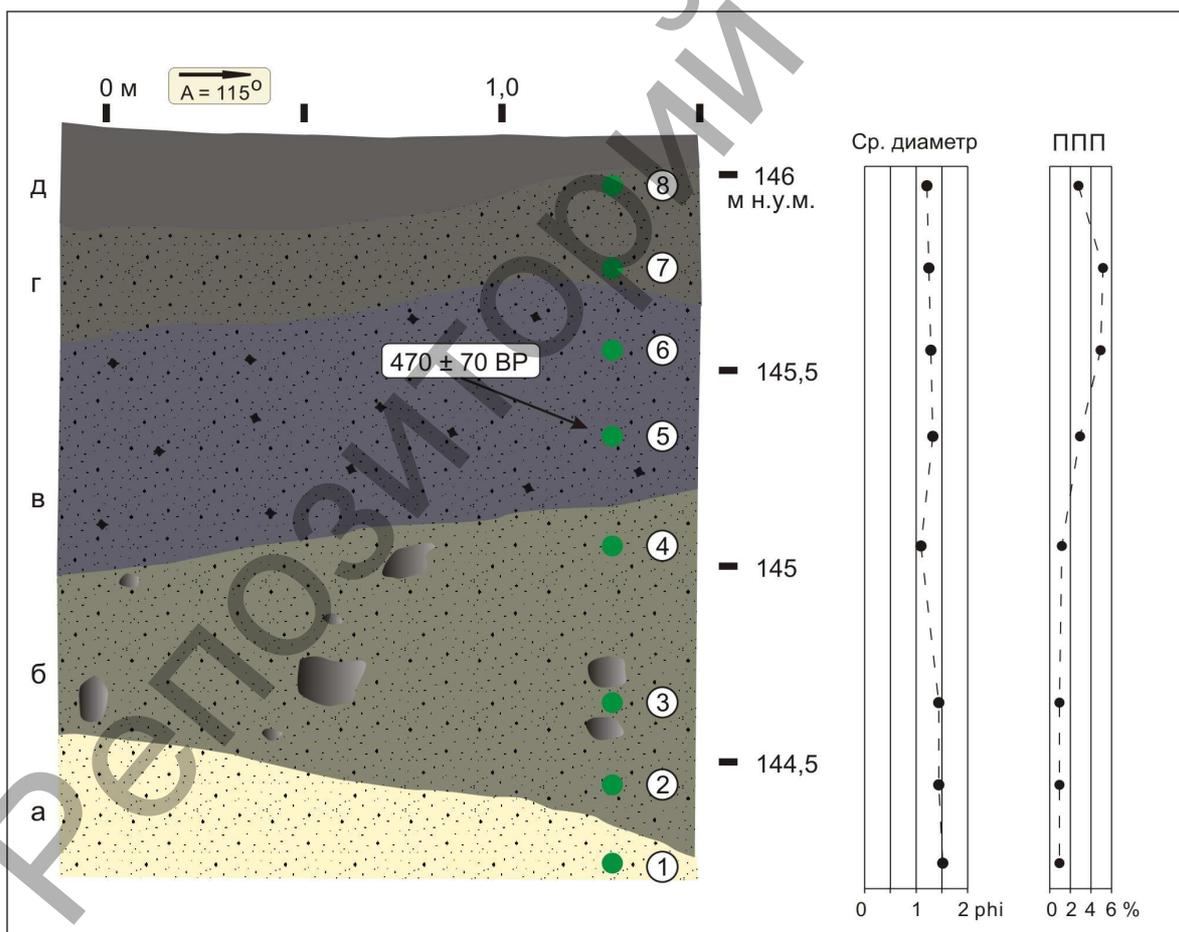


Рисунок 3 – Разрез ZS1.3 – а,в,г-песок от крупно-зернистого к мелкому, б – песок от крупно-зернистого к мелкому с единичными валунами средних и крупных размеров, д- гумус, 1-8 место отбора проб

Геологическое строение разреза ZS1 было изучено на основе трех открытых карьеров, расположенных вдоль линии профиля NE-SW (рисунок 2). Как

видно из проведенных исследований, в составе отложений, которые заполнили углубление, являются пески различной размерности смешанные с гравием и крупными валунами (рисунок 3). Для этого уровня характерны отложения мощностью до 30 см. Геологическое строение крутых склонов представлено (ZS1.3, рисунок 3). Отложения их прикрывающие преимущественно, с точки зрения литологии), однородны. По всей глубине профиля отложения представлены средне зернистыми песками. Древесные угли обнаружены в оложениях датированными 470 ± 70 лет BP, что указывает на молодой возраст этих отложений.

Геологическое строение разреза ZS2 исследовано на основе трех открытых карьеров ZS2.1, ZS2.2, ZS2.3 выполненных вдоль профиля (рисунок 2). Депрессия ZS2 – сухое углубление, расположенное на моренной возвышенности. Исследование показало, что углубление заполнено средне и мелко зернистым песком. Анализируя разрез ZS2.3, которое находится на восточном склоне, можно заметить однородность песчаных отложений и наличия органических соединений от 0,3% внизу разреза до 3% недалеко от поверхности. Внизу залегают светло-бежевые пески, на которых находятся более темные с наибольшим размером зерен.

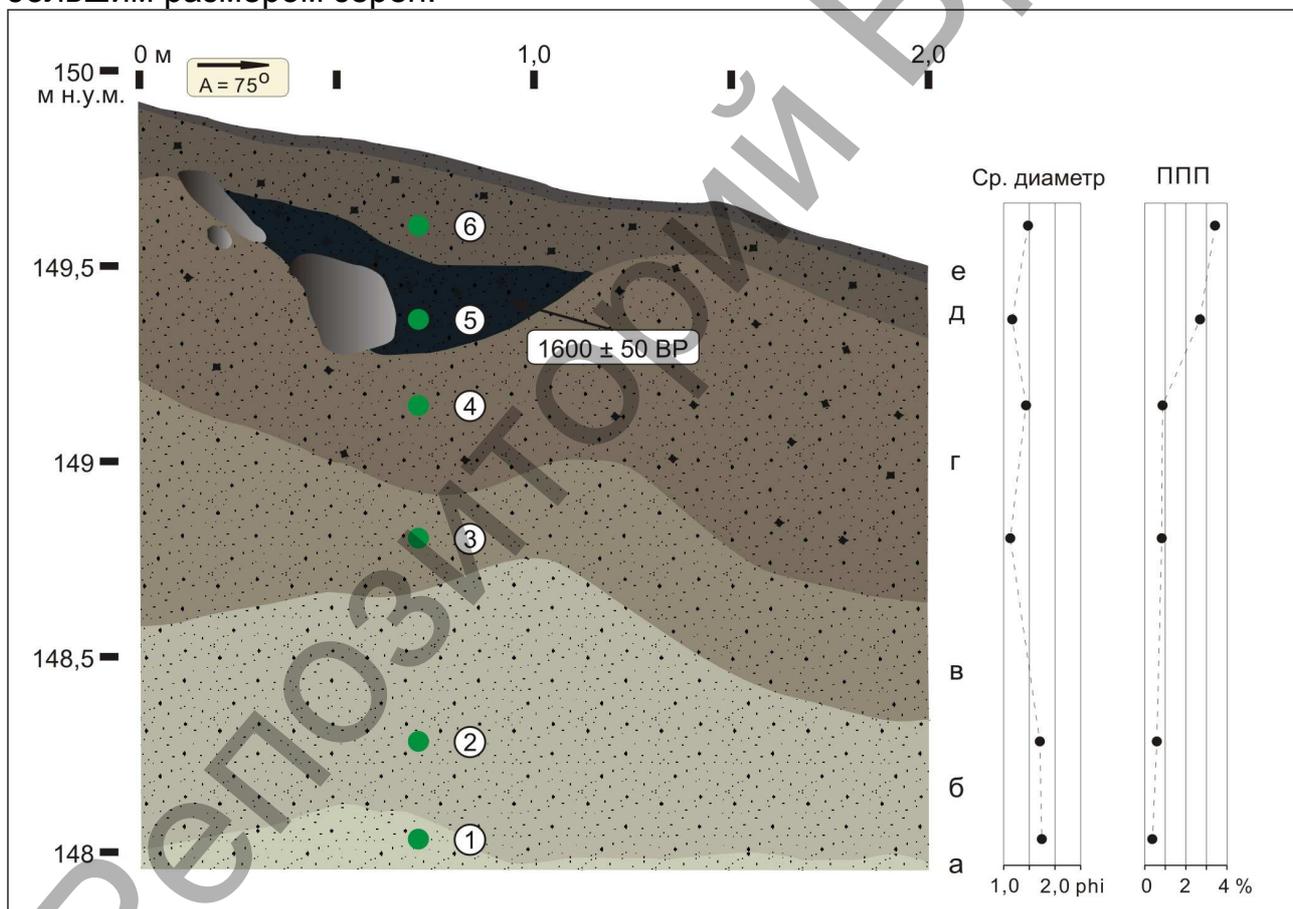


Рисунок 4 – Разрез ZS2.3 – а-д – крупно-зернистый песок к мелкому, е-гумус, 1-6 место отбора проб

А еще выше слой песка обогащенный большим количеством древесных углей. Между слоем г и д опознан слой с темным цветом и большой концентрацией древесного угля. Это может быть фрагмент ископаемого очага. Возраст углей составляет 1600 ± 50 лет BP. Выше расположенный слой занимают пески, характеризующиеся накоплением максимального количества органического вещества (3,4%).

Реконструкция денудационных процессов по собранным материалам

К концу пребореала в северной Польше наблюдается значительное уменьшение интенсивности денудационных процессов, длившихся до субатлантики (Bogówka, 1992; Smolska, 2003; Majewski, 2013). Эта модель сохранена в виде хорошо образованных ископаемых почв, связанных с пребореалом, бореалом и атлантическим периодом, а также отсутствием склоновых отложений на дне вогнутых форм рельефа. Исследование показало на заметное увеличение склоновых процессов, которые происходили в V-VI вв. Анализ геологического строения разреза, ZS2 показывает, что по дате 1600 ± 50 лет ВР имело место интенсивное вертикальное наращивание отложений в виде песчаного делювия. Это представлено в слое δ разреза ZS2.3. Ускорение склоновых процессов в это время связано с деятельностью человека. Начало раннего средневековья (VI век н.э.) – это начало поселения человека в Померании (Łosiński, 1982). Археологические исследования (Archeologiczne Zdjęcie Polski) позволили определить деятельность человека на исследуемой нами территории на протяжении всего средне-вековья. Население, проживающее в районе Поозерья, применяло метод выжигания (Janocha, 1975), который ускорял склоновый процесс. Следует подчеркнуть, что склоновым процессам способствовало изменение климата: это увлажненность и охлаждение (Biffa, 2000; Wojciechowski, 2000; Holzhauser и др., 2005). Обе составляющие, человеческое воздействие и изменение климата, стали причиной начала крупно масштабных склоновых процессов. Анагичную зависимость для периода VI века в северной части водосбора оз. Ясень подтвердил автор (Majewski, 2013).

Следующее увеличение склоновых процессов имело место около XV-XVI вв. Об этом свидетельствует ряд отложений в разрезе ZS1.3, прикрывающих древесные угли, датированные 470 ± 70 лет ВР. Не исключено, что в этом случае значительный рост склоновых процессов связан с двумя факторами. Первый – это сельскохозяйственная деятельность человека, которая усилила сток и образование склоновых отложений. Следует отметить, что исследуемая территория находится в 1 км от деревни Ясень. Согласно историческим сведениям, основание деревни датируется концом XIV века (Broniach и др., 1939). Развитие села сопровождал процесс ввода новых земель в сельхоз оборот. Карта второй половины XIX века указывает на то, что площади примыкающие к депрессиям использовались под сельхоз угодья. Не исключено, что в XVI веке была похожая ситуация. Вторым фактором усиливающим склоновые процессы было изменение климата, связанное с малой ледниковой эпохой.

Начало которого произошло в половине XVI века (Jones, Bradley, 1992). Процесс замедления и исчезновения антропогенной денудации относится к первой половине XX века, когда началось значительное облесение, охватившее район исследования.

Заключение

Изученное геологическое строение депрессий и возраст их отложений, показывает, что на исследуемой территории проявились две фазы заметного увеличения интенсивности склоновых процессов. Первая происходила в VI веке и синхронно связана с фазой средневекового поселения в Померании. В этот период происходило изменения климата, способствующего интенсивности смыва на склонах. Вторая фаза отмечена периодом XV-XVI вв. или временем расцвета деревни Ясень и поиска новых земель для развития сельского хозяйства. Эту фазу сопровождало охлаждение климата, что могло привести к обеднению растительности, как природной так и сельскохозяйственной, что так же способствовало увеличению склоновых процессов.

Список литературы

1. Archeologiczne Zdjęcie Polski; arkusze 12-34, 12-35, 13-34, 13-35.
2. Borówka, R.K., 1992: Przebieg i rozmiary denudacji w obrębie śródwysoczyznowych basenów sedymentacyjnych podczas późnego vistulianu i holocenu, UAM, Seria Geografia, 54, Poznań.
3. Briffa, K. R., 2000: Annual climate variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees, *Quaternary Science Reviews* 19, s. 87-105.
4. Bronisch, G., Ohle, W., Teichmüller, H., 1939: Kreis Bütow, Stettin.
5. Florek, W., Alexandrowicz, S.W., Pazdur, A., 1999: Zmiany poziomu wody w jeziorze Jasień na tle ewolucji środowiska w późnym vistulianie i holocenie, [W:] *Geochronologia górnego czwartorzędu Polski w świetle datowania radiowęglowego i luminescencyjnego*, (red.) A. Pazdur, WIND J. Wojewoda, Wrocław, s. 199-214.
6. Holzhauser, H., Magny, M. J., Zumbühl, H. J., 2005: Glacier and lake-level variations in west-central Europe over the last 3500 years, *The Holocene* 15, 6, s. 789-801.
7. Kozarski, S., 1995: Deglacjacja północno-zachodniej Polski: warunki środowiska i transformacja geosystemu (~20 ka → 10 ka BP), *Dokumentacja Geograficzna* 1, IGiPZ PAN, Warszawa.
8. Janocha, H., 1975: Okres wędrówek ludów i wczesnego średniowiecza (od 375 do 1250 r.), [W:] *Pradzieje Pomorza Środkowego*, (red.) M. Sikora, Poznań, s. 87-121.
9. Jones, P. D., Bradley, R. S., 1992: Climatic variations over the last 500 years, [W:] *Climate since AD 1500*, (red.) P. D. Jones and R. S. Bradley, London and New York: Routledge, s. 649-665.
10. Łosiński, W., 1982: Osadnictwo plemienne Pomorza (VI-X wiek), *Polska Akademia Nauk, Instytut Historii Kultury Materialnej, Ossolineum, Wrocław*.
11. Majewski, M., 2013: Rozwój form i procesów stokowych w rynn timer jeziora Jasień w późnym vistulianie i holocenie. *Akademia Pomorska w Słupsku, Słupsk*.
12. Smolska, E., 2003: Współczesne i holocenijskie tempo denudacji stoków Pojezierza Suwalskiego, [W:] *Ewolucja Pojezierzy i Pobrzeży Południowobałtyckich*, (red.) R. Gołębiewski, Katedra Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, s. 111-119.
13. Wojciechowski, A., 2000: Zmiany paleohydrologiczne w środkowej Wielkopolsce w ciągu 12000 lat w świetle badań osadów jeziornych rynn timer kórnicko-zaniemyskiej, *Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, s. Geografia nr 63, Poznań*.

УДК 581.9

ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАВСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ТУРИЗМА

Маршалек Лукаш

Академия Поморская, г.Слупск, Польша, marszalmen@o2.pl

The article presents the use of natural values Drawski Landscape Park for tourism. The author described the nature of this park and tourist infrastructure, which allows tourists to contact with nature. Nature, beautiful landscapes and clean air each year attracts many tourists here. When people contact with nature, they understand the principles of ecology, nature conservation and sustainable development principles.

Цель исследования

Основной целью исследования является изучение наиболее важных природных ценностей Дравского ландшафтного парка и возможностей использования их в сфере туризма. Первый этап работ включал в себя углубленное ознакомление с территорией Дравского ландшафтного парка путем полевого исследования. Знакомство с имеющейся литературой позволило углубить сведения, содержащиеся в

исследовании. Последний этап исследования касался анализа собранных материалов и картографических изданий, которые в сочетании с информацией, собранной в поле позволили провести тщательную оценку природных ценностей и сделать соответствующие выводы.

Характеристика района исследования

Дравский ландшафтный парк является одним из 122 парков в Польше (Ochrona środowiska, 2014). Он создан 24.04.1979 года, площадью 41430 га. В качестве буферной защитной зоны к парку присоединено еще 22212 га, для его защиты от вредных факторов. Расположенные в парке угодья оставлены и используются в сельскохозяйственном производстве (Szwichtenberg, 1999). Парк находится в административных границах Западно – Поморского воеводства (области), в восточной его части (рисунок 1), в трех административных районах – Свиденском, Дравском и Щетиненском.

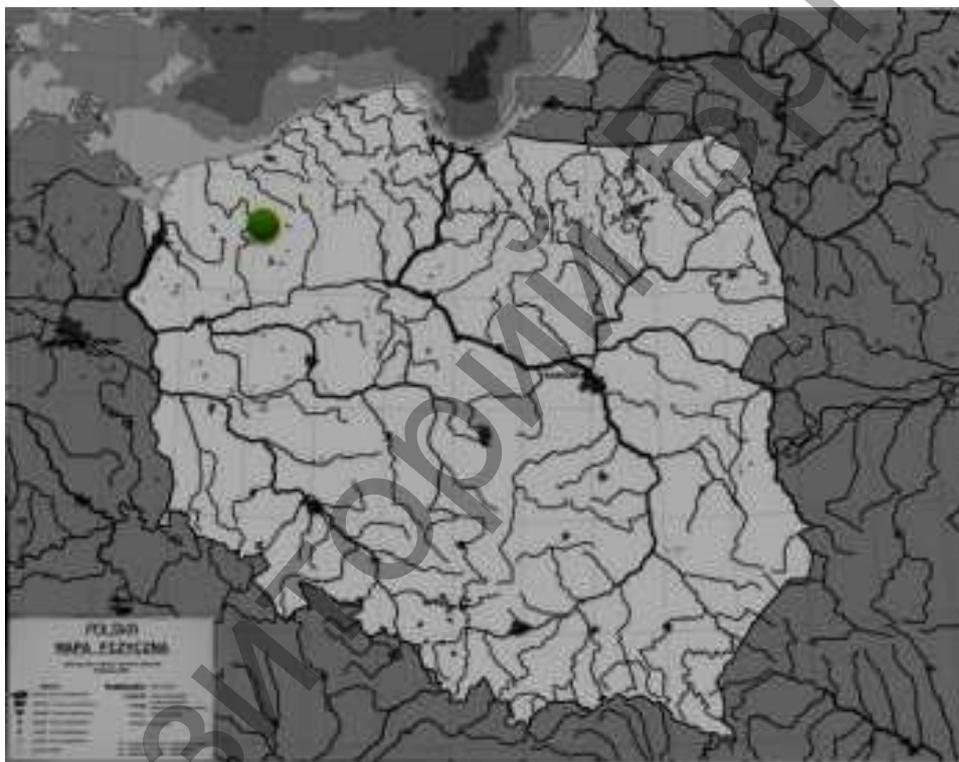


Рисунок 1 – Расположение Дравского ландшафтного парка в Западно-Поморской области

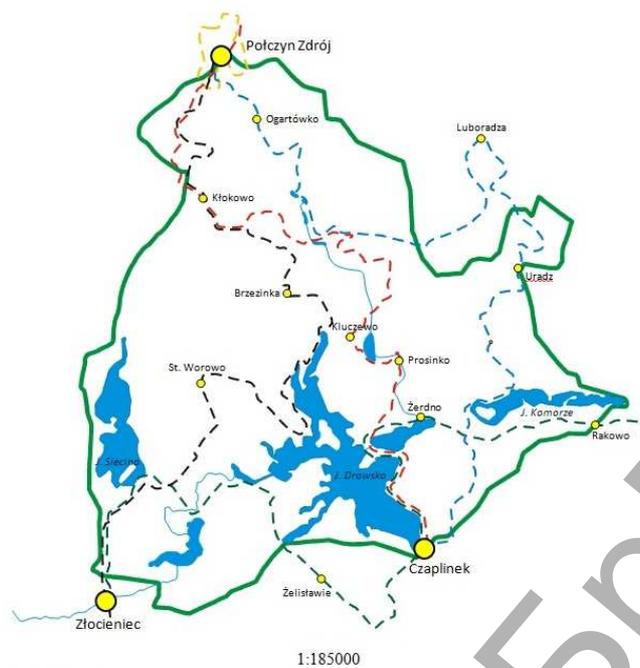
Согласно физико - географического районирования (Kondracki, 2002) территория Дравского ландшафтного парка и его буферной зоны в целом находятся в мезорегионе Дравского Поозерья. Мезорегион является частью Западно – Поморского озерного макрорегиона. Сам макрорегион принадлежит к Южнобалтийскому Поозерью. В геоморфологическом строении парка проявлена деятельность скандинавского ледника, последнего оледенения. Разнообразные формы ледниковой экзорации представлены моренными грядами, равнинами и ложбинными озерами (Kondracki, 1978). Самые разнообразные формы рельефа расположены в южной части парка. Среди моренных гряд лежит самое большое по площади ложбинное озеро – Дравское. В этой части ложбинных углублений, среди аккумулятивных форм рельефа находятся озера: Коможе, Жердно, Просино, Большое Долгое, Вильчково, Кросино. Это зандровые равнины выступающие в районе Злоценца и моренные возвышенности в восточной части парка, где расположены озера Дэмбно и Колбацкое. Гипсометрия парка различная. Северная часть наиболее высокая -

222,8 м над уровнем моря (гора Воля около Чарнкова) и самая низкая часть - 63,9 м над уровнем моря (д. Огартово, в 4 км к востоку от Польчына). Из 28 климатических регионов Дравский ландшафтный парк лежит в Средне – Поморском регионе, который характеризуется большим чем в других регионах числом теплых дней с большой облачностью. Это число составляет около 50 дней в году. Дней с холодной и дождливой погодой насчитывается 26, а число дней с теплой дождливой погодой и большой облачностью составляет более 36. Разница между другими районами заключается в том, что здесь меньше дней с теплой, солнечной без осадков погодой, составляющей 11 дней (Wos, 1996). Растительность Дравского ландшафтного парка очень разнообразна. Причиной этого разнообразия являются разные формы рельефа, что вызвало большое число местообитаний растительности, наиболее важными из которых являются берега водоемов, болота. Современная растительность является результатом природных процессов, среди которых основную роль играют оледенения плейстоцена, а также деятельность человека. Особенностью флоры этой области являются реликтовые виды растений. Это представители формирующейся флоры начиная с гляциала, через условия тундры, леса голоцена, до современного времени, где существенную роль играет хозяйственная деятельность человека. Наибольшее число реликтов ледниковой эпохи находится в восточной и юго-восточной части парка. Это: вейник прямой, багульник болотный, водяника чёрная. Примером реликтов послеледниковой эпохи являются: полушник озёрный, лобелия дортмана, кубышка малая, уруть очередноцветковая, вербейник дубравный. В целом Дравский парк лежит в области влияния Балтики, где преобладает морской климат. С этим связана растительность, характерная для этого типа климата. Это: сераделла маленькая, пазник голый, булавоносец седоватый, полушник озёрный, уруть очередноцветковая, эрика четырёхмерная, раkitник венечный, гусиный лук покрывальцевый, лобелия дортмана, щитолистник обыкновенный. Эта растительность представлена на болотах и заболоченных лугах, где человеческая деятельность ограничена. В парке произрастает и бореальная растительность. Это: вейник прямой, ольха серая, клюква, седмичник европейский, водяника чёрная, багульник болотный, голубика обыкновенная, кувшинка снежно-белая. Характерными местами произрастания являются болота и берега озер и рек. Особенностью парка – произрастание в нем горной растительности. Это: вербейник дубравный, бук европейский, клён остролистный, вероника лекарственная, ольха серая, бузина чёрная. Произрастает она на склонах, на дне оврагов, склонах водохранилищ, заросшие лиственными лесами с примесью бука, в микроклимате близким к горному. В состав флоры парка входят редко встречаемые виды в Польше. Это: полушник озёрный, лобелия дортмана, прибрежница одноцветковая, кувшинка снежно-белая. Вместе с природной растительностью в парке произрастает и сельскохозяйственная (Izydorek, 1993). В Дравском парке встречается 750 видов растительности. Из них 42 вида охраняемых из которых 28 видов особо охраняемых и 14 видов частично охраняемых (Szwichtenberg, 1999). Фауна парка также разнообразна и весьма богатая, которая разделена на 4 главные группы: герпетофауна (рептилии и змеи), ихтиофауна (рыбы), птицы и млекопитающиеся. Рыбы являются najważнейшим природным и хозяйственным богатством парка. Встречается 36 видов. Среди них: обыкновенная щиповка, миноги, голец ипеспарь – особо охраняемые. Чистая вода рек и 47 озер, площадь которых составляет 4044 га, благоприятствует рыбному богатству. Среди них: европейская ряпушка, уклея, корюшка, сиг, плотва, лещ, карп, щука и др. Набогате́йшей рекой, с точки зрения, ифтиофауны, является река Драва, а среди озер выделяются: Дравское, Сецино, Вильчково, Жердно и Коможе. В буферной зоне находится 30 озер, общей площадью 795 га. Озерность в пар-

ке составляет 10,5%, а буферной зоне -3,5%. Герпетофауна представлена 12 видами рептилий и 5 видами змей. Наиболее ценные участки для обитания герпетофауны – северная часть парка, а также приозерные территории. Птицы в парке представлены 148 видами. Парк является природным убежищем для птиц. Среди исчезающих видов можно встретить орлов, коршунов, черных аистов и др. Млекопитающие представлены 40 видами. Самая большая группа – грызуны. В парке насчитывают 8 видов летучих мышей, 5 видов насекомоядных, 10 видов хищников, среди которых выдра и волк занесены в Красную книгу. Среди копытных выделяют: кабан, коза, олень и лось (Gorski, 1993). Леса занимают 10,3 тыс. га. (25%) от площади парка. В буферной зоне посевная площадь составляет 10,1 тыс. га. Леса состоят из ольхи, граба, бука, дуба, березы и сосны (Szwichtenberg, 1997). Одним из естественных условий развития туризма в районе парка являются памятники и природные заказники. Здесь создано 247 памятников природы. Преимущественно это дубы, липы, буки, грабы, клены. Образовано также 7 заказников: ландшафтный, торфяно-лесной, болотный, растительный, водно-болотный, почвенный, орнитологический (Szwichtenberg, 1999). Через Дравский парк проходит водораздел между реками Парсета и Драва. Бассейн реки Парсеты занимает северную и северозаднюю части парка, что составляет 15% его площади. Главными притоками Парсеты являются реки Дембница и Гусиная. 85 % поверхности парка занимает бассейн реки Драва, притоками которой являются реки Нотоць, Пилава, Гвда, Медник, Кокнас, Раконом, Вансава, Муковарка (Florek, 1993). Длина реки составляет 199 км, а площадь водосбора 3198 км. Река Драва дренирует озера Просино, Жердно, Дравское, Жеповское, Кросино. Озера характеризуются большими глубинами и площадями, а также развитой береговой линией. Самым большим и глубоким не только Дравского ландшафтного парка, но и всего Дравского Поозерья является озеро Дравское. Площадь водного зеркала озера составляет 1781 га. По максимальной глубине (79,7 м) оно является вторым в Польше и имеет хорошо развитую разнообразную береговую линию, длина которой составляет 76 км. Некоторые участки имеют клифовый характер, высота которых достигает до 40 м. Специфичными элементами являются глубоко врезуемые заливы и полуострова. На озере находится 14 островов, самый большой из которых находится на озере Белавя (Szwichtenberg, 1998).

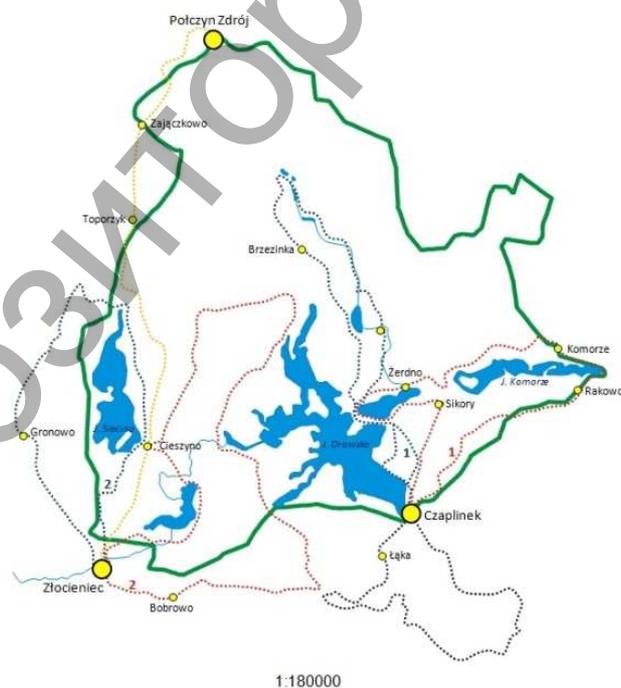
Использование природных ресурсов парка в сфере туризма.

Главной экономической деятельностью Дравского ландшафтного парка является туризм. Богатство природных ландшафтов способствует отдыху и развитию разных форм туризма. Свидетельством этому является хорошо организованная в парке сеть туристических пеших маршрутов (рисунок 2). Эти маршруты были созданы для удовлетворения потребностей отдыха, туризма и научно – исследовательских работ. Можно выделить следующие виды маршрутов: пешие, велосипедные, водные, на лошадях. В парке насчитывается 5 трасс для пеших туристов, длиной 228 км. Большинство этапов можно осуществить на велосипедах. Также существует еще 6 велосипедных трасс (рисунок 3). Вместе с тем любители водных видов спорта имеют возможность осуществить свои желания на каноэ на двух реках: Драве и Медник. Спортивные базы имеются в г. Злоце-нец и г. Чаплинек, где имеется возможность аренды оборудования (рисунок 4). Туристы могут использовать речные и озерные участки для плавания, где существуют спасательные команды. На имеющейся гидрографической сети существует возможность ловли рыб. Важной частью туризма является – конный, для которого также разработаны трассы. В парке насчитывается 6 конюшен (рисунок 4). Одним из интереснейших маршрутов являются экологические тропы, где помимо воспитания отношений к природе у школьников проводятся научные исследования. Для обозрения красот парка построено 24 вышки.



- ЛЕГЕНДА:**
- граница парка
 - - - - - Природный маршрут
 - - - - - Групповой маршрут
 - - - - - Маршрут по мореным холмам
 - - - - - Маршрут по малой Швейцарии
 - - - - - Маршрут вокруг Полчина

Рисунок 2 – Пешие туристические маршруты



- ЛЕГЕНДА:**
- граница парка
 - 1 - - - - - Маршрут треугольника
 - 1 - - - - - Маршрут –долина пяти озер
 - - - - - Маршрут озеро Лобелия
 - 2 - - - - - Маршрут Полчын Здруй- Злоцеиц
 - 2 - - - - - Маршрут по реке Драва
 - 2 - - - - - Маршрут около озера Сецино

Рисунок 3 – Велосипедные маршруты



Рисунок 4 – Сопроводительная база Дравского ландшафтного парка

Выводы

Природные ландшафты Дравского парка способствуют развитию различных видов отдыха и туризма. Руководство парка делает все возможное для этого. Распознать связи природы и человека, разумно и комплексно использовать имеющиеся богатства, научно их обосновать с помощью всех приемов и методов туризма, сделать человека духовно богатым и есть главное направление Дравского ландшафтного парка.

Список литературы

1. Florek, W., Florek, E.: Elementy środowiska abiotycznego Drawskiego Parku Krajobrazowego [w:] Przyrodnicza inwentaryzacja terenów Drawskiego Parku Krajobrazowego. Słupsk – Koszalin 1993.
2. Górski, W.: Fauna kręgowców lądowych Drawskiego Parku Krajobrazowego [w:] Przyrodnicza inwentaryzacja terenów Drawskiego Parku Krajobrazowego. Słupsk – Koszalin 1993.
3. Izydorek, I.: Szata roślinna Drawskiego Parku Krajobrazowego [w:] Przyrodnicza inwentaryzacja terenów Drawskiego Parku Krajobrazowego. Słupsk – Koszalin 1993.
4. Kondracki, J.: Geografia fizyczna Polski. Warszawa 1978, PWN.
5. Kondracki, J.: Geografia regionalna Polski. Warszawa 2002, PWN.
6. Nowicki, W.: Znakowane szlaki piesze województwa koszalińskiego. Część II – Pojezierze Drawskie. Koszalin 1995.
7. Ochrona środowiska; GUS, Warszawa, 2014
8. Szwichtenberg, A.: Drawski Park Krajobrazowy – walory turystyczne. Koszalin 1997.
9. Szwichtenberg, A.: Warunki hydrogeologiczne Drawskiego Parku Krajobrazowego. Koszalin 1998.
10. Szwichtenberg, A.: Plan ochrony Drawskiego Parku Krajobrazowego. Koszalin 1999.
11. Woś, A.: Zarys klimatu Polski. Poznań 1996, wydanie II, wydawnictwo naukowe UAM.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Мельник В.И.

Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды», г. Минск, Республика Беларусь, mel@hmc.by

The article analyzes the results of recent studies which show that in the Republic of Belarus notes some especially trends in the main climatic characteristics of the last two decades of warming (1989-1998gg. and 1999-2008gg. compared to the climate norm adopted by WMO for 1961 -1990 gg.). Given these trends usual climatic characteristics of the region, monitoring of climate change requires continuous learning and refinement.

Введение

Последствия изменения климата (теплые зимы, раннее наступление весенних процессов, увеличение продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода, увеличение повторяемости засух, волн тепла, высоких температур воздуха и др.) оказывают существенное влияние на погодозависимые отрасли экономики и требуют постоянного мониторинга изменения климата. В статье приведены изменения основных климатических характеристик за 1989-2015гг. по сравнению с климатической нормой, принятой ВМО (1961-1990гг.).

Основная часть

С начала XX века до конца 80-х годов на территории Республики Беларусь наблюдалось чередование кратковременных периодов потепления и непродолжительных периодов похолодания. В 1989 году в Беларуси наступил очередной период потепления, за который (1989-2015) среднегодовая температура воздуха превысила климатическую норму в среднем на 1,3°C. Этот период потепления не имеет себе равных по продолжительности и интенсивности за весь период метеорологических наблюдений в Республике Беларусь (рисунок 1).

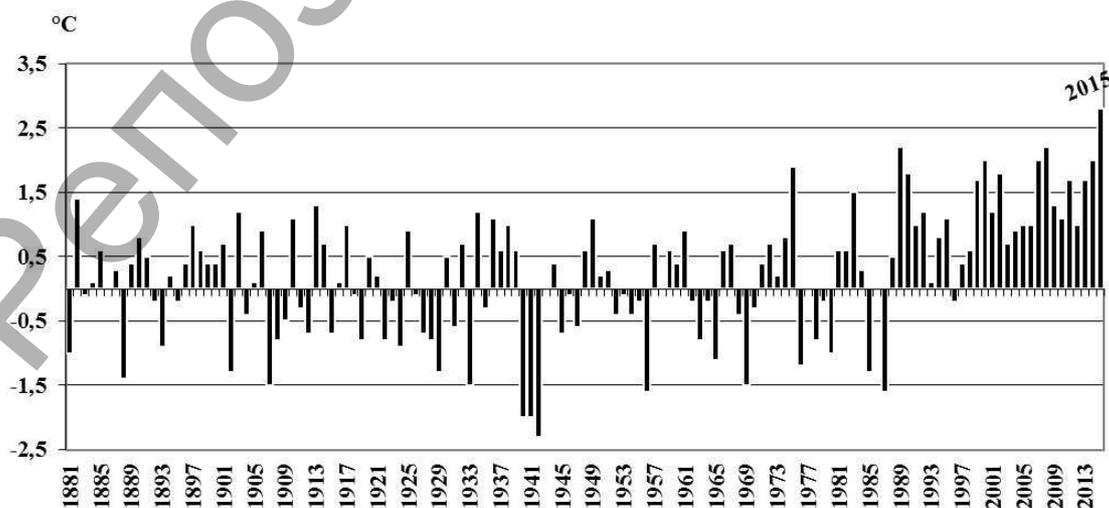


Рисунок 1 – Отклонение средней по Беларуси годовой температуры воздуха от климатической нормы (+5,9°C) за период 1881-2015 гг.

На 1989-2015 гг. пришлось три самых теплых года за весь период метеорологических наблюдений на территории Беларуси, когда среднегодовая температура воздуха оказалась равной 8,0°C (1989,2008 годы), что более чем на 2 °С выше климатической нормы, а также 2015 год, когда среднегодовая температура воздуха превысила климатическую норму на 8,5 0°C. За период потепления (1989-2015 гг.), в большей части месяцев года (за исключением мая, сентября и октября) более чем в 70% случаев были превышены максимальные месячные значения, достигнутые в предыдущие годы, и в 100% случаев – максимальные годовые значения температуры воздуха. За послевоенный период (с 1945г.) из 20-ти самых теплых лет 18 лет приходится на нынешний период потепления.

Повышение температурного режима произошло практически в каждом месяце (рисунок 2). Рост температуры воздуха наиболее значителен в зимние и первые весенние месяцы. Оценки изменения температуры воздуха и осадков по месяцам очень важно учитывать в сельскохозяйственном производстве, во многом зависящем от складывающихся погодных и климатических условий.

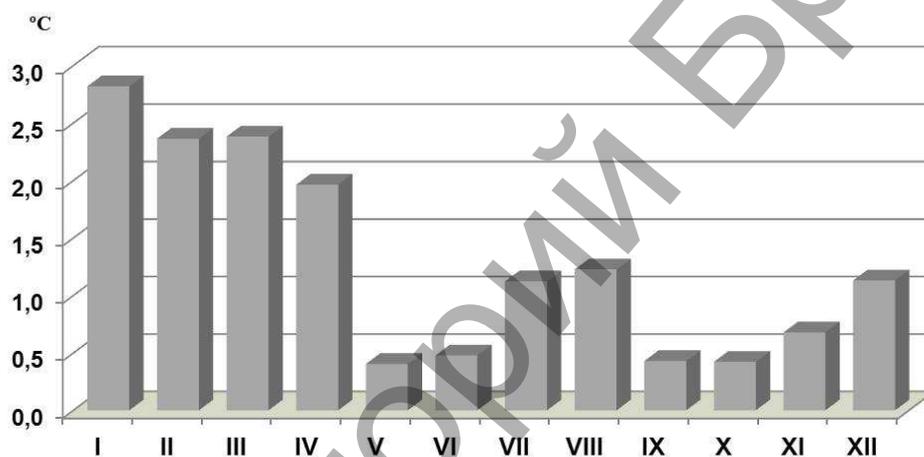


Рисунок 2 – Отклонение средней месячной температуры воздуха за период 1989-2015 г.г. от средних многолетних значений по Республике Беларусь

За последние 25 лет возросло число жарких дней с максимальной температурой воздуха $\geq 25^{\circ}\text{C}$ (рисунок 3), что оказывает влияние на условия произрастания различных сельскохозяйственных культур.

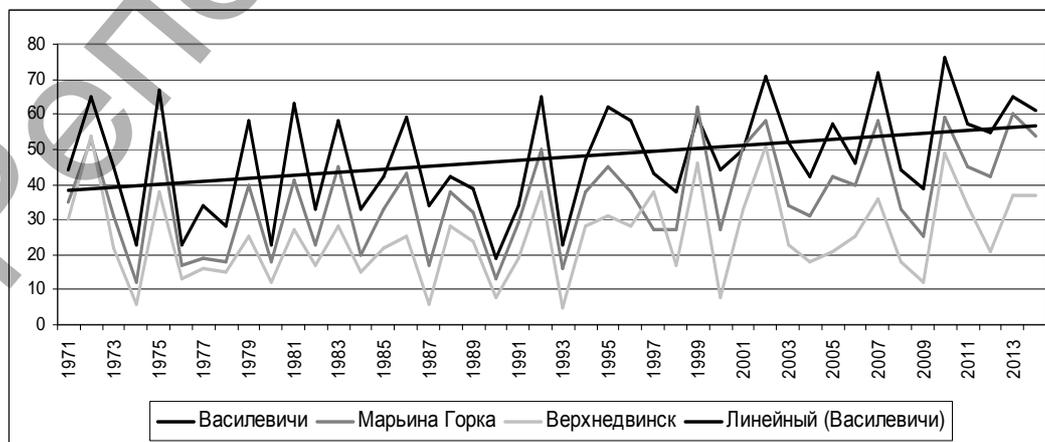


Рисунок 3 – Число жарких дней (с максимальной температурой воздуха $+25^{\circ}\text{C}$ и выше) по территории Беларуси

В ряде работ по изменению климата [1,2] уже отмечались некоторые особенности в тенденциях изменения основных климатических характеристик за последние два десятилетия потепления (1989-1998гг. и 1999-2008 гг. по сравнению с климатической нормой ВМО). За последнее десятилетие потепления (1999-2008 гг.) наблюдается существенное изменение годового хода температуры воздуха: снижение температуры в зимние месяцы (за исключением декабря) и заметный рост температуры воздуха в летние и осенние месяцы, что дает основание утверждать о смещении потепления на летние и осенние месяцы, а также декабрь. Полюс холода, как и было до потепления, сместился с декабря на январь. В целом по территории Беларуси второе десятилетие периода потепления (1999-2008 гг.) оказалось теплее первого на 0,5 °С (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение средней годовой температуры воздуха по Беларуси за период потепления

Климатическая норма, °С за 1961-1990гг.	Средняя годовая температура воздуха, °С за период			
	1989-1998	1999-2008	1989-2008	1989-2015
5,9	6,7	7,2	6,9	7,2

Изменения температуры воздуха наблюдались практически во всех областях и особенно в летний и осенний периоды (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение температуры воздуха по сезонам года по областям Республики Беларусь, по 10-летиям

Периоды потепления	Зима	Весна	Лето	Осень
Витебская область				
1989-98	-3.7	6.2	16.5	5.3
1999-2008	-4.0	6.4	17.4	6.5
Минская область				
1989-98	-3.2	6.8	17.0	5.8
1999-2008	-3.4	7.1	17.9	7.0
Гродненская область				
1989-98	-2.5	6.9	16.7	6.2
1999-2008	-2.8	7.3	17.7	7.4
Могилевская область				
1989-98	-4.0	6.6	16.9	5.2
1999-2008	-4.1	6.9	17.8	6.5
Брестская область				
1989-98	-2.1	7.7	17.4	6.7
1999-2008	-2.4	8.1	18.3	7.9
Гомельская область				
1989-98	-2.9	7.7	17.8	6.4
1999-2008	-3.0	8.1	18.8	7.4

Наблюдается значительное увеличение волн тепла (увеличение повторяемости, продолжительности и интенсивности) за период с 1989 по 2015 гг. До 1989 г. волны тепла в отдельно взятом пункте повторялись в среднем 5 раз в 10 лет или 8 волн за десятилетие, начиная с 1989 года, волны тепла повторяются 7 раз в 10 лет или 14 волн за десятилетие [3].

На территории Беларуси намечается тенденция увеличения продолжительности беззаморозкового периода. По сравнению с 1951-1990 гг. повторяемость лет с весенними и осенними заморозками уменьшилась на большинстве станций. Исключение составляет Гомельская область, где повторяемость ве-

сенних заморозков в мае на большинстве станций возросла, кроме третьей декады мая. За последние 25 лет увеличилась повторяемость лет с заморозками во второй декаде мая на большинстве метеостанций Республики Беларусь, на территории Гомельской и Могилевской областей – повсеместно. Осенью на большинстве станций в период потепления наблюдается уменьшение повторяемости заморозков в сентябре - третьей декаде октября, что является положительным фактором для сельского хозяйства [4]. Опасность осенних заморозков не столь значительна, так как увеличение температуры воздуха в весенние и летние месяцы определяет ускоренное созревание сельскохозяйственных культур.

Таблица 3 – Изменения основных показателей заморозков в воздухе по территории Республики Беларусь за периоды 1951-1990 и 1989-2013 гг.

Области	Разности дат наступления заморозков в воздухе		
	Последнего весной	Первого осенью	Увеличение продолжительности беззаморозкового периода
Витебская	5	4	9
Минская	5	3	8
Гродненская	7	3	10
Могилевская	2	2	4
Брестская	4	2	6
Гомельская	2	1	3

Анализ выпадения осадков показывает некоторое увеличение годового количества осадков по всей территории страны (на 104%). Наибольшее увеличение отмечено в Гомельской и Витебской областях, соответственно - 108 и 105%. В целом можно считать, что количество осадков за период потепления по территории Беларуси изменилось незначительно (рисунок 4).

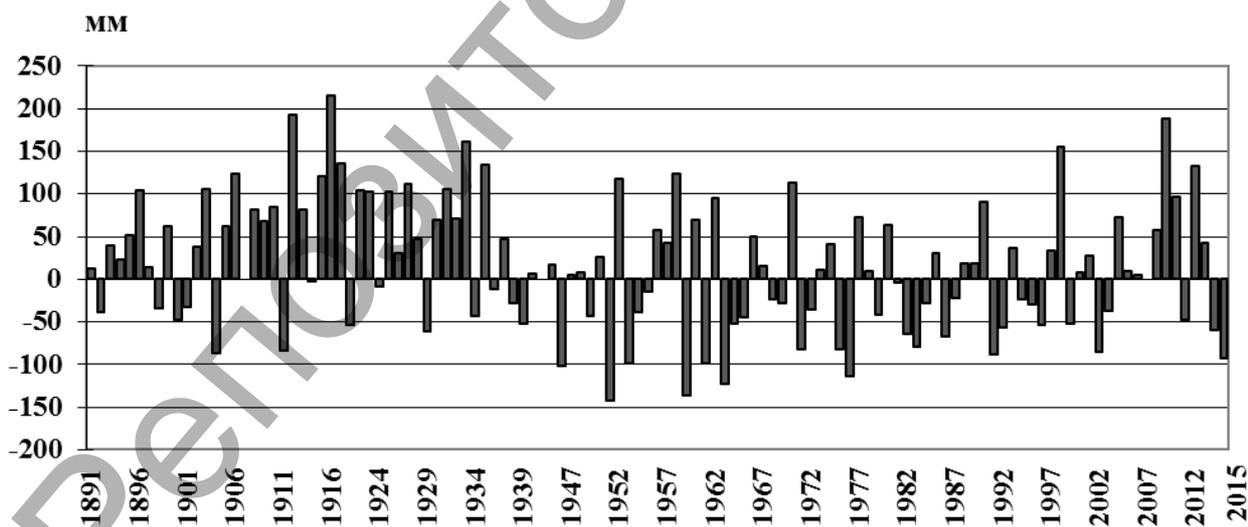


Рисунок 4 – Отклонение годовых сумм осадков за период 1881-2015 гг. по Республике Беларусь от климатической нормы (656 мм)

В среднем за последние двадцать лет в теплое время недобор осадков отмечен в апреле, июне, и особенно в августе – в республике их выпало соответственно 91%, 93% и 88% от нормы. Несколько больше нормы осадков наблюдалось в феврале, марте и октябре (рисунок 5).

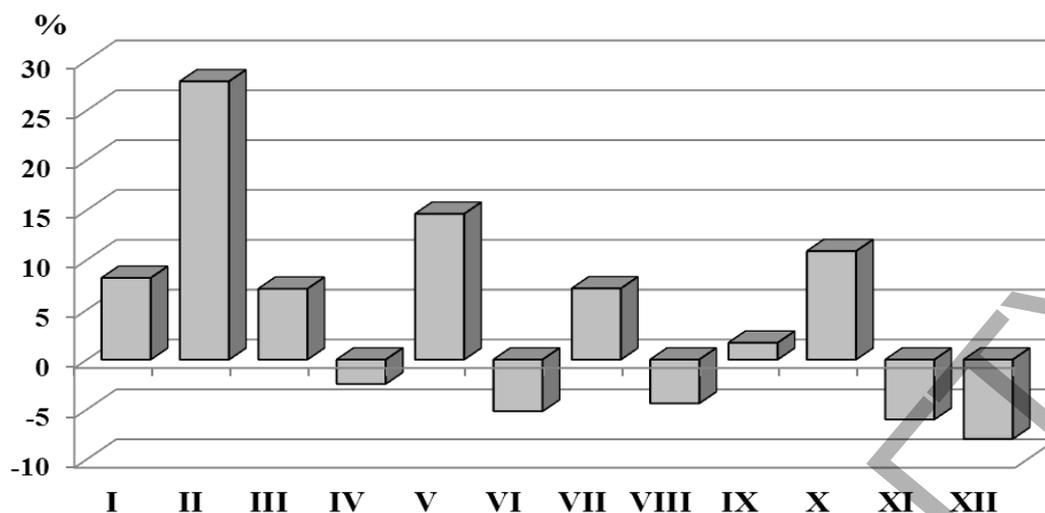


Рисунок 5 – Отклонение месячных сумм осадков за 1989-2015 гг. от климатической нормы по Республике Беларусь.

Однако в разрезе административных областей наблюдается как увеличение, так и уменьшение годового количества осадков (таблица.4).

Наибольшее увеличение годового количества осадков отмечено в Гомельской и Витебской областях (104%). Уменьшилось количество осадков в Могилевской и Брестской областях (97%).

Таблица 4 – Изменение количества осадков по сезонам года по областям Республики Беларусь, по 10-летиям

Периоды потепления	Количество осадков, мм			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Витебская область				
1989-98	134	140	242	197
1999-2008	133	146	238	149
Минская область				
1989-98	120	141	227	171
1999-2008	126	146	235	133
Гродненская область				
1989-98	127	150	213	171
1999-2008	132	141	240	138
Могилевская область				
1989-98	101	133	215	181
1999-2008	115	136	231	135
Брестская область				
1989-98	104	131	204	160
1999-2008	117	133	236	122
Гомельская область				
1989-98	102	144	234	173
1999-2008	121	148	226	150

Можно отметить, что в среднем за первое и второе десятилетия периода потепления годовое количество осадков было немногим больше климатической нормы, при этом второе десятилетие оказалось более сухим, чем первое (таблица 5).

Таблица 5 – Изменение среднего годового количества осадков по территории Республики Беларусь за период потепления

Климатическая норма, °С за 1961-1990гг.	Среднее годовое количество осадков, мм, за период			
	1989-1998	1999-2008	1989-2008	1989-2014
632	657	640	649	656

Последние исследования показали, что число дней с осадками на территории Беларуси за период потепления уменьшилось с 175 до 167 дней. Тенденции уменьшения числа дней с осадками отмечены как в холодный, так и в теплый периоды на большинстве метеорологических станций. Уменьшение общего числа дней с осадками произошло в основном из-за уменьшения числа дней с осадками от 0,1 до 0,4 мм [5].

За период потепления произошли изменения в величине гидротермического коэффициента (ГТК), что в целом говорит об увеличении засушливости в вегетационный период (рисунок 6).

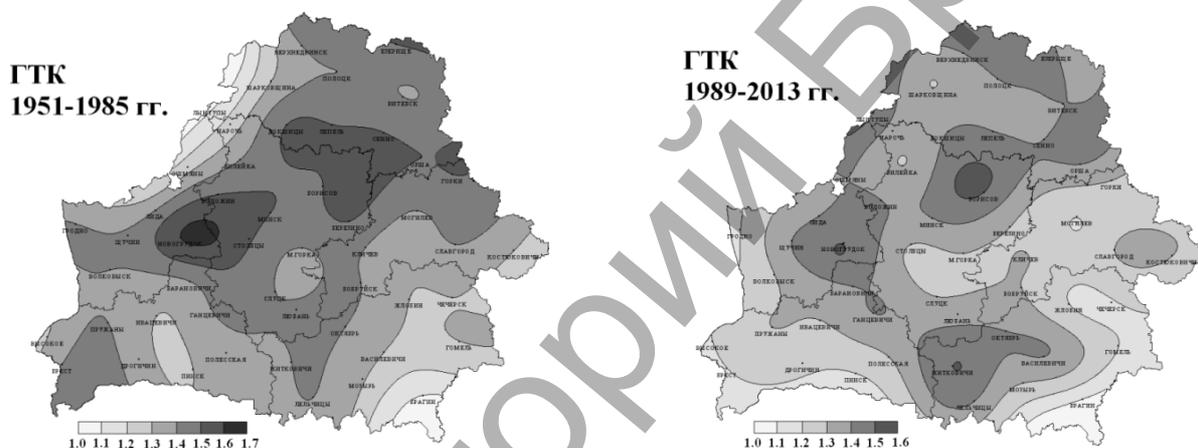


Рисунок 6 – Изменения гидротермического коэффициента (ГТК)

Число засух в период потепления климата увеличилось во всех без исключения областях Беларуси (рисунок 7). Особенно существенный рост числа засух произошел в Витебской области, что следует из теории климата: более выраженный рост температуры при потеплении климата наблюдается в высоких широтах.

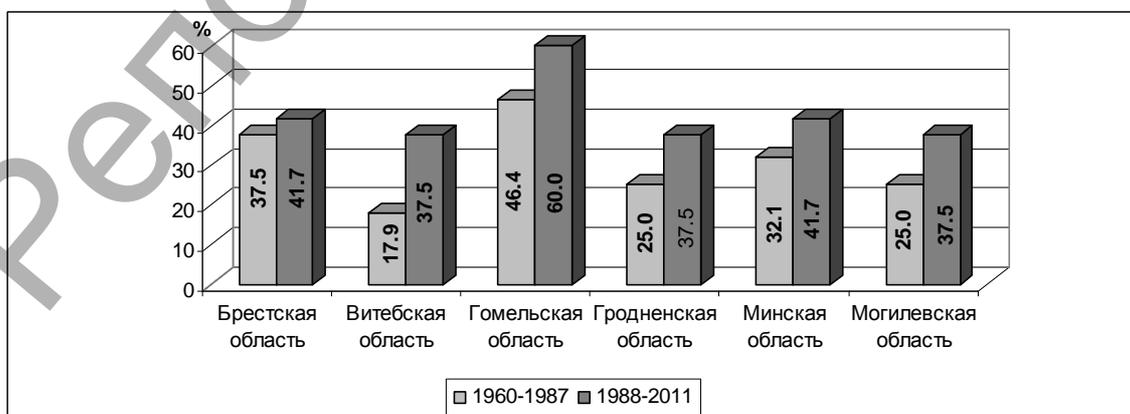


Рисунок 7 – Повторяемость засух в регионах Беларуси до потепления (1960-1987 гг.) и в период потепления климата (1988-2011 гг.) (по Логинову В.Ф.)

Теплообеспеченность сельскохозяйственных культур улучшилась. Произошло изменение границ агроклиматических областей – Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Полесья образовалась Новая, более теплая агроклиматическая область (рисунок 8).

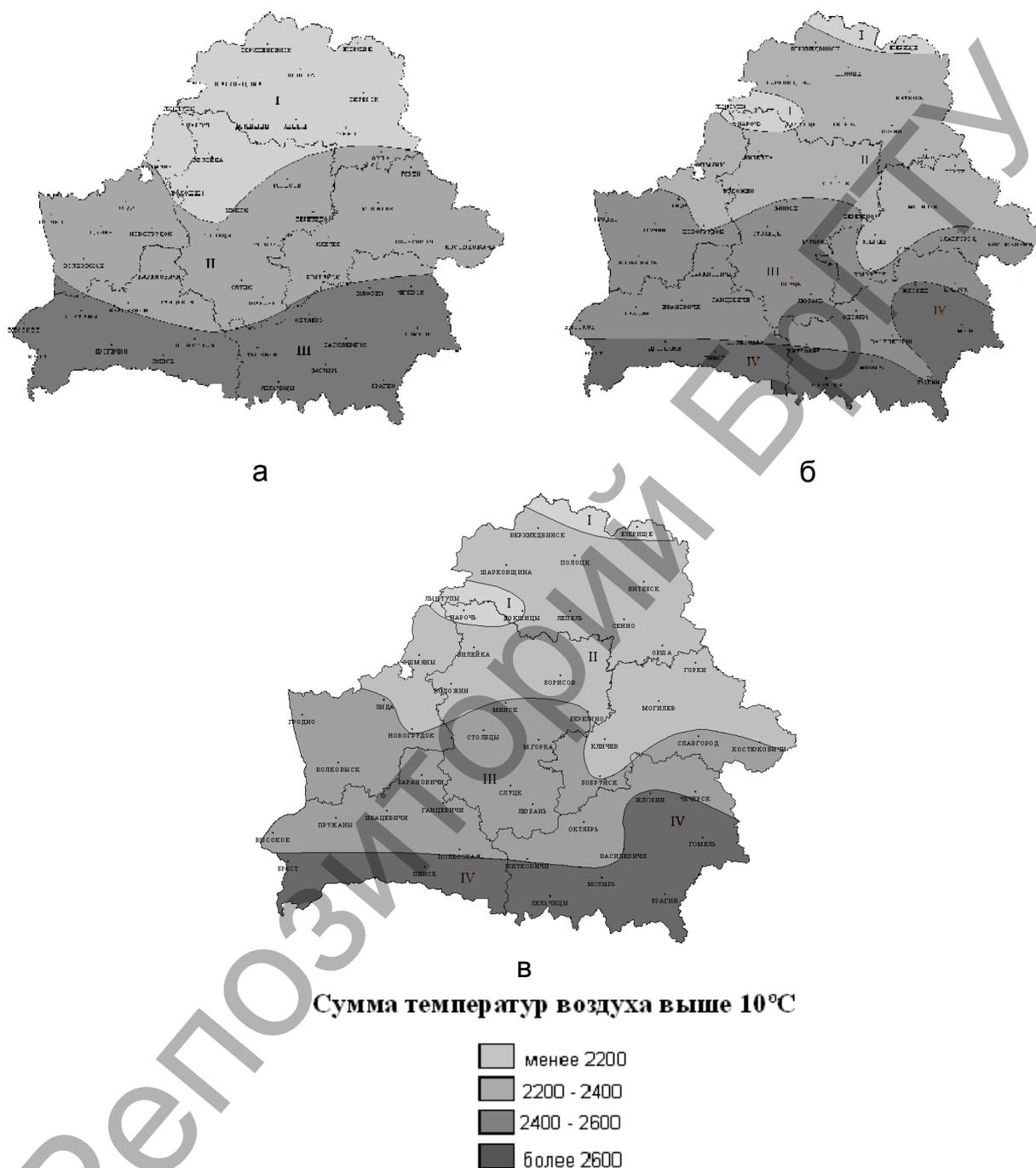


Рисунок 8 – Изменение границ агроклиматических областей Беларуси:

а) Границы агроклиматических областей по А.Х. Шкляру (1973 г).

б, в) Границы агроклиматических областей за период потепления

1989 - 2009г.г., 1989 - 2015г.г.

I – Северная, II – Центральная, III – Южная, IV – Новая.

По оценкам многих ученых и различным климатическим сценариям потепление климата в ближайшие десятилетия продолжится, что необходимо учитывать при разработке стратегии погодозависимых отраслей экономики [6-96].

Список литературы

1. Мельник, В.И. Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / В.И. Мельник, Е.В. Комаровская // Сборник научных трудов «Научно-методическое обеспечение деятельности по охране окружающей среды: проблемы и перспективы». – Минск: БелНИЦ «Экология». - 2011. С. 77-84.
2. Подгорная, Е.В. Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / Е.В. Подгорная, В.И. Мельник // Труды Гидрометеорологического - научно-исследовательского центра Росгидромета - вып.358 - Москва, 2015 - С. 112-120.
3. Клевец, Н.Н. Волны тепла в Беларуси / Н.Н. Клевец, В.И. Мельник, Е.В. Комаровская // Труды Гидрометеорологического - научно-исследовательского центра Росгидромета, вып.358, - Москва, 2015. - С. 59-66.
4. Кравцова, С.М. Изменение заморозков на территории Беларуси за период потепления / С.М. Кравцова, Е.В. Подгорная // Экологический вестник № 4(30)- Минск, 2014 - С. 57-66.
5. Комаровская, Е.В. Изменение числа дней с различным количеством осадков за период потепления / Е.В. Комаровская // Экологический вестник № 4(30), - Минск-2014 – С. 46-51.
6. Логинов, В.Ф. Изменения климата и их влияние на различные отрасли экономики. Аналитический доклад / В.Ф. Логинов. – Минск, 2013.
7. Мелешко, В.П. Изменения и изменчивость климата Северной Евразии в XXI веке: оценки, основанные на ансамбле МОЦАО. Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям / В.П. Мелешко, В.М. Катцов, И.М. Школьник // Материалы международной конференции по проблемам гидрометеорологической безопасности. – М. – 2007. - С. 97.
8. Мельник, В.И. Изменения климата и меры по адаптации отраслей к этим изменениям в Республике Беларусь / В.И. Мельник, Е.В. Комаровская // Материалы постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства: Центр системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси - Минск -2010. – С. 169-176.
9. Мельник, В. И. Изменение климата и меры по адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь / В.И. Мельник // Труды ФГБУ «ВНИИСХМ», 2013 - Вып.38. С.249-256.

УДК 551.5, 556.535

ПОВТОРЯЕМОСТЬ ЦИКЛОНОВ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКАХ БЕЛАРУСИ

Партасенок И.С.¹, Мельник В.И.¹, Гройсман П.Я.²

¹ ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», г. Минск, Республика Беларусь

² Университетской корпорации атмосферных исследований (UCAR) (Национальный центр климатических данных при Национальной администрации по океанам и атмосфере), г.Эшвилл, США

The article is supposed to give a results of calculations of cyclone frequency over territory of Belarus and their connection to the hydrometeorological conditions which led to the floods formation.

Введение

Одним из важнейших вопросов природопользования и безопасного проектирования объектов инфраструктуры является учет в хозяйственном планировании современных тенденций климатических и гидрологических характери-

стик и их экстремальных проявлений. Значительные отклонения в режиме рек (значительные повышения или понижения уровня воды) зависят от резких аномалий (нарушений) в режиме увлажнения. Выпадение осадков на территории Беларуси зависит от прохождения циклонов через ее территорию, которые по пути своего следования увлажняют речные бассейны [1]. При этом циклоны, различающиеся по месту зарождения и направлению их движения, формируют различные гидрометеорологические условия и соответственно разные условия увлажнения [4]. Например, южные циклоны в зимний сезон приносят значительные осадки, усиление ветра, метели; атлантические циклоны формируют оттепельную погоду с выпадением осадков и т.д. Таким образом, в зависимости от повторяемости циклонов различного генезиса и их траекторий формируются условия для развития весеннего половодья.

Цель исследования заключалась в анализе повторяемости циклонов различной повторяемости и их влияния на формирование гидрометеорологических условий и режима рек Беларуси в зимний и весенний сезоны, а также анализ повторяемости наводнений различных градаций.

Исходные данные и методика исследования

В ходе исследования были использованы три базы данных барических образований, которые содержат траектории циклонов, определенных на основе данных NCEP/NCAR Reanalysis 1 (NCEP-1), ECMWF Interim Re-Analysis (ERA-Interim) и 20 Century Reanalyze version 2 (20cR2).

В работе использовано три исследуемых региона (домена) для статистических расчетов, попадающих в данную область циклонов: 5-45° с.ш. и 20-60° в.д. (домен 1), 20-35° с.ш. и 48-60° в.д. (домен 2), 50-56° с.ш. и 23-33° в.д. (домен 3).

В ходе исследования была выполнена выборка циклонов по направлениям (рис.1). Выбирались циклоны, которые зародились в северной Атлантике и среди этой группы различали циклоны ныряющие, с очагом зарождения севернее 65° с.ш., и траекторией движения с севера-запада в южном направлении. Второй тип циклонов (атлантического происхождения) - западные циклоны, траектории которых лежат в пределах 50-56° с.ш, циклоны перемещались преимущественно в зональном направлении и пересекали границы Беларуси на западе. Циклоны третьего типа из группы атлантических, который был выделен для данного исследования, обычно перемещались также зонально, но в пределах полосы ограниченной 56-65° с.ш (разновидность западных циклонов). Вторая большая группа циклонов, которая использовалась в работе - циклоны южного происхождения, образованные южнее 47° с.ш. и восточнее 0° меридиана, и входящие в рассматриваемый регион с юга, юго-запада или юго-востока.

Метеорологическая информация была использована по 29 метеорологическим станциям за период 1949-2013 гг. Нами были проанализированы месячные и сезонные (Декабрь-Февраль) суммы осадков; значения продолжительности выпадения осадков (в часах) и максимальные суммы осадков за единичный дождь максимальные значения запасов воды в снеге, которые обычно наблюдаются в конце зимнего сезона, т.е. перед началом весеннего половодья. Гидрологическая информация представлена по 25 постам за период 1949-2013 г., в исследовании использованы максимальные расходы воды весеннего половодья и минимальные расходы воды зимнего периода; сведения о высших за год уровнях воды и повторяемости наводнений различных градаций.

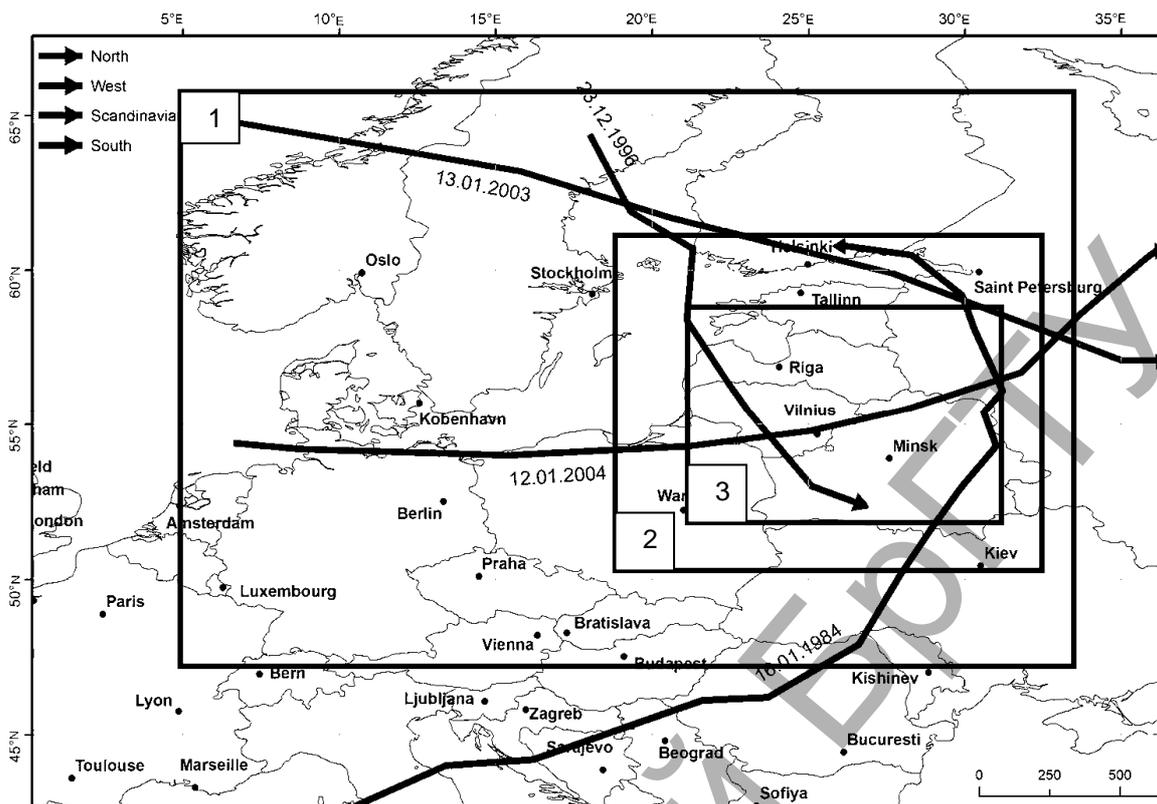


Рисунок 1 – Схема траекторий циклонов: ныряющие (23.12.1996), западные (12.01.2004), северные (13.01.2003) и южные (16.01.1984), которые были использованы в исследовании

В данном исследовании мы ограничились анализом климатических и гидрологических данных за зимний (декабрь-февраль) период. Это связано с тем, что для территории Беларуси формирование условий прохождения весенних паводков (а именно, величина запасов воды в снежном покрове, наличие ледяной корки, промерзание почвы) происходит в зимний период.

Для анализа климатической изменчивости циклонов, метеорологических и гидрологических характеристик был использован Манн-Кендалл тест (МК тест), метод наименьших квадратов и метод линейной регрессии Sen's.

Режим циклонов в зимний сезон

В рамках проведенного исследования оценивались траектории циклонов трех реанализов NCEP-1, ERA-Interim and 20cR2. Результаты расчетов и выборки представлены в таблице 1. Основные особенности анализа количества циклонов заключаются в следующем. Наибольшие значения средних за сезон величин было получено по данным реанализа ERA-Interim для трех доменов. Наименьшие осредненные значения принадлежат реанализу 20cR2. Средние значения количества южных циклонов имеют наибольшую сходимость для трех реанализов. Наибольшая изменчивость характерная для западных циклонов во всех доменах.

Выполнен аналогичный подсчет циклонов с давлением в центре ниже 1000 гПа. Согласно выполненным расчетам разница между общим количеством циклонов и циклонов с давлением в центре ниже 1000 гПа составила 10-30 % для ныряющих, северных и западных циклонов, а для южных достигала 50-60 %.

Таблица 3 – Циклоны различного происхождения по данным NCEP, Era-Interim and 20cR2 для трех доменов.

Общее количество циклонов представлено в числителе, количество циклонов с давлением ниже 1000 гПа представлено в знаменателе
Жирным шрифтом выделены те значения циклонов, для которых характерны значимые изменения трендов согласно тесту Манна-Кендалла

Тип циклона	Ныряющие					Северные					Южные					Западные				
	Сумма	Сред за сезон	Макс за сезон	Мин за сезон	Ср.кв.ад. откл.	Сумма	Сред за сезон	Макс за сезон	Мин за сезон	Ср.кв.ад. откл.	Сумма	Сред за сезон	Макс за сезон	Мин за сезон	Ср.кв.ад. откл.	Сумма	Сред за сезон	Макс за сезон	Мин за сезон	Ср.кв.ад. откл.
<i>NCEP-1 (1949-2012 гг.)</i>																				
1	204	3,3	8	1	2,0	486	7,7	17	2	3,7	1345	21,3	38	5	8,0	840	13,3	29	2	5,4
	121	1,9	6	1	1,3	426	6,8	17	1	3,7	633	10,0	27	1	5,4	605	9,6	19	2	4,3
2	58	1,7	4	1	0,9	194	3,3	7	1	1,7	310	5,1	16	1	3,1	480	7,7	18	1	3,7
	32	1,2	2	1	0,4	165	2,9	7	1	1,7	211	3,7	10	1	2,2	378	6,3	13	1	3,0
3	23	1,3	2	1	0,5	52	1,6	4	1	0,9	141	2,7	6	1	1,4	216	3,7	9	1	2,1
	9	1,1	2	1	0,4	47	1,5	4	1	0,8	105	2,1	4	1	1,4	168	2,9	7	1	1,6
<i>Era-Interim (1979-2011 гг.)</i>																				
1	119	4,0	6	1	1,3	358	11,2	18	4	3,7	740	23,1	48	9	9,4	501	15,7	27	5	5,4
	64	2,4	5	1	1,0	310	9,7	18	2	4,1	326	10,2	29	2	5,6	364	11,4	20	3	4,7
2	27	1,4	3	1	0,6	112	3,9	9	1	2,1	152	4,9	12	1	3,1	268	8,4	21	2	4,7
	15	1,4	3	1	0,7	93	3,3	8	1	1,9	91	3,1	10	1	2,3	220	6,9	16	1	4,0
3	14	1,1	2	1	0,5	33	1,9	4	1	1,0	76	2,9	7	1	1,9	117	4,0	9	1	2,5
	7	1,0	1	1	0,0	26	1,9	4	1	1,0	50	2,3	6	1	1,5	96	3,4	9	1	2,2
<i>20cR2 (1949-2011 гг.)</i>																				
1	90	1,9	5	1	1,1	280	4,6	11	1	2,3	1325	21,7	34	3	5,8	504	8,3	15	3	2,9
	39	1,2	3	1	0,6	236	4,0	10	1	2,0	517	8,5	18	2	3,7	352	5,8	14	2	2,6
2	32	1,2	4	1	0,9	114	2,3	7	1	1,3	244	4,2	11	1	2,2	287	4,9	10	1	2,0
	15	1,1	3	1	0,7	98	2,1	6	1	1,2	148	2,7	7	1	1,5	222	3,9	9	1	1,9
3	12	1,2	3	1	0,9	31	1,3	4	1	0,8	101	2,1	5	1	1,1	107	2,1	4	1	1,0
	4	1,0	2	1	0,6	27	1,3	2	1	0,6	65	1,6	3	1	0,8	76	1,7	4	1	0,9

Рассмотрены многолетние колебания циклонов различных направлений для установления основных тенденций и увязки с изменением климатических характеристик на территории Беларуси. Оценка динамики ныряющих и западных циклонов показала отсутствие однонаправленной значимой тенденции. Анализ динамики северных циклонов (как разновидности западных атлантических циклонов) показал заметную тенденцию увеличения количества циклонов в зимний сезон в первом и втором доменах (согласно МК теста при $P < 0,01$ и $0,05$). Увеличение числа северных циклонов свидетельствует о смещении в северном направлении траекторий атлантических циклонов. Согласно методу наименьших квадратов величина тренда (изменения) северных циклонов составляет 0,2 циклона за 10 лет или 1 циклон за рассматриваемый период. На рисунке 2 представлены динамика и тренды северных и южных циклонов для первого домена.

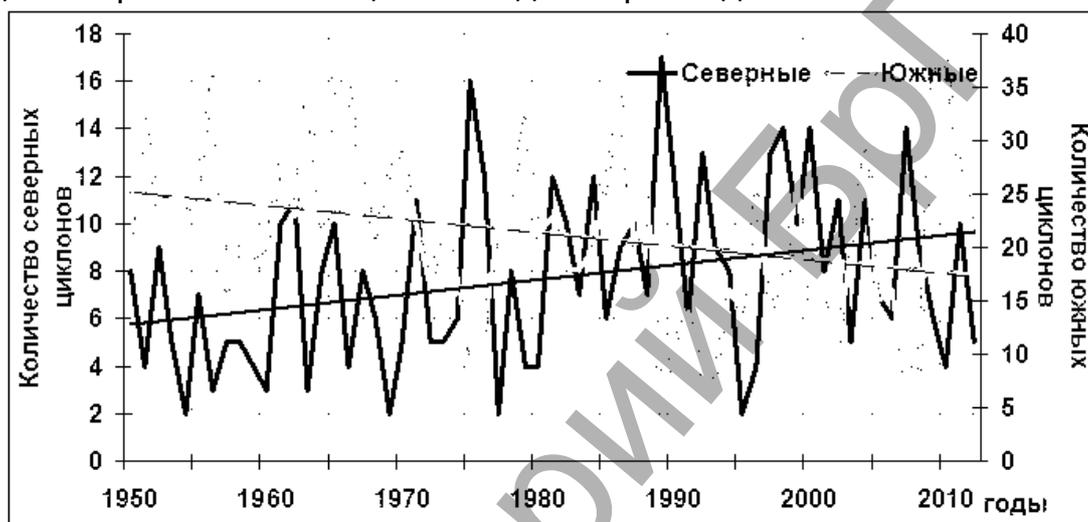


Рисунок 2 – Динамика и линейный тренд (статистически значимый при $P < 0,5$) северных и южных циклонов в первом домене по реанализу NCEP

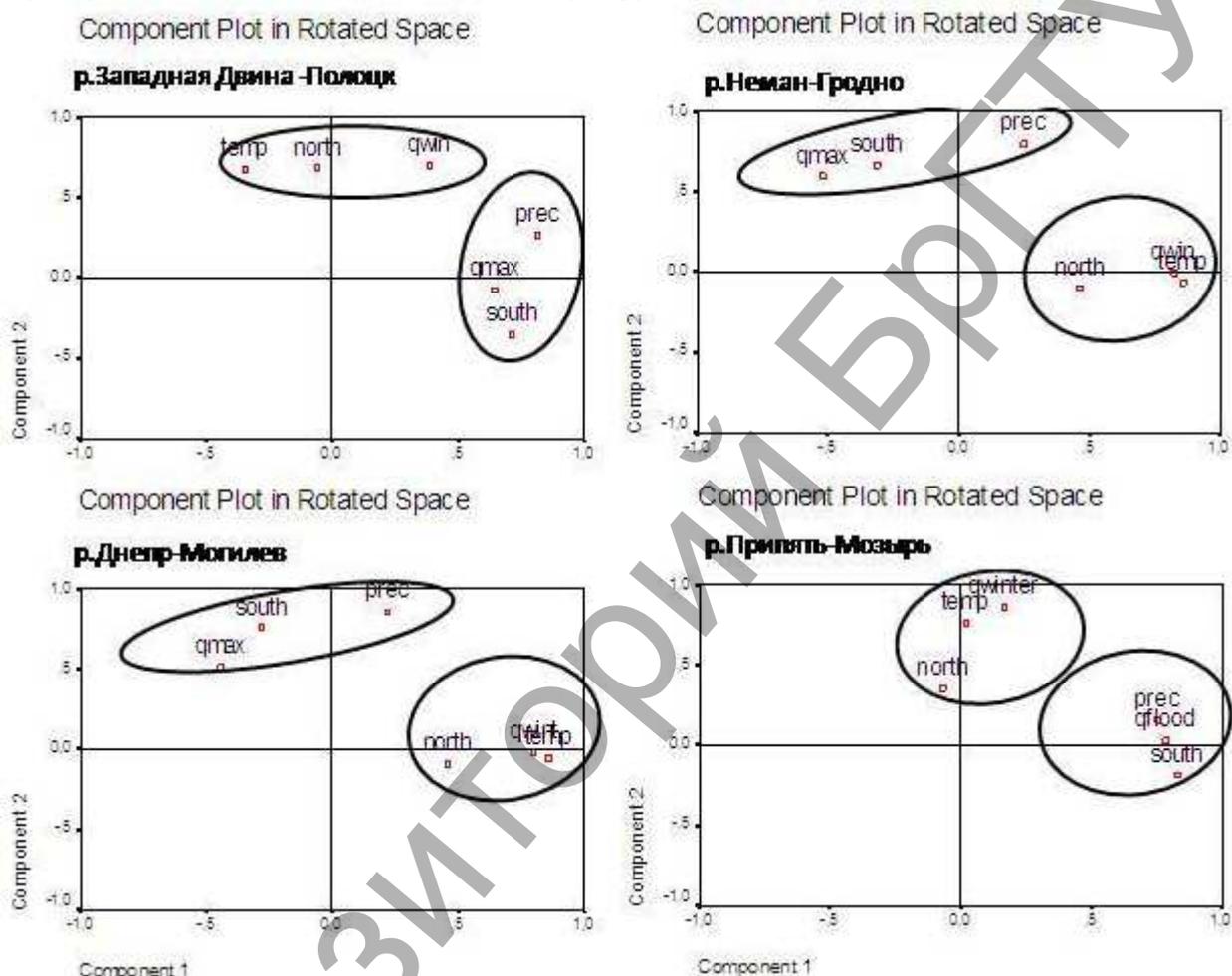
Динамика южных циклонов характеризуется значимым снижением их количества. Согласно МК теста отрицательный тренд южных циклонов является статистически значимым по реанализам NCEP и 20cR2 при $P < 0,5$ для первого домена. Линейный тренд согласно методу наименьших квадратов составляет 0,5 циклона за 10 лет или 3 циклона за рассматриваемый период по реанализу NCEP и 0,4 циклона за 10 лет или 2,4 циклона за рассматриваемый период по реанализу 20cR2. Результаты анализа для второго и третьего доменов оказались статистически не значимыми.

Оценка многолетней динамики средних значений минимального давления в центре циклона показало снижение давления по данным NCEP-1 (3 hPa), однако эта величина не является статистически значимой. По данным ERA-Interim и 20cR2 не прослеживается однонаправленное изменение минимального давления.

Изменения в режиме осадков и связь с формированием весеннего половодья

В ходе исследования была проведена оценка влияния северных и южных циклонов (поскольку их тренды статистически значимы) на формирование стока в зимний сезон и максимальных расходов воды весеннего половодья. Для этого был выполнен факторный анализ с использованием значений месячных сумм осадков и среднемесячных значений температуры воздуха в зимний сезон, значений минимального стока в зимний сезон и максимального стока весеннего половодья, данных о повторяемости северных и южных циклонов.

Результаты факторного анализа представлены на рисунке 3. Так, согласно результатам анализа к первой группе факторов относятся северные циклоны, которые согласно результатам группировки, объединились со средней температурой воздуха в зимний сезон и зимними расходами воды. Эту группировку можно объяснить тем, что северные циклоны влияют на температурный режим речных бассейнов в зимний сезон, продвигаясь в зональном направлении с запад на восток они блокируют заток холодных воздушных масс из высоких широт, что способствует формированию более высокого температурного фона региона.



north - северные циклоны, south – южные циклоны, prec – осадки, temp – температура воздуха за зимний сезон, qwinter – минимальный расход за зимнюю межень, qmax – максимальный расход весеннего половодья

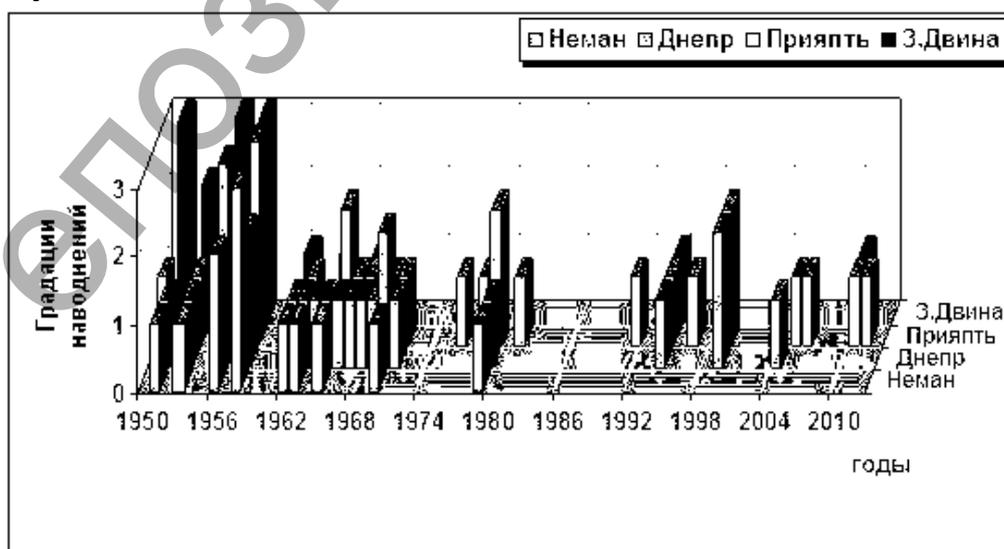
Рисунок 3 – Компонентная диаграмма факторов для 4 речных бассейнов в пределах территории Беларуси

В результате оттепельного характера погоды происходит снеготаяние и повышение речного стока в зимний период. Во второй группе факторов сгруппировались южные циклоны, осадки в зимний сезон и максимальные расходы весеннего половодья, такая группировка позволяет сделать вывод, о том, что южные циклоны обуславливают количество осадков в зимний сезон, величина которых определяет высоту снежного покрова и запасы воды в снеге перед началом половодья и связана с величиной максимального расхода воды весеннего половодья. Далее выполнялась оценка многолетних трендов сезонных (зимних) сумм осадков по 29 метеорологическим станциям. Мы оценивали направленность тренда и величину изменения (net change). Расчеты показали, что

отмечается статистически значимое увеличение сезонных сумм осадков зимой на севере и центральной части, а также частично на юго-западе и юго-востоке страны. Наибольшие показатели увеличения зафиксированы для северных районов страны, по станциям Витебск, Полоцк увеличение произошло на 70-90 мм за сезон. На западе страны зафиксировано уменьшение сезонных сумм осадков порядка 5-15 мм за зиму, но они не являются статистически значимыми. В некоторых центральных и южных районах изменения зимних сумм осадков имели разный знак, но их величины оказались в пределах стандартной ошибки.

Увеличение осадков на севере можно связать с увеличением количества северных циклонов, которые кроме блокирования залива арктических воздушных потоков, приносят влажные воздушные массы с Атлантики, но их влияние не простирается на более южные районы страны. На западе и юго-западе отмечается незначительное понижение осадков зимой, но их тренды статистически не значимы. В южной и юго-восточной части территории отсутствует однонаправленность трендов сезонных осадков. Отсутствие значимых трендов зимних осадков в сторону понижения на юге, которые можно было ожидать в связи со снижением количества южных циклонов можно объяснить компенсацией влаги из-за роста количества северных циклонов.

Колебание температуры воздуха и осадков зимнего периода, тесно связано с мощностью снежного покрова, запасами влаги перед началом половодья, процессами накопления или расходования этих запасов в течение зимнего сезона, поэтому изменение в режиме осадков повлекло изменение в режиме формирования водности рек в зимний сезон, т.е. увеличение меженного зимнего стока и расходованию снеготопливных запасов, обуславливающих приток воды весной, и способствовало снижению повторяемости наводнений во время весеннего половодья во всех речных бассейнах на территории Беларуси. Рисунок 4 демонстрирует снижение числа случаев наводнений различных градаций (выдающиеся -3, большие -2, небольшие -1). Наибольшее количество наводнений во всех бассейнах отмечалось в 1951, 1953, 1956, 1958, 1962-1968, 1970, 1979, 1994, 1996, 1999, 2004, 2010 [6]. Следует также отметить распределение наводнений по градациям -- наводнения 3 и 2 градаций наиболее часто отмечались в первое десятилетие рассматриваемого периода, а в остальной период времени наводнения преимущественно относились к небольшим.



3 – катастрофические и выдающиеся, 2 – большие, 1 – небольшие наводнения

Рисунок 4 – Повторяемость наводнений различных градаций

Для увязки уменьшения повторяемости наводнений во время весеннего половодья с уменьшением стока и осадков во время зимнего периода, выполнена оценка трендов минимальных и максимальных расходов воды весеннего половодья. Согласно расчетам наибольшие изменения в сторону увеличения произошли на северо-востоке в бассейне реки Западная Двина и составили 1,5-2,4 л/с км², наименьшие показатели изменения характерны для западной части страны (бассейны рек Неман, частично Припяти) и они составили 0,2-1,0 л/с км². На остальной территории изменения колебались в пределах 1,4-1,8 л/с км². Изменения стока во время весеннего половодья сторону понижения отмечается на всей территории Беларуси. Наибольшие по величине изменения характерны для северо-запада страны (бассейн Немана) и составили 18-32 л/с км², юго-западе в бассейне р. Западный Буг, крайнего востока (бассейн реки Сож), хотя в общем по бассейну реки Днепр изменения колебались в пределах 12-35 л/с км². В бассейне реки Западная Двина изменения отмечены в пределах 15-18 л/с км², увеличиваясь к западу. Наименьшие показатели изменения стока весеннего половодья зафиксированы в центральной части и юге страны, преимущественно в бассейне реки Припять, где изменение составило лишь 4-18 л/с км². Изменения стока весеннего половодья оказались статистически значимыми для всех речных бассейнов, за исключением бассейна реки Припять, где изменения оказались небольшими.

Заключения

1. Количество северных и южных циклонов значительно изменилось в первом и втором домене за последние 60 лет. В третьем наименьшем по размеру домене не выявлено статистически значимых изменений количества циклонов. Результаты расчетов подтверждены использованием данных по 2 реанализам (NCEP and 20cR2) за период 1949-2012 гг.

2. Вследствие увеличения количества северных циклонов произошло увеличение осадков в зимний сезон в северной части Беларуси. Однако, отсутствует четкая тенденция изменения осадков в центральной и южной частях страны. В то же время отмечается уменьшение количества южных циклонов и числа дней со снегопадами, что привело к уменьшению высоты снежного покрова [5].

3. Увеличение повторяемости северных циклонов, которые блокировали вторжение арктических воздушных масс и обуславливали оттепельных характер погоды, и в то же время уменьшение количества южных циклонов, которые приносят штормовую погоду и выпадение осадков, способствовали внутригодовому перераспределению стока на реках Беларуси – значительному повышению зимнего меженного и уменьшению весеннего стока.

4. Внутригодовое перераспределение стока на реках Беларуси [2, 7] связано с увеличением повторяемости зимних паводков и увеличением значений минимальных расходов вследствие роста температуры воздуха и дополнительного притока талых вод в реки. Низкие значения или отсутствие в отдельные годы снежного покрова на поверхности земли и ледостава на реках, незначительная глубина промерзания почвы способствовали истощению запасов влаги перед началом весеннего половодья и таким образом, формируя условия для низкого весеннего половодья.

5. Пространственное распределение величин изменения стока соответствует географии трендов циклонов. Прохождение северных циклонов преимущественно обусловило изменение осадков, и, как следствие, формирование

весеннего стока в северной части Беларуси (где отмечаются наибольшие величины изменения этих характеристик. Отсутствие выраженной тенденции изменения осадков и меньшие по величине изменения стока рек в центральной и южной частях Беларуси могут быть объяснены синхронным уменьшением числа южных циклонов.

Список литературы

1. Бабкин, В.И. Глобальные факторы формирования стока рек Русской равнины / В.И. Бабкин // Современные проблемы гидрометеорологии. – СПб., 1999. – С.101–114.
2. Волчек, Ан. А. Колебания максимальных расходов воды весеннего половодья рек Белоруссии / Ан. А. Волчек // Известия РАН. Серия географическая. - 2008. - N 2. - С. 93-104.
3. Данилович (Партасенок), И.С. Влияние атмосферной циркуляции на сток рек Беларуси в зимний и весенний сезоны / И.С. Данилович, Л.Б. Трофимова // Природные ресурсы. – 2007. – № 1. – С. 39–46.
4. Кричак, О.Г. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1956.
5. Мельник, В.И. Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / В.И. Мельник, Е.В. Комаровская // Научно-методическое обеспечение деятельности по охране окружающей среды: проблемы и перспективы : сборник научных трудов / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, РУП "БелНИЦ "Экология". - Минск, 2011. - С. 77-84/
6. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси: справочник / Г.С. Чекан, Ф.М. Ошеров, Л. А. Некрасова, Н. В. Александрова, Л.Б. Трофимова, Г.С. Жуковская, Л.Н. Журавович, Л.П. Курило, Н.Э. Карвахал, Н.В. Лямина, М.А. Осадчая, О.Я. Метелица, Е.А. Заварзина, Н.А. Расторгуева, И. С. Данилович; под ред. М.А. Гольберга. – Минск: БелНИЦ Экология, 2002. – 132 с.
7. Nekrasova, L. I. 2004 Influence of climate warming on hydrological regime of rivers in Belarus during 1988–2002 Fresh Water Resources Management: materials of XXIII Nordic hydrological conference, Tallinn: Estonian Meteorological and Hydrological Institute. 691-698 pp.

УДК 551.492

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Поленчук Н.Н.

Брестский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды,
г. Брест, Республика Беларусь, oth@ecocom.brest.by)

В целях улучшения состояния окружающей среды и уменьшения негативного влияния отходов при их захоронении, в настоящее время в области ведется:

- строительство полигона ТКО для г. Белоозерска и г. Березы;
- работа по расширению существующего полигона ТКО для г. Пинска (в 2015 году выполнены работы по строительству первой и второй очереди строительства объекта «Расширение существующего полигона складирования твердых бытовых отходов г. Пинска в районе д. Вулька-Городищенская Пинского района»).

В 2015 году построен и введен в эксплуатацию мини-полигон в д. Лахва Лунинецкого района, а также построена и введена в эксплуатацию вторая карта полигона ТКО для г.п. Ружаны.

Проведена модернизация существующей сортировочно-погрузочной станции г. Пинска КУПП «ЖКХ г. Пинска», что позволило увеличить мощность переработки твердых коммунальных отходов с 20,0 тыс. тонн до 40,0 тыс. тонн и приблизится к 90% пропуску коммунальных отходов образующихся в г. Пинске.

Также проведена модернизация линий сортировки твердых коммунальных отходов в Жабинковском, Ивановском, Лунинецком, Малоритском, Пружанском и Столинском районах. Стоимость работ составила более 5,65 млрд.рублей. Все линии сортировки закуплены в следующем комплекте: (конвейер подающий с загрузочным бункером; конвейер сортировки; конвейер отсева; контейнер отбора; пресс пакетировочный гидравлический вертикальный с транспортером для подачи ВМР и перфоратором ПЭТ-бутылок).

Предприятиям области ГУ «Оператор вторичных материальных ресурсов» на организацию сбора вторичных материальных ресурсов было перечислено 22 млрд. 587 млн. рублей. Закуплено 10 мусоровозов, 4 погрузчика, 2 222 контейнера.

В области разработан областной план по реализации мероприятий Национального плана выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по реализации положений Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях на 2011-2015 годы.

Ежегодно субъектами хозяйствования области проводится инвентаризация оборудования и отходов, содержащих полихлорированные бифенилы. В 2015 году выведено из эксплуатации 1236 единиц ПХБ-содержащего оборудования.

Во всех административных районах области функционируют пункты по сбору ртутьсодержащих отходов. *В 2015 году посредством созданной системы собрано 56,54 тонн ртутьсодержащих отходов.* На ОАО «Брестский электроламповый завод» на участке по утилизации отработанных люминесцентных трубок и других ртутных ламп переработано 55,69 тонн ртутьсодержащих отходов, из них от населения 36,2 тонн (*в 2014 году собрано и переработано – 78,19 тонн, из них от населения – 24,7 тонн*).

В области ведутся работы по сбору отработанных элементов питания в городах и сельских населенных пунктах при осуществлении плано-регулярной очистки. Механизм сбора отработанных элементов питания установлен в утвержденных схемах обращения с отходами. Сбор отработанных батареек осуществляется посредством 175 стационарных и 11 передвижных пунктов, расположенных в объектах торговли, образования, на участках ЖКХ. В 2015 году собрано 11,78 тонн отработанных элементов питания (*в 2014 году – 3,9 тонны*).

Окончательный сбор и хранение отработанных элементов питания в области осуществляется на территории предприятия ОАО «Брестоблресурсы».

В каждом районе области созданы площадки для сбора и временного хранения крупногабаритных отходов, отходов сложной бытовой техники, порубочных остатков, образующихся при удалении объектов растительного мира и иных видов отходов.

В прошлом году КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» получил грант в рамках проекта «Поддержка регионального и местного развития в Беларуси», финансируемого Европейским Союзом, с проектом «Развитие селективной системы сбора ТКО в г. Бресте с учетом возможностей производственных мощностей (технологического процесса сортировки) Брестского мусороперерабатывающего завода». Подписаны договора с поставщиками на следующее оборудование: евроконтейнеры объемом 0,75 м³ (120 шт.), контейне-

ры для частного сектора объемом 120 л (15000 шт.), пресс-контейнеры для сбора ВМР объемом 12 м³ и 20 м³ (10 шт.), мусоровозы (3 автомобиля), вилочный погрузчик, машина по уничтожению бумажных документов (шредер), многофункциональный мусоровоз с прицепом и комплектом скатывающихся контейнеров (8 шт.) для сбора и перевозки отходов.

Также необходимо отметить, что в 2015 году КУМПП «Брестское городское ЖКХ» заняло первое место в республиканском конкурсе как организация, достигшая наилучших показателей в работе по максимальному извлечению вторичных материальных ресурсов из коммунальных отходов.

В 2015 году СООО «ПП Полесье» приобретена и введена в эксплуатацию мобильная щековая дробильная установка первичного дробления на гусеничном ходу Sandvik OJ 330, предназначенная для дробления строительных отходов. СООО «ПП Полесье» производит прием на переработку строительных отходов от субъектов хозяйствования. В 2015 году переработано около 70 000 тыс. тонн строительных отходов.

В настоящее время на территории Брестской области насчитывается 28 полигонов твердых коммунальных отходов и 273 мини-полигона (в 2006 году эксплуатировались 24 полигона и 951 мини-полигон).

В прошлом году на полигоны твердых коммунальных отходов поступило 384,547 тыс. тонн отходов потребления и 109,887 тыс. тонн отходов производства (в 2014 году – 342,403 тыс. тонн отходов потребления, 102,042 тыс. тонн отходов производства).

Захоронение отходов на полигонах ТКО является самым дешевым способом снижения вредного воздействия отходов на окружающую среду, данный способ широко распространен во всем мире.

Основные проблемы захоронения твердых коммунальных отходов заключаются в том, что, во-первых, полигоны требуют отведения значительных площадей, и, во-вторых, при удалении отходов происходит безвозвратная потеря содержащихся в них полезных компонентов.

В настоящее время проблемным вопросом является строительство новых полигонов ТКО в городах Ганцевичи, Дрогичин, Ивацевичи, Кобрин и Столин. Данные полигоны практически исчерпали свой ресурс. Вместе с тем они продолжают функционировать по причине оставшейся «фактической» мощности.

Несмотря на то, что коммунальные отходы могут быть использованы в качестве вторичного сырья, основная их часть вывозится на полигоны для захоронения, что приводит к выводу из оборота значительного количества земель и увеличению степени загрязнения окружающей среды.

В настоящее время в области созданы и функционируют около 2 тысяч заготовительных пунктов приема ВМР, из них 93% принадлежит облпотребсоюзу, 4,3% – организациям ЖКХ, 0,4% – ОАО «Брестоблресурсы», 2,3% – иным организациям. Около 98% заготовительных пунктов являются стационарными.

Основные виды вторичных материальных ресурсов представлены отходами бумаги, картона, стекла, полимеров, текстиля, резины. Видовой состав отходов различен и варьируется в зависимости от уровня экономического развития.

В области действуют следующие механизмы вовлечения вторичных материальных ресурсов в гражданский оборот:

- сеть приемных (заготовительных) пунктов сбора (заготовки) вторичного сырья;

- система раздельного сбора (заготовки) коммунальных отходов посредством установки специальных контейнеров для сбора отдельных видов вторичного сырья;

- сортировка отходов на станциях (пунктах) сортировки коммунальных отходов.

Анализ работы сортировочных (досортировочных) станций отходов показывает, что только 35% поступающих отходов производства и потребления на полигоны ТКО области проходят через станции сортировки, а 65% образующихся отходов поступают сразу на объекты захоронения.

Извлечение вторичных материальных ресурсов из состава твердых коммунальных отходов в целом по области за 2015 год составило - 41,4% (в 2014 году 40%).

В рамках выполнения мероприятий Государственной программы сбора (заготовки) и переработки вторичного сырья в Республике Беларусь на 2009 – 2015 годы заготовительными предприятиями, с учетом индивидуальных предпринимателей, работающих по прямым договорам, в 2015 году было собрано и передано на переработку:

- отходов бумаги и картона 41,153 тыс. тонн (71,9 %) при годовом плане 57,2 тыс. тонн;

- отходов стекла 21,257 тыс. тонн (101,2 %) при годовом плане 21 тыс. тонн;

- полимерных отходов 6,183 тыс. тонн (154,6 %) при годовом плане 4,0 тыс. тонн;

- текстильных отходов 1,929 тыс. тонн (101,6 %) при годовом плане 1,9 тыс. тонн;

- изношенные шины 5,86 тыс. тонн (102,9 %) при годовом плане 5,7 тыс. тонн;

- строительных отходов 82,962 тыс. тонн (156,5 %) при годовом плане 53 тыс. тонн.

УДК 579.843.95.083.13 .

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ПРИЕМОВ И ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Поддубная О.В., Ковалева И.В., Булак Т.В.

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, olga.gorki@mail.ru

The article presents the results of researches of the effect of various agro-reclamation techniques on the content of mobile forms of heavy metals in soil and their accumulation in the green onions.

Введение

Одной из основ устойчивого развития любой страны является организация рационального использования и охраны природных ресурсов, составной частью которых являются земли. Принятию управленческих решений, связанных с реализацией действий на земле, в обязательном порядке должен предшествовать анализ данных о ее состоянии. Согласно Государственному земельному кадастру Республики Беларусь, в 2012 г. площадь земель страны составила 20760,0 тыс.га [1, 4].

Интенсификация сельского хозяйства, переход к индустриальным методам производства, создание крупных агропромышленных и животноводческих комплексов, широкий размах мелиоративного строительства и химизации сельскохозяйственных угодий в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны требуют особенно внимательного и бережного отношения к почве, как к средству производства и условий существования. Охрана почв, их рациональное использование имеют первостепенное значение для экономического и социального развития страны. Значение современного состояния почвенных ресурсов, их рациональное использование, бережное отношение к ним послужат приумножению их плодородия. Именно почвенный покров в конечном итоге принимает на себя давление потока промышленных и коммунальных выбросов и отходов, выполняя важнейшую роль буфера и детоксиканта [2, 3].

Почва аккумулирует тяжелые металлы, пестициды, углеводороды, детергенты и другие химические загрязняющие вещества, предупреждая тем самым их поступление в природные воды и очищая от них атмосферный воздух. В Беларуси производится агрохимическое картирование на содержание цинка и меди и уже установлено, что 260 тыс. га сельскохозяйственных угодий загрязнено медью и 179,3 тыс. га – цинком. Площадь почв в республике, загрязненных от различных источников свинцом в настоящее время ориентировочно составляет 100 тыс. га, а кадмием – 45 тыс. га. Расчет статей баланса тяжелых металлов в Беларуси за 30 лет показал, что скорость их аккумуляции в поверхностном слое имеет положительное значение: для Cd – 5,1 г/га, Pb – 162,1; Zn – 692,3; Cu – 192 г/га в год. По данным Головатого С.Е., приход тяжелых металлов с атмосферными осадками в Беларуси в среднем составляет Cd – 3,44 г/га, Pb – 128,7, Zn – 498,4 и Cu – 49,2 г/га [3].

В Институте почвоведения и агрохимии детальные исследования загрязнения сельскохозяйственных земель тяжелыми металлами проводились в 1995-2005 г. По данным ученых в сельхозземлях в зонах влияния крупных промышленных центров загрязнение почв тяжелыми металлами имеет радиус 10 км и более. Особую опасность представляет свинец, содержание которого в среднем в 1,3–1,7 выше фона, на отдельных участках – выше ОДК, а также цинк и кадмий. В сельхозугодьях, расположенных вдоль дорог, ширина загрязнения может достигать 50 м. Здесь основным загрязнителем является свинец, концентрации которого превышает фоновые значения в 1,7–3,8 раза. По предварительным оценкам общая площадь сельхозугодий, загрязненных тяжелыми металлами, в основном свинцом, цинком и кадмием, составляет около 150 тыс. га или 1,9% площади угодий. Экспертная оценка показывает, что почвы с высоким уровнем содержания кадмия занимают площадь около 9,4 тыс.га, свинцом – 65,7 тыс. га [2 5].

По результатам локального мониторинга земель установлено, что преобладающим загрязняющим веществом в почвах предприятий машиностроительного комплекса является цинк и кадмий. Выявленные в 2012 г. валовые концентрации цинка изменялись в диапазоне от 0,2 до 12 ОДК [4].

Поэтому, учитывая актуальность экологической проблемы, цель данной работы – определить наиболее эффективные агромелиоративные приемы по уменьшению содержания подвижных форм Cu, Pb, Zn, Cd в почве и накопление в растениях зеленого лука.

Основная часть

Авторами был проведен вегетационный опыт с луком, в котором изучалось влияние загрязнения дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы медью, цин-

ком, свинцом и кадмием на урожайность зеленого лука (перо), содержание подвижных форм ТМ в почве и накопление тяжелых металлов в растениях. Опыт проводился в сетчатом павильоне в сосудах, вмещающих 6 кг почвы. Для получения достоверных экспериментальных результатов применялись метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии и метод дисперсионного анализа.

Во всех вариантах опыта применялись минеральные удобрения в форме аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия в дозе N – 0,06, P₂O₅ – 0,06 и K₂O – 0,06 г/кг почвы. Уровень кислотности (рН) дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы был равен 5,4, содержание фосфора составляло 24,2 мг P₂O₅ на 100 г почвы и содержание калия – 17,5 мг K₂O на 100 г почвы.

Создание разных уровней по загрязнению дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы цинком, медью, свинцом и кадмием производилось путем внесения 150 мг/кг почвы свинца, кадмия – 2, меди – 150 и цинка 250мг/кг. Тяжелые металлы вносились в виде солей Pb(CH₃COO)₂·3H₂O, CdSO₄·8H₂O, CuSO₄·5H₂O, ZnSO₄·7H₂O. В качестве детоксикантов использовались 60 т/га навоза, 6 т/га извести, 60 т/га мелиоранта (органо-минеральная смесь) на основе-доступного природного сырья торфа, сапропеля и глинистых минералов.

Для снижения содержания подвижных форм тяжелых металлов в загрязненной почве в проведенных исследованиях применялись следующие агро-мелиоративные приемы: внесение навоза, известкование, внесение органо-минерального состава (ОМС) или мелиоранта и совместное внесение извести и мелиоранта

Результаты влияния применения различных агро-мелиоративных приемов на содержание подвижных форм меди в почве и накопление ее в растениях зеленого лука приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние различных агро-мелиоративных приемов на содержание подвижных форм меди в почве и накопление ее в растениях зеленого лука

Варианты опыта	Содержание меди в почве, мг/кг	Содержание меди в растениях лука, мг/кг сухого вещества
Фон I – контроль	8,30	10,37
Cu ₁₅₀	167,50	29,22
Cu ₁₅₀ + навоз 60 т/га	118,30	21,44
Cu ₁₅₀ + CaCO ₃ 6 т/га	131,14	23,59
Cu ₁₅₀ + мелиорант 60 т/га	102,31	17,51
Cu ₁₅₀ + CaCO ₃ 6 т/га + мелиорант 60 т/га	93,26	16,53

Взятая для опыта дерново-подзолистая среднесуглинистая почва имела фоновое содержание меди 8,30 мг/кг почвы. Внесение в почву 150 мг/кг почвы Cu увеличивало содержание подвижных форм в 20,2 раза и привело к сильному загрязнению ее данным тяжелым металлом. Содержание меди в почве в этом варианте опыта превышало ОДК (10мг/кг почвы) в 33,5 раза, но содержание меди в зеленом луке возросло только в 2,8 раза по сравнению с контролем. Эти данные свидетельствуют о том, что защитный механизм растений довольно свободно справляется с высокими концентрациями меди в почве.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективными приемами снижения накопления меди в растениях лука было внесение навоза и применение органо-минерального состава (ОМС) в дозе 60 т/га. Наилучший же результат дало совместное внесение извести и мелиоран-

та в загрязненную почву. Подвижность меди в почве под влиянием совместного применения ОМС и извести снизилась на 44,3%, при применении органоминерального состава – на 38,9%, 6 т/га CaCO₃ – на 21,7%, 60 т/га навоза - на 29,3%. В варианте с внесением в загрязненную почву 6 т/га CaCO₃ и 60 т/га мелиоранта накопление меди в растениях лука снизилось на 43,4%. При внесении ОМС данный показатель снизился на 40,1%, извести – на 19,3%, навоза – на 26,6%.

МДУ меди в овощных культурах составляет 5 мг/кг сырой массы. С учетом того, что содержание меди в наших опытах в растениях зеленого лука приведено в мг/кг сухой массы, в варианте с совместным применением 6 т/га CaCO₃ и 60 т/га мелиоранта и в варианте с применением 60 т/га органоминерального состава содержание Cu в растениях лука не превышает МДУ для овощных культур.

Таким образом, применение органоминерального состава в чистом виде и совместно с известью дает возможность вырастить зеленый лук даже на почвах с очень сильным загрязнением медью с допустимым содержанием данного тяжелого металла в продукции.

Опытная дерново-подзолистая среднесуглинистая почва имела фоновое содержание цинка 10,33 мг/кг почвы. Внесение в почву 250 мг/кг почвы цинка привело к увеличению содержания в почве его подвижных форм в 20 раз и превысило ОДК (10мг/кг почвы) в почве в 20,6 раза. Применение 60 т/га навоза, 6 т/га извести и 60 т/га органоминерального состава (мелиоранта) существенно снижало подвижность цинка в почве. Особенно сильно она снижалась (более чем в 2 раза) при внесении мелиоранта и извести. Цинк был менее токсичным для растений зеленого лука, чем Cu, Pb и Cd, но более активно по сравнению с ними поступал в растения.

Данные опыта по применению различных агрономелиоративных приемов на содержание подвижных форм цинка в почве и накопление ее в растениях зеленого лука приведены в таблице 2.

В нашем опыте при совместном применении ОМС и извести и одиночном применении мелиоранта содержание цинка в зеленом луке снизилось соответственно до 64,6 и 87,16 мг/кг сухой массы растений. Если это содержание пересчитать на сырую массу зеленого лука, то данный показатель укладывается в допустимые рамки для овощных культур (МДУ цинка в овощных культурах установлено в размере 50 мг/кг сухой массы).

Таблица 2 – Влияние различных агрономелиоративных приемов на содержание подвижных цинка в почве и накопление его в растениях зеленого лука

Варианты опыта	Содержание цинка в почве, мг/кг	Содержание цинка в растениях лука, мг/кг сухого вещества
Фон I – контроль	10,33	28,24
Zn ₂₅₀	206,56	174,83
Zn ₂₅₀ + навоз 60 т/га	171,80	122,71
Zn ₂₅₀ + CaCO ₃ 6 т/га	158,08	120,15
Zn ₂₅₀ + мелиорант 60 т/га	127,48	87,16
Zn ₂₅₀ + CaCO ₃ 6 т/га + мелиорант 60 т/га	107,33	64,6

Результаты влияния применения различных агрономелиоративных приемов на содержание подвижных форм свинца в почве и накопление ее в растениях зеленого лука приведены в таблице 3.

МДУ содержания свинца в овощах достаточно жесткое (0,3 мг/кг сырой массы) и применение наиболее эффективных из изучаемых в опыте агрономелиоративных

приемов снижения накопления свинца не дало также возможности получить зеленый лук с уровнем содержания свинца, не превышающим установленный.

Таблица 3 – Влияние различных агрономелиоративных приемов на содержание подвижных свинца в почве и накопление его в растениях зеленого лука

Варианты опыта	Содержание свинца в почве, мг/кг	Содержание свинца в растениях лука, мг/кг сухого вещества
Фон I – контроль	4,32	0,25
Pb ₁₅₀	80,60	6,9
Pb ₁₅₀ + навоз 60 т/га	52,43	5,26
Pb ₁₅₀ + CaCO ₃ 6 т/га	46,75	4,33
Pb ₁₅₀ + мелиорант 60 т/га	47,18	3,39
Pb ₁₅₀ + CaCO ₃ 6 т/га + мелиорант 60 т/га	46,11	0,21

Взятая для опыта дерново-подзолистая среднесуглинистая почва имела фоновое содержание свинца 4,32 мг/кг почвы. Внесение в почву 150 мг/кг почвы свинца увеличивало содержание в почве его подвижных форм в 18,7 раз и превысило ОДК (5 мг/кг почвы) для суглинистых почв в 3,2 раза. Применение 60 т/га навоза, 6 т/га извести и 60 т/га органо-минерального состава (мелиоранта) существенно снижало подвижность свинца в почве. Наиболее значительное снижение подвижность свинца в проведенном исследовании наблюдалось при внесении в загрязненную почву извести и извести совместно с ОМС (в 1,7 по сравнению с вариантом Pb₁₅₀)

Как уже упоминалось, основная часть свинца депонируется в корнях, и только 1–2% переходит в надземные органы. При высокой концентрации свинец угнетает ростовые процессы, вызывает нарушения в пигментных комплексах и уменьшает содержание хлорофилла в тканях, витамина С и провитамина А. Как показывают полученные данные, на сильно загрязненных свинцом почвах накопление этого элемента в сухой массе растений зеленого лука возросло в 27,6 раза. Внесение навоза, извести и мелиоранта существенно снижало накопление свинца в полученной продукции. Наиболее существенным оно было при одиночном применении мелиоранта известкование и совместном применении извести и органо-минерального состава. В этих вариантах опыта значения показателей содержания свинца в растениях зеленого лука были близки между собой и снизились в 2 раза по сравнению с вариантом Pb₁₅₀.

Кадмий-токсичный, тератогенный, канцерогенный ТМ. Высокая токсичность кадмия для растений объясняется его антагонизмом по отношению к цинку, т.е. кадмий способен замещать цинк в некоторых биохимических процессах и нарушать работу ферментов, связанных с дыханием, белковым обменом и другими физиологическими процессами.

Сведения о результатах влияния применения различных агрономелиоративных приемов на содержание подвижных форм меди в почве и накопление ее в растениях зеленого лука приведены в таблице 4.

Взятая для проведения исследований дерново-подзолистая среднесуглинистая почва имела повышенное содержание кадмия 0,24 мг/кг почвы. Дополнительное внесение в почву 2 мг/кг почвы кадмия увеличивало содержание в почве подвижных форм этого элемента в 7,6 раз в результате чего данный показатель превысил ОДК(0,04 мг/кг) для суглинистых почв в 45,8 раз.

Таблица 4 – Влияние различных агрономелиоративных приемов на содержание подвижных кадмия в почве и накопление его в растениях зеленого лука

Варианты опыта	Содержание кадмия в почве, мг/кг	Содержание кадмия в растениях лука, мг/кг сухого вещества
Фон I – контроль	0,24	0,19
Cd ₂	1,83	0,79
Cd ₂ + навоз 60 т/га	1,35	0,48
Cd ₂ + CaCO ₃ 6 т/га	1,48	0,46
Cd ₂ + мелиорант 60 т/га	1,22	0,39
Cd ₂ + CaCO ₃ 6 т/га + мелиорант 60 т/га	1,11	0,34

На почвах с сильным загрязнением кадмием более эффективным оказалось применение органо-минерального составов в чистом виде и совместно с известью. Использование данных агрономелиоративных приемов давало возможность снизить содержание подвижных форм данного металла в 1,5 и 1,6 раза соответственно по сравнению с загрязненной почвой.

Кадмий активно поступал в растения лука. В варианте с внесением 2 мг/кг почвы кадмия его содержание в сухой массе зеленого лука возросло в 4,2 раза по сравнению с контролем. Внесение 60 т/га навоза, 6 т/га извести, 60 т/га мелиоранта в чистом виде и совместно ОМС и извести снизили содержание кадмия в сухой массе растений зеленого лука в 1,6, 1,7, 2 и 2,3, раза соответственно. Для овощных культур МДУ кадмия составляет 0,03 мг/кг сырой массы. Таким образом, на сильно загрязненных кадмием почвах не один из изучаемых приемов не дал возможность получить зеленый лук с допустимым уровнем содержания кадмия.

Заключение

Таким образом, судя по результатам проведенного исследования, можно сделать вывод, что наиболее эффективными агрономелиоративными приемами по снижению содержания подвижных форм ТМ в загрязненной почве и накопление их в растениях зеленого лука являлись применение органо-минерального составов в чистом виде и совместно с известью.

Использование различных агрономелиоративных приемов на землях, загрязненных тяжелыми металлами, способствует снижению подвижности и фитотоксичности поливалентных металлов, препятствует их поступлению в растения.

Список литературы

1. Биохимические и микробиологические критерии оценки плодородия почв и нормирования антропогенной нагрузки : (методические рекомендации) / [В.В. Лапа и др.] ; РУП "Институт почвоведения и агрохимии". – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2015. – 40 с.
2. Гогмачадзе, Г.Д. Деградация почв: причины, следствия, пути снижения и ликвидации / Г.Д. Гогмачадзе ; [под общ. ред. Д.М. Хомякова ; предисловие: Д.М. Хомяков]. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 2011. – 268 с.
3. Головатый, С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С. Е. Головатый, // РУП «Институт почвоведения и агрохимии» – Минск, 2002
4. Помелов, А.С. Структурирование земельных ресурсов и регулирование землепользования в Беларуси / А.С. Помелов // ОО "Земельная реформа". – Минск : РУП "БелНИЦзем", 2013. – 523 с.
5. http://agrobeltarus.by/articles/nauka/otsenka_zagryaznennykh_selskokhozyaystvennykh_zemel_v_beltarusi/

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИГМЕНТОВ В ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМАХ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ

Поддубная О.В., Мохова Е.В.

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, olga.gorki@mail.ru

The article describes the bio-ecological aspects of the pigments in plant defense mechanisms of photosynthesis.

Введение

Растения с генетическими изменениями рассматриваются как мощный инструмент для изучения регуляции процессов фотосинтеза и сети механизмов, вовлеченных в различные ответные реакции на стресс. Однако при всех блестящих работах на молекулярно-генетическом уровне остается много нерешенных проблем на уровне организма и тех физиологических механизмов, которые обеспечивают включение защитных реакций и их функционирование в различных условиях среды. Особое внимание в современной литературе уделяется проблеме влияния на растение неблагоприятных климатических условий и факторов антропогенной природы. Насколько универсальны те системы, которые природа вложила в растительные организмы для реакции на природные факторы, и как они будут справляться с антропогенным воздействием? Этот вопрос остается открытым. Спектр стрессовых воздействий очень широк и даже на уровне одного фактора возникает очень много принципиальных отличий в реакции различных видов растений, которые могут решаться только экспериментальным путем [2,3]. Кроме того, многие аспекты, связанные со скоростью развития и длительностью действия защитных механизмов и их зависимостью от вида и жизненной формы растения, остаются до конца невыясненными. Все эти вопросы ставят проблему изучения реакции растительного организма на стрессовые воздействия в число современных и актуальных [6].

Основная часть

Большое прикладное значение имеет сравнительное изучение фотосинтетического аппарата и механизмов его адаптации у хвойных древесных и травянистых злаковых растений при действии неблагоприятных природных и антропогенных факторов. Полученные экспериментальные данные дополняют и расширяют современные представления об адаптивных возможностях фотосинтетического аппарата древесных хвойных и травянистых злаковых растений при действии неблагоприятных природных и антропогенных факторов и могут быть использованы при чтении базового курса и спецкурсов по физиологии растений в вузах [3,14].

В природных условиях растения подвергаются воздействию многих неблагоприятных факторов, в том числе таким, как избыточное освещение, субоптимальная температура, засуха, ограничение в минеральном питании, насекомые- вредители и болезни. Растения, находящиеся под влиянием одного из этих стрессов, становятся более восприимчивыми к действию другого, дополнительного стресса. Растения, подвергшиеся природному стрессу, более

предрасположены к повреждению антропогенными стрессами, например атмосферному загрязнению. Избыточная освещенность имеет большее повреждающее воздействие, когда атмосфера загрязнена поллютантами, такими как NO и NO₂ [8,9,14]. При воздействии низких температур даже умеренная освещенность может привести к фотоингибированию [9,10,12].

Свет и температура имеют прямое влияние на процесс фотосинтеза, в то время как другие неблагоприятные факторы могут изменять фотосинтетическую активность непрямым путем, опосредованно. Следовательно, знание физиологических процессов, протекающих в растении в условиях природного стресса, является необходимой предпосылкой для понимания изменений и повреждений, вызываемых антропогенными факторами [2].

Обнаружена возможность повышения устойчивости растений к действию одного фактора (засоление или температура) с помощью другого (низкая или высокая закаливающая температура). У некоторых видов растений холодовая закалка способствует повышению устойчивости к высоким температурам [5,7,12,13].

Адаптационные возможности ассимиляционного аппарата растений включают как иммобилизацию уже имеющихся приспособительных процессов, так и новые защитные механизмы. Одни из них активируются как ответная реакция на любой стресс, другие (структурные, физиологические и биохимические перестройки) могут быть следствием специфической реакции на тот или иной стресс.

Особый интерес в этой ситуации представляет роль фотосинтетических пигментов – компонентов фотосинтетических структур (фотосистем I и II и светособирающих комплексов). Как известно, функция хлорофилла а заключается в поглощении света с участием дополнительных, светособирающих пигментов (хлорофиллов в, каротиноидов, фикобиллинов) и трансформации энергии света в химическую энергию [4,6,7,11]. Способны ли фотосинтетические пигменты каким-то образом сами регулировать поток световой энергии, поглощаемой и превращаемой в химическую энергию, с целью избежания повреждений, вызываемых избытком света? Многие исследования и выстроенные на их основе гипотезы активации защитных реакций позволяют утвердительно ответить на этот вопрос [1,3,11,12].

Количество поглощенной энергии может быть снижено посредством уменьшения светособирающих комплексов (снижение количества содержащихся в них пигментов), их Ш) реорганизации. Избыточная поглощенная энергия может быть рассеяна в виде тепла, как самими реакционными центрами, так и из светособирающих комплексов [7,8,13]. Предполагается, что в рассеивание энергии из светособирающих комплексов вовлечен виолаксантиновый цикл. Защитная роль виолаксантинового цикла в условиях избыточной освещенности ясна. Активность пигментов виолаксантинового цикла в условиях других стрессов изучается давно и широко, но окончательного решения вопроса о его роли при воздействии того или иного фактора, как и о точном механизме тушения, нет. [4,5,7,10]

Виолаксантиновый цикл обнаружен в хлоропластах различных фотосинтезирующих организмов: высших растений, мхов, зеленых и бурых водорослей. У диатомовых водорослей, эвгленовых и некоторых других существует аналогичный цикл, но в превращениях участвуют другие эпоксиоксантофиллы: диатоксантин и диадиноксантин [16]. В определенных условиях диатомовые водоросли могут иметь как виолаксантиновый, так и диадиноксантиновый цикл [9,10]

Организация ксантофиллов, участвующих в виолаксантинцикле, довольно сложна. Около 1% виолаксантина находится в оболочках хлоропластов [12] и этот виолаксантин дезэпоксируется без стехиометрического увеличения зеаксантина. Большинство пигментов виолаксантинцикла локализуется в тилакоидных оболочках. Дезэпоксидация виолаксантина происходит как в тилакоидах гран, так и в тилакоидах стромы [2,8,11]. О распределении пигментов цикла среди пигментов белковых комплексов много противоречивых сообщений. Как известно, светособирающий комплекс состоит из нескольких слоев [9,13]. Внутренний слой состоит из хлорофилла а, р-каротина и связанных с ними белков. При фракционном разделении пигмент-белковых комплексов значительная часть пигментов цикла находилась в свободном состоянии, но, возможно, они освобождались во время экстракции. Нужно отметить, что виолаксантинцикл может функционировать при отсутствии связанных с пигментами белков, именно они являются более эффективными как в светособирающей, так и в фотозащитной функции.

Общее содержание пигментов цикла варьирует в зависимости от вида растений и условий среды. Их количество увеличивается как в высших растениях [2,16], так и в зеленых водорослях *Chlorella* [12] при сильном увеличении освещенности, а также в некоторых других неблагоприятных условиях [8,13].

Большинство информации о регуляции виолаксантинцикла получено из опытов с высшими растениями. Внешние факторы, от которых главным образом зависит функционирование цикла, - это свет, температура и состав газовой среды, внутренние - рН, наличие кофакторов и активность энзимов.

Связь ксантофиллового цикла с процессом фотосинтеза считается установленной, но роль его в этом процессе еще до конца не ясна. Идея об участии виолаксантинцикла в выделении кислорода в процессе фотосинтеза возникла у М. Кальвина и Д. И. Сапожникова [9] при рассмотрении прежде всего химического строения ксантофиллов этого цикла. Было установлено, что место действия цикла находится вблизи кислородвыделяющих систем. Так, было обнаружено, что удаление из исследуемого растения марганца сильно нарушало работу виолаксантинцикла. Было показано, что реакции превращения ксантофиллов могут быть заторможены теми же ингибиторами, которые подавляют выделение кислорода при фотосинтезе (гидроксиламин и диурон).

Большая часть информации о роли ксантофиллового цикла в фотозащите получена методом флуоресцентного анализа. Флуоресценция хлорофилла при комнатной температуре соответствует части световой энергии, улавливаемой фотосинтетическими пигментами и, в основном, испускается из ФС II [8,9]. Флуоресценция низка, когда абсорбируемая энергия эффективно используется в фотохимии (фотохимическое тушение) или в других процессах, суммарно называемых нефотохимическое тушение. Экспериментально фотохимическое тушение может быть снижено до нуля посредством насыщающих световых импульсов, и в этом случае может быть оценено нефотохимическое тушение [7,11].

Эти противоречивые и разрозненные данные были объединены в схему термического рассеивания энергии, которая требует дальнейших исследований [2,5,13]. Структурно-функциональные перестройки фотосинтетического аппарата, происходящие в период подготовки к зимнему покою, являются более долговременными по сравнению с работой быстрообратимого ксантофиллового цикла [1,9,12,13].

Если стратегия хвойных заключается в снижении фотосинтетической активности в зимний период и защите ассимиляционного аппарата от деструкции, то травянистые растения стремятся к наиболее успешной функциональной адаптации к действию низких температур, с «наименьшими потерями» в интенсивности фотосинтеза, что и было обнаружено в опыте по действию низкой закалывающей температуры на *Triticum aestivum* L. [14]. В результате проведенных экспериментов обнаружено, что результатом холодового закалывания *Triticum aestivum* L. являлось усиление утилизации поглощенной энергии фотохимическим путем (оцениваемое по увеличению коэффициента фотохимического тушения), которое оказалось достаточным для нормального функционирования растений, и включение дополнительных механизмов (рассеивание энергии из реакционных центров или зеаксантинзависимое тушение) в этих условиях не потребовалось [14].

Результат действия отрицательных температур на *Triticum aestivum* L. зависел от уровня освещенности. Увеличение интенсивности фотосинтеза через 12 часов в последствии темноты (отсутствие светового стресса) можно объяснить активизацией в этих условиях метаболических процессов, для формирования которых необходима энергия. Однако продолжительность адаптивных изменений зависит от времени действия стрессового фактора, после определенного лимита, после которого наступает истощение. Когда пределы адапционной возможности у пшеницы были превышены (после 24 часов), наступило устойчивое ингибирование фотосинтеза [14].

Обнаружены различия в сезонной динамике содержания пигментов между древесными хвойными и травянистыми растениями, произрастающими в условиях загрязнения. Так, у *Festuca pratensis* Huds. в начале вегетационного сезона содержание хлорофиллов было снижено в условиях загрязнения, а у хвойных – повышено [10,14]. Данные по влиянию загрязнения на различные параметры, характеризующие состояние фотосинтетического аппарата, показали, что увеличение содержания каротиноидов, которое отмечается в литературе, свидетельствует в пользу гипотезы о функциональной роли пигментов виолаксантинового цикла, которая может быть связана как с усилением защитной, так и с антиоксидантной функцией [1,11,12,13].

Заключение

Фотосинтетический аппарат растений – одна из наиболее чувствительных к абиотическому стрессу клеточных систем. На всем протяжении процесса вегетации растения подвержены негативному воздействию стрессовых факторов различной природы, что приводит к снижению продуктивности за счет ингибирования роста и фотосинтеза. Изучение путей повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды относится к числу приоритетных направлений современной физиологии растений.

Из совокупности полученной информации следует, что одним из ключевых путей повышения стресс-устойчивости фотосинтетического аппарата при действии индукторов защитных систем растений является увеличение активности антиоксидантных ферментов и/или содержания низкомолекулярных антиоксидантов.

Результаты исследования фотосинтетического аппарата с учетом роли пигментов в условиях слабого и сильного загрязнения могут быть использованы в экологическом мониторинге.

Список литературы

1. Брилкина, А.А. Прооксидантно-антиоксидантное равновесие у растений при воздействии гипертермии и экзогенных фитогормонов/ Брилкина А.А. // Дис. на соис. уч. ст. канд. биол. наук. – Н. Новгород. – 2002. –163 с.
2. Пронина, Н.Б. Экологические стрессы / Н.Б. Пронина– М.: МСХА, 2010. – 310 с.
3. Сафин, Р.И. Оптимизация минерального питания и защиты растений в адаптивных технологиях возделывания картофеля в лесостепи Поволжья / Р.И. Сафин // Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. – Казань, 2002. - 45 с.
4. Сухенко, Л.Т. Особенности взаимодействия некоторых биологически активных веществ растений и бактерий / Л.Т. Сухенко, Г.Н. Назарова, М.А. Егоров, А.М. Имашева // Актуальные вопросы экологии и природопользования: Тез. докл. Междунар. научно-практической конф. – Ставрополь, 2005. – С. 244-245.
5. Таланов, И.П. Теоретическое обоснование и приемы формирования высокопродуктивных ценозов яровой пшеницы в лесостепи Поволжья / И.П. Таланов // Автореф. дис. докт. с.-х. наук. – Казань, 2003. – 39 с.
6. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушина.– М.: Колос, 1998. - 640 с.
7. Усманов, И.Ю., Рахманкулова, З.Ф., Кулагин, А.Ю. Экологическая физиология растений. – М.: Логос, 2001. – 213 с.
8. Якушкина, Н.И. Физиология растений / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. – М.: Владос, 2005. – 463 с.
9. Bao, Y., Williamson, G., Mannenrvik, B., Jemth, P. Reduction of thymine hydroperoxide by phospholipids hydroperoxide glytathione peroxidase and glutathione transferases // FEBS Lett. 1997. – V. 410, №2-3. – P. 210-212.
10. . Bowler, C., Mntagu, M., Inze, D. Superoxide dismutase and stress tolerance // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 1992. - V. 43. – P.83-116.
11. Cerutti, P. A. Prooxidant states and tumor promotion // Science. 1985. – V. 227. – P. –375-381.
12. Chernikova, T. Ozone tolerance and antioxidant enzyme activity in soybean cultivars / T.Chernikova, J.M. Robinson E.H., Lee // Photosynth. Res. 2000. - V. 64. – P. 15-26.
13. Corpas, F.J. Peroxisomes as a source of reactive oxygen species and nitric oxide signal molecules in plant cells/ F.J. Corpas, J.B.Barroso, L.A. del Rio // Trends Plant Sci.-2001. – V. 8. – №4 – P. 145-150.
14. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissertat.com/content/fotosinteticheskii-apparat-rastanii-pri-vozdeistvii-razlichnykh-neblagopriyatnykh-faktorov#ixzz43ZD9ibsN>

УДК 504.064

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АГРОСФЕРЫ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ УРБОСИСТЕМ

Прищеп А.Н.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г.Ровно, Украина, a.m.pryshchera@nuwm.edu.ua

Approaches for selection of indicators using and water pollution resources of hierarchical level of administrative – territorial units in the context of sustainable development in the article were studied. The indicator approach for water pollution monitoring of agrosphere within influenced zone of Urban System was proposed.

Введение

Изменение окружающей среды, истощение природных ресурсов, снижение биоразнообразия, приводят к образованию локальных, региональных и глобальных экологических проблем, решение которых является одной из приоритетных задач при обеспечении экологической безопасности и устойчивого развития региона, страны [1,5]. Водные ресурсы выполняют значительную роль в развитии агросферы, это не только часть природных запасов воды, используемой биотической составляющей этой системы, но и социально-экономическая категория, которая тесно связана с развитием общественного производства (агропромышленного, промышленного) и человеческого общества [6,7]. Значительные изменения водных объектов вызывают урбанизированные территории, которые формируют влияния на водные ресурсы через забор и сброс воды [8,9]. Поэтому возникает необходимость в комплексном исследовании использования как водных ресурсов (поверхностных и подземных вод) как урбосистемы, так и прилегающей к городу агросферы и подборе экологических индикаторов для мониторинга состояния водных ресурсов агросферы. Под мониторингом водных ресурсов понимаем систему непрерывного (текущего) и комплексного отслеживания состояния водных ресурсов, контроля и учета количественных и качественных характеристик во времени, взаимообусловленного воздействиями и изменениями потребительских свойств, а также систему прогноза сохранения и развития в разных режимах использования [2]. При этом функция мониторинга заключается в регулярном сборе и анализе данных (индикаторов) об экологических изменениях состоянии водных объектов, воздействия на них антропогенных комплексов, с целью сбалансированного использования и охраны водных ресурсов. Как показывает анализ последних исследований международными, региональными организациями накоплен значительный опыт разработки, внедрения и использования экологических индикаторов. Этот опыт является надежной базой для разработки национальной системы индикаторов устойчивого развития (на региональном и локальном уровнях) как обязательного компонента стратегии устойчивого развития Украины [1-6, 10]. Вместе с тем, сегодня недостаточно обоснованные базовые индикаторы, характеризующие состояние водных ресурсов и могут быть использованы для прогнозирования экологических изменений административно-территориальных единиц, регионов, государства в целом.

Целью работы является обоснование экологических индикаторов для мониторинга состояния водных ресурсов агросферы зоны влияния урбосистемы (ЗВУ). Объектом исследования являются формирование системы мониторинга водных ресурсов. Предметом исследования является отслеживание изменения состояния водных ресурсов. Методы исследования: теоретические (абстракции, аналогии, сравнений, индуктивно-дедуктивные, теоретического моделирования и др.); экспериментальные (сбор и анализ статистических данных, характеризующих состояние водных ресурсов).

В результате работы были поставлены следующие задачи: проанализировать практику подбора и применения индикаторов состояния водных ресурсов при оценке состояния экологической подсистемы, провести характеристику использования и состояния водных ресурсов агросферы ЗВУ и предложить индикаторы для осуществления мониторинга агросферы.

Основная часть

Установлено, что индикаторы имеют такие свойства как простота интерпретации, широкий размах, чувствительность к изменениям, они могут быть качественными и количественными, и направлены на оценку, прогноз состояния среды. К ним предъявлены определенные критерии подбора (рисунок 1).



Рисунок 1 – Критерии отбора индикаторов

Следует отметить, что в зависимости от роли показателя при оценке экологического состояния, индикаторы классифицируются по схеме Европейского агентства по окружающей среде PC-T-C-B-P (DPSIR): движущие силы - давление - состояние - воздействие - Реагирование [11]. Они отражают тенденции в окружающей среде по возобновлению ресурсов пресных вод, забора пресных вод, бытового водопользования в расчете на душу населения, потерь воды, повторного и оборотного использования пресной воды, качества питьевой воды. Особого внимания заслуживают показатели биохимического потребления кислорода и концентрации азота аммонийного в речной воде и биогенных веществ в пресной воде [11-13].

Индикаторы состояния водных ресурсов, как и другие, направлены на оценку состояния и отображение эффективности экологической политики по охране и сбалансированному использованию поверхностных и подземных вод. Анализ литературных источников показал, что подбор индикаторов будет зависеть от территориального уровня. Так на государственном и областном уровнях рекомендованные группы индикаторов состояния водных ресурсов (рисунок 2), которые представлены показателями характеризующими структуру и эффективность использования водных ресурсов и отображают техногенную нагрузку. Информационной базой для оценки водных ресурсов являются показатели, полученные из региональных экологических паспортов, докладов о состоянии окружающей среды и отчетов Государственного комитета статистики Украины. Иногда эти показатели невозможно использовать на низших территориальных уровнях.

Для того, чтобы оценить состояние водных ресурсов отдельных территорий на уровне административных районов, городов, сельских населенных пунктов, агросферы ЗВУ, необходимо иметь систему репрезентативных баз-

вых показателей. Следует отметить, что оценка состояния водных ресурсов на уровне административных районов, которую предложил Люльчик В.А., 2006, предусматривает использовать агрегированные индексы: 1) загрязнение поверхностных вод, которые состоят из трех агрегированных индикаторов: химического загрязнения водных ресурсов; сброса недостаточно очищенных вод; сброса неочищенных вод; 2) обеспеченности подземными водами, который состоит из трех агрегированных индикаторов, который одновременно является и базовыми индикаторами: показатель прогнозных запасов, показатель разведанных запасов, показатель качества питьевой воды. Агрегированный индикатор химического загрязнения водных ресурсов состоит из пяти базовых индикаторов - объемов сбросов азота аммонийного, сульфатов, хлоридов, взвешенных веществ и БСКп [14].



Рисунок 2 – Индикаторы состояния водных ресурсов в контексте устойчивого развития государства

Для оценки экологической подсистемы урбосистемы Брежицкая Е.А., 2010 г. [15] также использует агрегированный показатель использования водных ресурсов. Он включает три базовые показатели: забор воды с подземных водоносных горизонтов, млн.м³, потребление свежей воды, млн. м³, сбросы неочищенных сточных вод, тыс. Для сельских населенных пунктов по Клименко Л.В., 2010 г. [16] целесообразно использовать агрегированный показатель качество питьевой воды, состоящий из двух базовых: % несоответствия проб по химическим показателям и % несоответствия проб по бактериологическим показателям. Свыше сказанного следует, что для каждой административно-территориальной единицы предложены свои индикаторы использования и загрязнения водных ресурсов. Выбор этих индикаторов зависит от свойств и развития той или иной территории. Более подробно проанализируем агросферу зоны влияния урбосистемы.

Известно, что агросфера ЗВУ - это пространственная исторически сложившаяся социо-экономико-экологическая система, которая функционирует в пределах территории, подвергается воздействию урбосистемы и характеризуется определенным типом развития, степени использования природных ресурсов, типом территориальных комплексов и функциональными взаимосвязями [16]. Исследования водных ресурсов агросферы зоны влияния урбосистемы позволили сделать следующие выводы: 1) урбанизированные территории формируют влияние на водные ресурсы агросферы через забор подземных вод, изменения уровня грунтовых вод территорий водозаборов, загрязнения поверхностных вод через формирование организованных сбросов сточных вод и неорганизованных плоскостных стоков с городских территорий и мест формирования отходов; 2) отслеживается тенденция уменьшения использования свежей воды водопользователями исследуемого района и сброса сточных вод; 3) уровень загрязнения водных объектов увеличивается из-за изношенности очистных сооружений и увеличения поверхностного стока с урбанизированных территорий [17-20]. Полученные результаты исследования позволят дополнить набор показателей оценки состояния агросферы ЗВУ.

Установлено, при подборе индикаторов необходимо использовать комплексный подход, который бы учитывал основные территориальные единицы агросферы ЗВУ. К таким составляющим отнесем сельские населенные пункты, урбосистему (город), административные районы. Нами предложена система агрегированных и базовых показателей для оценки состояния и мониторинга водных ресурсов агросферы зоны влияния урбосистемы (рисунок 3). Следует отметить, что для оценки состояния и развития водных ресурсов агросферы зоны влияния урбосистемы, необходимо принимать во внимание использование воды, водоотведения формирующейся городом и административным районом.

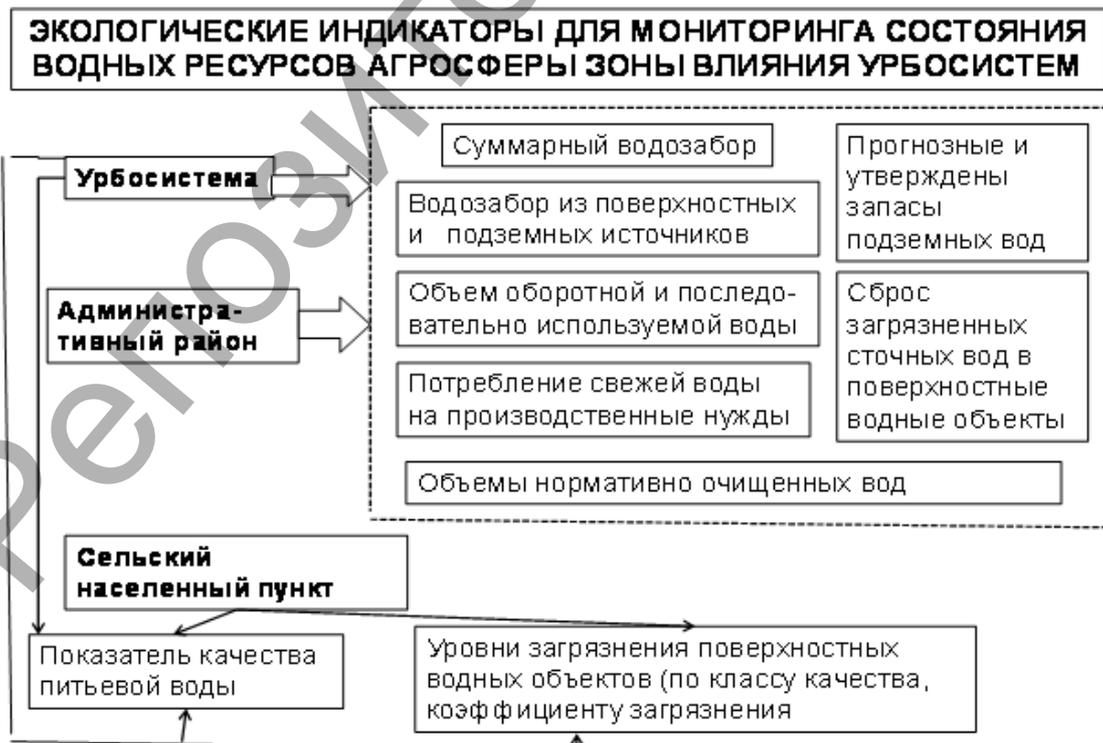


Рисунок 3 – Индикаторный подход к осуществлению мониторинга водных ресурсов агросферы зоны влияния урбосистемы.

В административном районе необходимо отслеживать запасы подземных вод. В сельских населенных пунктах, где есть поверхностные водные объекты, нужно определять качество воды и пригодность их для рекреационных целей.

Мониторинг рек, протекающих в пределах урбосистем необходимо проводить в определенных створах (вход в город - выход из города) по основным гидрохимическим показателям. Таким образом, сформируем представление о качестве воды в поверхностном объекте и отследим влияние урбосистемы на агросферу.

Заключение

В результате работы установлено, что сложившаяся система индикаторов, использование и загрязнение водных ресурсов основываются на системе статистических данных и мониторинговых исследований. Система статистической информации не отражает все аспекты состояния водных ресурсов различных территориальных уровней (систематизированы в большей степени показатели для государства, области, городов областного значения, в меньшей степени - для района, средних, малых городов, практически отсутствуют - для сельских населенных пунктов). На основе исследования водных ресурсов агросферы зоны влияния урбосистемы нами предложена система индикаторов, которая позволит осуществлять мониторинг водных ресурсов в зависимости от поставленных целей: выявление кризисных явлений, прогнозирования запланированных природоохранных мероприятий, разработки стратегий будущего развития, повышения качества управленческих решений с учетом позиций и интересов различных групп населения.

Список литературы

1. Стратегія сталого розвитку: / [Боголюбов В.М., Клименко М.О. та інші]. За ред. В.М. Боголюбова. – Херсон: Олді-плюс, 2012 – 446с.
2. Мельник, А.Г. Основи стійкого розвитку: навчальний посібник / А.Г. Мельник. – Суми : Університетська книга, 2005. – 654 с.
3. Данилишин, Б. М. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / Б.М. Данилишин, С. І. Дорогунцов. – К., 1999.
4. Долішній, М. І. Регіональні проблеми економічного і соціального розвитку країни / М. І. Долішній – К., 1991.
5. Герасимчук, З.В. Організаційно-економічний механізм формування та реалізації стратегії розвитку регіону / З. В. Герасимчук, І. М. Вахович. – Луцьк : ЛДТУ, 2002. – 248 с.
6. Прищеп, А.М. Методологія оцінки агросфери в зоні впливу урбосистем урбосистем / Збірник наукових праць "Вісник НУВГП" випуск 1 (61) 2013 р. серія "Сільсько-господарські науки". 30- 35 с.
7. Прищеп, А.М. Агросфера як об'єкт соціо-економіко-екологічного дослідження урбосистем / Збірник наукових праць "Вісник НУВГП" випуск 4 (60) 2013 р. серія "Сільськогосподарські науки". 28- 35 с.
8. Клименко, М. О. Оцінювання стану міста Рівне за показниками еколого-соціального моніторингу : монографія / М. О. Клименко, А. М. Прищеп, Н. Р. Хомич; за ред. А. М. Прищепи. – Рівне : НУВГП, 2014. – 253 с.
9. Клименко, М.О. Оцінювання стану водних екосистем за показниками біотестування : монографія / М.О.Клименко, А.М., Прищеп, О.М.Клименко Л. М. Стецюк. – Рівне : НУВГП, 2014. – 170 с.
10. Методичні вказівки з розробки регіональних стратегій сталого розвитку / [А. Г. Шапар, М. А.Ємець, П. І. Копач та ін] – Дніпропетровськ : Моноліт. – 2003. – 132 с.
11. The DPSIR Framework. Peter Kristensen. National Environmental Research Institute, Denmark. Department of Policy Analysis. European Topic Centre on Water <http://wwz.ifremer.fr/dce/content/download/69291/913220/file/DPSIR.pdf>

12. P Kristensen - National Environmental Research Institute, Denmark, 2004 - www.ifremer.fr

13. Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. Hanne Svarstad, Lars Kjerulf Petersen, Dale Rothman, Henk Siepel, Frank Watzold www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-net/former-ss/2008/10-09.2008/svarstad/literature/dpsir_lup_paper_in_press_sciencedirect.pdf

14. Люльчик, В. О. Оцінювання стану агросфери за індикаторами соціоекологічного розвитку (на прикладі Рівненської області) : автореф. дис ... канд. с.-г. наук / В. О. Люльчик . – Київ : Б.в., 2009 . – 20 с.

15. Брежицька, О.А. Оцінювання стану селітебних територій за показниками сталого розвитку (на прикладі міста Дубно Рівненської області) : автореф. дис. канд. с.-г. наук : 03.00.16 / О. А. Брежицька ; Житомир. нац. агрокол. ун-т. - Житомир, 2010. - 20 с.

16. Клименко, Л.В. Оцінка стану агросфери сільських населених пунктів за показниками стійкого розвитку: автореф. дис. канд. с.-г. наук : 03.00.16 / Л. В. Клименко; Житомир. нац. агрокол. ун-т. - Житомир, 2009. - 18 с.

17. Стецюк, Л.М. Оцінювання стану водних екосистем за показниками біотестування.: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.16 / Л. М. Стецюк; Житомир. нац. агрокол. ун-т. - Житомир, 2010. - 20 с.

18. Клименко, М.О., Прищеп, А.М. Дослідження впливу урбанізації на агросферу // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць ВИПУСК 2 (50) Рівне – 2010. 16 – 23 с.

19. Клименко, М.О., Прищеп, А.М. Просторові зміни агросфери під впливом урбанізації // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету до VI науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансованого природокористування», Кам'янець-Подільськ, 2011. 59-62 с.

20. Прищеп, А.М. Зміна стану водних ресурсів агросфери зони впливу урбосистем «Вода: проблеми та шляхи вирішення». Матеріали четвертої науково-практичної конференції.м.Рівне,4-7 липня 2013 року. – Житомир Вид-во ЖДУ ім..Франка. 77 -82 с.

УДК 631.445.15(476.7)

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Рябова Л.Н., Залыгина И.А.

Институт природопользования НАН Беларуси, г Минск, республика Беларусь, ryabova@nature.basnet.by

On the basis of geochemical data the factors of forming of natural and technogenic anomalies are educed and the geochemical state of soil cover of Pripyat Polesye of the Brest area is appraised.

Введение

Комплексные геохимические исследования компонентов ландшафтов на территории Брестской области, проведенные в 2012-2015 г.г., позволили выявить степень загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами, нитратами, сульфатами, хлоридами, нефтепродуктами. Одним из важнейших результатов этих исследований стало составление электронных карт загрязнения почвенного покрова Брестской области в масштабе 1:200 000. Территория Брестской области находится в пределах четырех геоморфологических районов (Припятское Полесье, Брестское Полесье, Предполесье и Загородье), которые значительно различаются по типам почвообразующих пород, геохимическим показателям почвенного покрова, имеют различную степень интенсивности и направленности хозяйственного использования земель.

Цель настоящей работы - выявить факторы формирования природных и техногенных аномалий и дать оценку геохимического состояния почвенного покрова Припятского Полесья – уникального природного региона Беларуси, обладающего стратегически значимым природоресурсным и производственным потенциалом развития экономики. Современный уровень развития, жизнь и деятельность населения, производимые им материальные ценности, непосредственно связаны с преобразованными территориями, прежде всего мелиорированными территориями, на которые переориентировано сельское хозяйство.

Объекты и методы исследований

Почвенный покров Припятского Полесья относится к южной педогеохимической провинции. Среди почвообразующих пород преобладают флювиогляциальные, древнеаллювиальные и озерные песчаные, реже супесчаные отложения, широкое распространение получили торфяники, в основном низинного типа. Почвы формируются под влиянием дернового, подзолистого и болотного процессов.

В процессе изучения геохимии почвенного покрова Припятского Полесья в пределах Брестской области (Пинский, Столинский и Лунинецкий районы) исследовались участки различного использования земель: лесные, аграрные (агроселитебные и агропромышленные), промышленные, saniрующие, земли различного сельскохозяйственного назначения. Отбор проб проводился по методике [1], с использованием метода «конверта». Всего было опробовано 190 почвенных образцов, из них: в Пинском районе - 75 образцов, в Столинском – 58, Лунинецком – 57 образцов.

Химические анализы выполнялись в Центральной лаборатории ГП «НПЦ по геологии», в которой имеется аккредитация на проведения подобных видов работ. Анализ микроэлементного состава почв выполнялся с использованием эмиссионного спектрального метода.

Для комплексной оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами использовался суммарный показатель загрязнения Zc [2]. При расчете суммарного показателя загрязнения для каждого почвенного образца подбирались фоновые концентрации соответствующего типа почв. Моделирование статистических поверхностей загрязнения почв по соединениям (NO^3 , SO^4 , Cl) с учетом ПДК и по суммарному загрязнению микроэлементами относительно фона (Zc) проводилось с использованием геостатистического метода интерполяции Kriging (Universal) в программной среде ArcView GIS 3.2a на электронной топографической основе масштаба 1:200 000. Доступ к данным расчета из ГИС осуществлялся с помощью драйвера Advantage Streamline SQL ODBC.

Результаты и их обсуждение

Полученные данные свидетельствуют, что значения pH, характеризующего кислотнo-щелочные условия в почвах Припятского Полесья, варьируют в пределах 4,1-8,1, превалирует слабокислая и близкая к нейтральной среда (pH в среднем 6,6). Наиболее кислые условия среды отмечены для лесных почв – средние значения pH 5,4, для почв городов установлены значения pH в среднем 7,1.

По сравнению с кларками почв Беларуси в Припятском Полесье почвы имеют более высокие средние концентрации марганца - в 2,3 раза, ванадия и меди – 1,5 раза (таблица 1), что связано с накоплением биогенных элементов при широком развитии болотных процессов.

Нитраты в экологическом отношении относятся к соединениям первого класса опасности [4]. Основными источниками поступления нитратов в почвы являются вносимые минеральные и органические удобрения. Уровень концентрации нитратов в почвах определяется характером их использования. Исследования показали, что максимальные средние концентрации нитратов харак-

терны для сельскохозяйственных земель (пашни) – 118,3 мг/кг, при этом их содержание в почвах сильно варьирует и кратность между минимальным (6,0 мг/кг) и максимальным (727,5 мг/кг) значением достигает 121. Высокие средние концентрации нитратов в почвах формируются во многом за счет органогенных (мелиорированных) почв, в которых среднее содержание составляет 114,2 мг/кг, что по сравнению с минеральными почвами (среднее 60,9 мг/кг) выше в 1,9 раз.

Таблица 1 – Средние концентрации определяемых ингредиентов в почвах Припятского Полесья в Брестской области, мг/кг

Показатель	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Zn	Pb	Cu	Ni	Mn	V	Co	Cr
Кларки почв Беларуси [3]	-	-	35	12	13	20	247	34	6	36
Средние значения n=190	40,85	76,9	39,4	11,4	19,9	18,2	574,2	49,9	4,0	35,4

Низкие концентрации нитратов характерны для лесных земель и составляют в среднем 12,5 мг/кг (при разбросе содержаний 3,8 – 62,1 мг/кг), что в 5,8 раз ниже, чем среднее значение по сельскохозяйственным землям. На территории исследованных районов наиболее высокие средние концентрации нитратов установлены в почвах, занятых под пашни: в Лунинецком районе - 162,6 мг/кг, в Столинском - 121,9 мг/кг и в Пинском районе - 82,9 мг/кг.

Геоинформационный анализ пространственного распределения данных показал, что территория загрязненных нитратами земель (более 1 ПДК) составляет порядка 1282,0 км², или 13,8 % исследованной территории, в том числе 945,8 км² приходится на сельскохозяйственные земли или 27,7 % от их общей площади (рисунок 1).

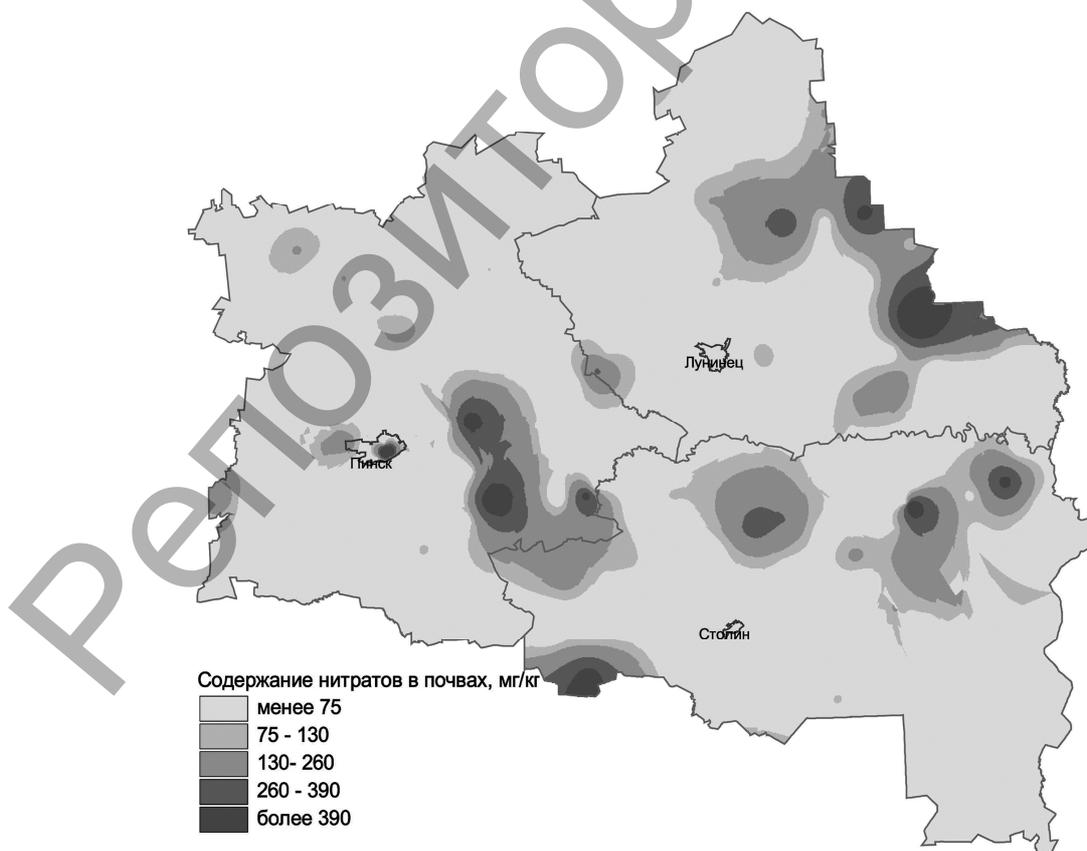


Рисунок 1 - Карта-схема загрязнения нитратами почв Припятского Полесья в Брестской области

Наибольшая площадь загрязнения (18,6% от площади района и 40,6% от сельскохозяйственных земель) приходится на Лунинецкий район.

Сульфаты относятся к соединениям третьего класса опасности [4]. Внесение неорганических (простой суперфосфат) и азотных (сульфат аммония) удобрений в почвы способствуют накоплению сульфатов в почвах. Высокие их содержания характерны для мелиорированных ландшафтов, что связано с биогеохимическими процессами разложения органического вещества, которые сопровождаются окислением серы. Разрушение органической составляющей торфяников с выделением подвижных соединений этого элемента влияют на всю эколого-геохимическую обстановку мелиорированного ландшафта. В Припятском Полесье мелиорированные органогенные земли содержат сульфаты в среднем 81,8 мг/кг, что в 6 раз больше чем в минеральных почвах. В заболоченных лесных почвах среднее содержание сульфатов достигает 38,2 мг/кг, что ниже, чем в мелиорированных землях в 2 раза. Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что соединения серы в почвах являются индикатором степени осушенности земель.

Содержание сульфатов в почвах по районам Припятского Полесья неоднородно. Максимальное среднее содержание этих соединений в почвах установлено в Пинском районе – 100,4 мг/кг.

Площадь загрязнения сульфатами от более 1 ПДК составляет 424,8 км² (4,6 %) исследованной территории, из них 206,1 км² приходится на сельскохозяйственные земли или 6,0 % от их общей площади. Наибольшая площадь загрязнения (7,8% от площади района и 11,3% от площади сельскохозяйственных земель) приходится на Столинский район.

Концентрация хлоридов в 100 мг/кг почвы - «порог токсичности» выше которого начинается угнетение роста и развития сельскохозяйственных растений. Наибольшие концентрации их связаны с мелиорированными землями, в среднем 144,9 мг/кг. Минеральные почвы в среднем содержат почти в 4 раза меньше этих соединений.

Заболоченные лесные почвы, по сравнению с сельскохозяйственными угодьями, имеют концентрации хлоридов в среднем в 1,6 раз меньше.

Распределение хлоридов в почвах по территории Припятского Полесья носит мозаичный характер. В целом, площадь земель загрязненных хлоридами (более 100 мг/кг) составляет порядка 1274,1 км², или 13,7 % от общей площади региона исследований, в том числе 686,1 км² приходится на сельскохозяйственные земли или 20,1% от их общей площади. Наибольшая площадь загрязнения почв хлоридами (26,6% от площади района и 36,1% от площади сельскохозяйственных земель) отмечается в Лунинецком районе.

Содержание микроэлементов в почвах различного хозяйственного использования в Припятском Полесье неоднородно. Почвы, занятые под сельскохозяйственные пашни и луга имеют равнозначные средние концентрации микроэлементов, за исключением меди, среднее содержание которой в 1,3 больше в почвах под пашней и свинца, концентрация которого в 1,1 раз выше в почвах под лугами. В почвах сельскохозяйственного использования (пашни и луга) содержания всех микроэлементов значительно выше в Пинском районе. Минимальные концентрации всех микроэлементов установлены в почвах, занятых лесными массивами (таблица 2).

Максимально высокие средние концентрации всех микроэлементов установлены в почвах городских территорий, особенно в Пинском районе (г. Пинск), при этом отметим, что в Столинском и Лунинецком районах содержания микроэлементов (за исключением марганца) в городских почвах в 2-3 раза, а цинка в 6 раз, ниже. На втором месте по уровню концентрации микроэлементов стоят

аграрные почвы (агроселитебные и агропромышленные). Пинский район характеризуется превышением содержаний никеля, хрома, свинца и цинка почти в 2 раза, а ванадия и марганца около 1,5 раз, по сравнению со Столинским и Лунинецким районами.

Таблица 2 - Среднее содержание нормируемых микроэлементов в почвах различного использования в Припятском Полесье Брестской области, мг/кг

Виды хозяйственного использования почв	Ni	Co	V	Mn	Cr	Pb	Cu
Сельскохозяйственные почвы (пашни), n=67	$\frac{17,3}{3-50}$	$\frac{3,5}{0-20}$	$\frac{50,5}{10-100}$	$\frac{580,6}{100-1500}$	$\frac{31,0}{0,7-70}$	$\frac{10,0}{0-20}$	$\frac{19,4}{7-200}$
Сельскохозяйственные почвы (луга), n=39	$\frac{16,8}{1-50}$	$\frac{3,9}{0-20}$	$\frac{48,3}{15-100}$	$\frac{610,3}{100-1500}$	$\frac{30,0}{1-70}$	$\frac{11,3}{0-20}$	$\frac{15,2}{5-30}$
Лесные почвы, n=36	$\frac{12,9}{0,7-30}$	$\frac{3,0}{0-20}$	$\frac{46,4}{10-70}$	$\frac{488,6}{100-1000}$	$\frac{28,4}{0-70}$	$\frac{9,6}{0-30}$	$\frac{15,2}{7-30}$
Болотные почвы, n=2	10,0	$\frac{0,9}{0,7-1}$	$\frac{40,0}{30-50}$	$\frac{500,0}{300-700}$	15,0	$\frac{7,5}{5-10}$	$\frac{7,5}{0-15}$
Почвы под городской территорией, n=29	$\frac{26,4}{7-70}$	$\frac{5,0}{0,7-20}$	$\frac{56,9}{30-150}$	$\frac{631,0}{200-1000}$	$\frac{58,3}{10-300}$	$\frac{17,3}{1-50}$	$\frac{28,4}{10-100}$
Аграрные почвы (агроселитебные и агропромышленные), n=17	$\frac{21,9}{5-50}$	$\frac{6,9}{1-30}$	$\frac{47,6}{20-100}$	$\frac{500,0}{200-1000}$	$\frac{43,2}{10-100}$	$\frac{11,7}{0-20}$	$\frac{30,8}{7-200}$

Примечание. В числителе средние концентрации; в знаменателе – пределы колебаний

Для населенных пунктов характерен широкий спектр почв: от природных ненарушенных до почв различной степени трансформированности. В зависимости от функциональной зоны городских и сельских населенных пунктов интенсивность поступления и ассоциация загрязняющих элементов в почвы различна, что обусловило в них пестроту распределения химических соединений и элементов. Анализ эколого-геохимического состояния почв различных функциональных зон населенных пунктов Припятского Полесья выявил, что наибольшие средние концентрации сульфатов - 192,8 мг/кг, нитратов - 547,9 и хлоридов – 238,9 мг/кг характерны для почв общественно-деловой зоны городов. Максимальный вклад в формирование таких высоких средних содержаний вносит г. Пинск, в почвах которого содержание сульфатов превышает санитарные нормы в 13,3 раза, нитратов – 1,5 и хлоридов в 8,8 раз. В почвах этой зоны отмечено также высокое содержание нефтепродуктов, превышающее нормативные показатели [5] в 1,5 раза.

На втором месте по величинам средних концентраций водорастворимых соединений в почвах стоит агроселитебная зона, где отмечаются содержания сульфатов 83,0 мг/кг, нитратов - 107,2 и хлоридов 93,1 мг/кг. Среди изученных районов наибольшими концентрациями этих соединений отличаются почвы Пинского района, где в среднем определено превышение санитарных норм по нитратам в 1,5 раз (максимальное превышение ПДК 3,9 раз), сульфатам – 1,3 (максимальное – 3,7), хлоридам – 2,8 (максимальное – 8,1 раза).

Превышение нормативных показателей по содержанию нефтепродуктов в почвах выявлено в промышленных зонах как городских, так и сельских населенных пунктов, где превышение ПДК (500 мг/кг) [5] для городов составляет в среднем 1,4 раза, для сельских населенных пунктов – 1,3. Максимальные концентрации нефтепродуктов определены в г. Пинске (завод искусственных кож – 2910,5 мг/кг, возле проходной «Пинскдрев» - 838,7 мг/кг). В почвах агропромышленной зоны установлены содержания нефтепродуктов до 1363,9 мг/кг (окрестности машинно-тракторного двора д. Боричевичи Пинского района), в п. Парахонск (в 200 м от автопарка) - 1283,8 мг/кг.

Средние содержания тяжелых металлов в почвах различных функциональных зон населенных пунктов Припятского Полесья приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Среднее содержание нормируемых микроэлементов в почвах различных функциональных зон населенных пунктов, мг/кг

Функциональная зона	Ni	Co	V	Mn	Cr	Pb	Cu	Zn
Промышленная, n=7	<u>32,5</u> 15-50	<u>8,3</u> 1-20	<u>78,3</u> 30-150	<u>783,3</u> 500-1000	<u>55,0</u> 20-70	<u>23,0</u> 1-50	<u>29,3</u> 15-50	<u>115,7</u> 22-300
Санирующая, n=1	30	1	50	700	300	20	100	1000
Гаражи, n=1	50	5	100	1000	70	30	100	300
Транспортная, n=1	20	2	50	300	20	10	10	70
Водозабор, n=1	10	0,7	70	1000	20	7	10	30
Жилая многоэтажная, n=4	<u>38,8</u> 15-70	<u>5,3</u> 2-10	<u>60,0</u> 30-70	<u>600,0</u> 500-700	<u>101,3</u> 15-300	<u>13,3</u> 3-30	<u>25,0</u> 15-50	<u>47,5</u> 30-100
Жилая малоэтажная, n=3	<u>25,0</u> 10-50	<u>6,7</u> 2-15	<u>56,7</u> 30-70	<u>800,0</u> 700-1000	<u>46,7</u> 20-100	<u>14,3</u> 3-30	<u>30,0</u> 20-50	<u>60,0</u> 30-100
Общественно-деловая, n=5	<u>20,0</u> 10-50	<u>4,7</u> 0,7-15	<u>46,0</u> 30-70	<u>420,0</u> 200-700	<u>37,0</u> 15-70	<u>14,4</u> 7-30	<u>18,0</u> 10-30	<u>36,4</u> 22-70
Рекреационная, n=6	<u>18,7</u> 7-50	<u>2,1</u> 0,7-3	<u>40,0</u> 30-50	<u>533,3</u> 200-700	<u>28,3</u> 10-70	<u>13,0</u> 3-30	<u>21,7</u> 10-50	<u>36,2</u> 22-70
Агроселитебная, n=12	<u>16,3</u> 5-30	<u>7,9</u> 1-30	<u>40,8</u> 20-70	<u>483,3</u> 200-1000	<u>35,4</u> 15-70	<u>9,9</u> 3-20	<u>34,8</u> 7-200	<u>33,3</u> 22-70
Агропромышленная, n=5	<u>35,4</u> 7-50	<u>4,4</u> 1-10	<u>64,0</u> 30-100	<u>640,0</u> 500-1000	<u>62,0</u> 10-100	<u>16,0</u> 0-20	<u>21,4</u> 10-30	<u>46,0</u> 22-100

Примечание. В числителе средние концентрации; в знаменателе – пределы колебаний

В соответствии с полученными данным, наибольшая концентрация микроэлементов характерна для почв санирующей зоны (очистные сооружения, г. Пинск, район Перебор), где концентрация цинка составила 1000 мг/кг (превышение ОДК 18,2 раза), меди – 100 мг/кг (3 ОДК), хрома – 300 мг/кг (3 ПДК). На втором месте по уровням концентраций элементов в почвах стоят гаражные застройки. Средние концентрации элементов в почвах, по отношению к нормативным показателям, имеют превышения Zn в 5,5раз, Cu - 3,0, Ni- 2,5 раз.

На третьем месте по уровням концентраций микроэлементов в почвах стоит промышленная зона городов, где отмечены превышения нормативных показателей Zn в 2,1 раз, Ni - 1,6.

Содержания микроэлементов в почвах агропромышленных зон несколько ниже, здесь установлены превышения Ni в 1,8 раз.

Почвы агроселитебных зон характеризуются максимальными средними концентрациями меди – 34,8 мг/кг и минимальными никеля – 16,3 мг/кг. Отмечены случаи содержания микроэлементов в почвах на приусадебных участках (Пинский район, д. Заозерье) выше, чем в промышленной зоне городов.

Значения суммарного показателя загрязнения почв Припятского Полесья по восьми нормируемым элементам (Ni, Co, Mn, Cr, Pb, Cu, Zn, V) варьируют в пределах от менее единицы до 39,8. В большинстве случаев почвы по этому показателю относятся к категории загрязнения допустимого уровня, которое на исследуемой территории неоднородно. Нами проведена детализация существующей градации: фактически незагрязненные почвы с показателем суммарного загрязнения $Z_c < 4$; слабо загрязненные почвы (Z_c 4-8); среднего уровня загрязнения (Z_c 8-12); умеренно опасного уровня загрязнения (Z_c 12-16); опасного уровня загрязнения ($Z_c > 16$).

На основании выполненных расчетов установлено, что почвы на большей части территории (56,6 %), характеризующиеся как фактически незагрязненные ($Z_c < 4$) (рисунок 2), приурочены к лесным массивам, лугам с естественной растительностью и пашням. Концентрации приоритетных загрязнителей не превышают фоновых концентраций или незначительно повышены в рамках естественных вариаций фоновых значений. Существенный очаг умеренно опасного ($Z_c 12-16$) и опасного уровня загрязнения ($Z_c > 16$) площадью 173,3 км² локализуется в Пинском районе, что составляет 1,9% исследованной территории (рис.2). Это обусловлено большой концентрацией промышленного производства в г. Пинске и его пригородах.

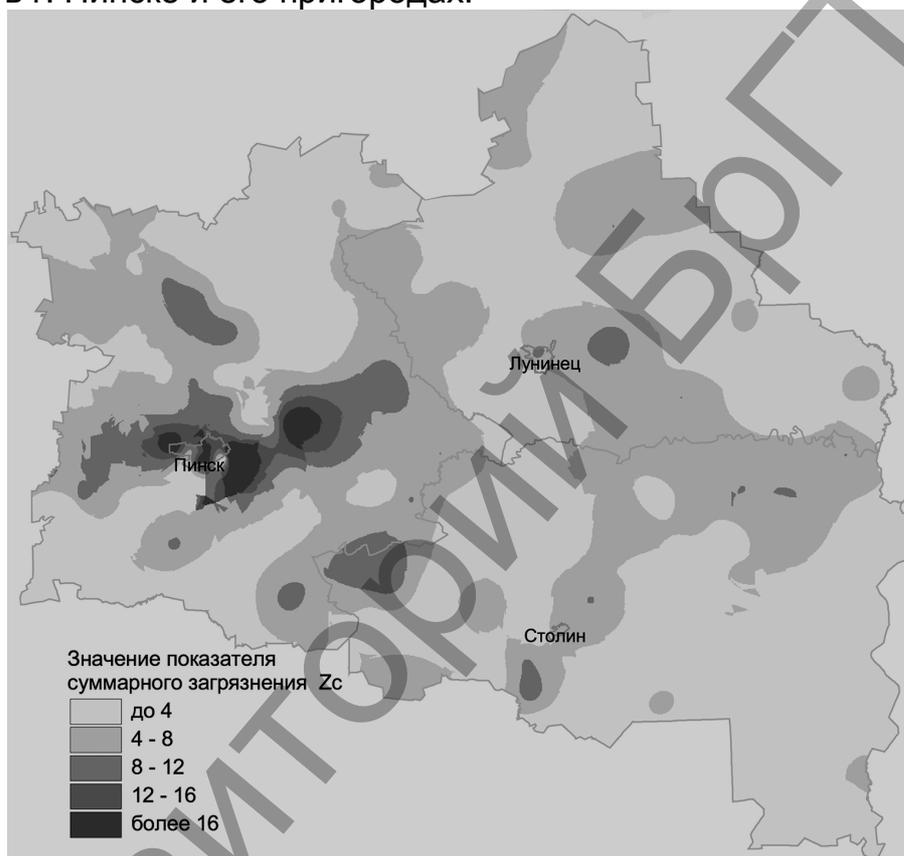


Рисунок 2 - Карта-схема зонирования почвенного покрова Припятского Полесья по суммарному показателю загрязнения почвы тяжелыми металлами

Заключение

Резюмируя вышесказанное, отметим, что проведенные исследования почв Припятского Полесья в Брестской области с использованием геоинформационного анализа показали их существенную геохимическую трансформацию. В почвах мелиорированных сельскохозяйственных угодий проявляется отчетливая тенденция накопления нитратов, сульфатов и хлоридов, которые таким образом выступают индикаторами геохимических изменений в этих ландшафтах. В целом площадь загрязнения почв на исследованной территории нитратами составляет 13,8%, хлоридами – 13,7%, сульфатами – 4,6%.

Результаты геохимических исследований почвенного покрова городских территорий с учетом их функциональной структуры позволили выявить особенности формирования техногенных геохимических аномалий под воздействием различных источников поступления химических элементов. Выявлен очаг умеренно опасного и опасного уровня загрязнения площадью 173,3 км² в Пин-

ском районе, что обусловлено большой концентрацией промышленного производства в г. Пинске и его пригородах. Установлены интенсивные локальные геохимические аномалии в агротехногенных почвах, где зафиксировано накопление тяжелых металлов и нефтепродуктов в концентрациях выше, чем в почвах промышленной зоны городов.

Результаты проведенных исследований рекомендуются как основа для разработки и принятия управленческих решений по снижению антропогенной химической нагрузки на почвенный покров Припятского Полесья в Брестской области.

Список литературы

1. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое исследование почв сельскохозяйственных угодий Беларуси: методические указания. Минск.- БИТ «Хата». - 2001. - 93 с.

2. Саэт, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. - М. - Недра. - 1990. - 335 с.

3. Петухова, Н.Н. Геохимия почв Белорусской ССР / Н. Н. Петухова. - Мн. - Наука и техника. - 1987.- 230 с.

4. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы 2.1.7.12-1.-2004: утв. Постановлением главного государственного санитарного врача Республики Беларусь 16.10.2004. Приложение 3, Приложение 6 // Сб. нормативных документов по разделу коммунальной гигиены. - Мн. - 2004. – 20-45 с.

5. Предельно допустимые концентрации нефтепродуктов в землях (включая почвы) для различных категорий земель. Приложение к постановлению Министерства здравоохранения Республики Беларусь 12 марта 2012 № 17/1.

УДК 581.5

СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ПРУДОВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ Г. БОБРУЙСКА

Селевич Т.А., Помендиева Е.Н.

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, selevic@rambler.ru

Results of the taxonomical and ecological analysis of specific composition of vascular plants of quarry ponds of southern part of Bobruisk (Belarus) are given in article. Original ecological structure of flora of the investigated ponds was revealed with small prevalence of aquatic species.

Введение

В Беларуси насчитывается 20,8 тыс. рек и более 10 тыс. озер, более 150 водохранилищ [1], тем не менее, роль небольших искусственных водоемов – прудов – в народном хозяйстве всегда была значительна [2], и в связи с глобальным потеплением климата, по-видимому, будет только усиливаться. Наряду с естественными водоемами и водотоками, пруды могут являться местобитаниями редких видов растений [3] и животных и заслуживают самого пристального внимания с целью изучения и сохранения биологического разнообразия. Доктор географических наук И.И. Кирвель, исследуя процессы заиления и зарастания прудов Беларуси, с 1975 по 2000 гг. изучал растительный покров 51 пруда, причем на 16-ти прудах, расположенных в разных областях республики, выполнил детальное геоботаническое описание высшей водной растительности [2]. Однако специальные ботанические исследования на прудах Беларуси проводятся лишь эпизодически, что явно не соответствует актуальности работ подобного направления.

Основная часть

Исследованные нами 9 прудов расположены на южной окраине правобережной части города Бобруйска, в составе микрорайона Форштадт. Происхождение прудов окончательно не установлено. Судя по названиям прилегающих улицы и переулка (ул. Кирпичная, переулок Песчаный) и по наличию в непосредственной близости руин старого кирпичного завода, построенного купцом Г.И. Розенбергом в 1876 г. [4], можно предположить, что пруды возникли на месте бывших карьеров по добыче песка и глины. Не исключено, что некоторые из них изначально были созданы с противопожарными целями.

Пруды весьма разнообразны по размерам: площадь водного зеркала колеблется от 0,08 до 3,36 га, длина береговой линии – от 112 до 1405 м, максимальная глубина (по центру) – от 0,8 до 3 м. Прозрачность воды минимальная – 0,2 м, максимальная – 1,5 м. Подводный береговой склон почти у всех прудов преимущественно обрывистый; характер донного грунта у берегов в основном песчаный, дальше от берега – песок с наилком, глина или ил. Берега почти всех прудов довольно открытые, поросшие злаково-разнотравной растительностью, местами – деревьями и кустарниками. По периметру акватории прудов почти везде присутствует неширокая полоса воздушно-водных растений преимущественно из тростника южного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), рогоза широколистного (*Typha latifolia* L.), в меньшей степени – осоки острой (*Carex acuta* L.). Внутри от этой полосы, но не во всех прудах, присутствуют фрагменты зоны плавающих растений из рдеста плавающего (*Potamogeton natans* L.), реже – из водокраса лягушачьего (*Hydrocharis morsus-ranae* L.). Полоса подводных растений представлена в основном роголистником погруженным (*Ceratophyllum demersum* L.) и урутью колосистой (*Myriophyllum spicatum* L.), реже – элодеей канадской (*Elodea canadensis* Michx.), еще реже – рдестом блестящим (*Potamogeton lucens* L.). По центру прудов растения, как правило, отсутствуют; только один пруд – самый малый по площади и глубине – характеризуется 100%-ным зарастанием, во многом благодаря ряске малой (*Lemna minor* L.). Почти все пруды (кроме двух) используются для несанкционированного отдыха купально-пляжного типа, многие – для любительского рыболовства. Эстетического значения пруды не имеют, вследствие наличия бытового мусора по их берегам.

Материалом для исследования послужили сосудистые растения, произраставшие в изученных прудах в вегетационный сезон 2014 г., их гербарные образцы, а также результаты полевых наблюдений. Метод исследования – детально-маршрутный: периодически совершали обходы прудов по периметру и производили сбор материала с берега вручную или при помощи водяных грабелек и якорька-кошки. Кроме того, на всех прудах однократно проводили исследование с помощью надувной резиновой лодки. При этом определяли прозрачность воды (в центре пруда) с помощью диска Секки, измеряли глубину, извлекали подводные и плавающие растения с помощью соответствующего оборудования. Площадь и длину береговой линии прудов определяли с помощью веб-сервиса Google (карта).

Извлеченный материал гербаризировали по общепринятой методике, систематическую принадлежность гербарных образцов устанавливали в основном по [5]. При анализе экологической структуры видового состава растений прудов использовали классификацию растений водоемов и водотоков В.Г. Папченкова [6]. Согласно классификации этого автора, мы выделяли 5 экотипов, или экологических групп, в зависимости от степени связи растений с водой с учетом их местообитаний: гидрофиты, гелофиты, гигрогелофиты, гигрофиты, гигромезо- и мезофиты.

Представляет определенный интерес сравнение наших результатов с полученными ранее Т.А. Селевич и Ю.В. Жачкиной для шести дачных копаней Бобруйского района [7], а также с данными российского исследователя В.Г. Папченкова – для многочисленных (более 300) прудов Среднего Поволжья, в основном расположенных на реках [6].

По нашим данным, флора изученных прудов г. Бобруйска насчитывает 42 вида сосудистых растений, относящихся к 33 родам, 23 семействам и 1 отделу. Двудольные (*Magnoliopsida*) представлены 23 видами из 17 родов и 15 семейств, однодольные (*Liliopsida*) – 19 видами из 16 родов и 8 семейств, т.е. по числу видов, родов и семейств двудольные (*Magnoliopsida*) доминируют над однодольными (*Liliopsida*). В частности, на двудольные приходится 54,8% от общего числа видов, на однодольные – 45,2% видов. Практически такое же соотношение характерно для дачных копаней Бобруйского района: двудольные там составили 54,2% (от общего числа видов цветковых), на долю однодольных растений пришлось – 45,8% видов [7]. В прудах Среднего Поволжья обнаружено почти одинаковое число представителей двух классов: 91 (50,3%) – двудольных и 90 (49,7%) – однодольных [6].

Из таблицы 1 видно, что наибольшее число видов сосудистых растений прудов г. Бобруйска относится к семейству *Poaceae* (пять видов). Четырьмя видами представлено семейство – *Salicaceae*, тремя – семейство *Cyperaceae*. Двумя видами представлены десять семейств (*Ranunculaceae*, *Rubiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Alismataceae*, *Hydrocharitaceae*, *Potamogetonaceae*, *Lemnaceae*, *Typhaceae*), среди которых обратим внимание на семейство *Potamogetonaceae*. Первые 3 семейства (*Poaceae*, *Salicaceae* и *Cyperaceae*) являются ведущими как в копанях Бобруйского района, так и в прудах Среднего Поволжья, однако в последнем случае сильную вторую позицию занимает семейство *Potamogetonaceae* с 17 видами (таблица 1), которое в прудах г. Бобруйска формально оказалось на четвертой позиции вместе с еще девятью двухвидовыми семействами, а в дачных копанях Бобруйского района его представители вовсе не обнаружены.

Таблица 1 – Спектр ведущих семейств флоры прудов г. Бобруйска в сравнении со спектрами флоры копаней Бобруйского района [7] и прудов Среднего Поволжья [6]. Римские цифры – место в спектре; арабские цифры в скобках – число видов

Семейства	Пруды г. Бобруйска	Копани Бобруйского района	Пруды Среднего Поволжья
<i>Poaceae</i>	I (5)	I (7)	I (23)
<i>Salicaceae</i>	II (4)	III (4)	III (13)
<i>Cyperaceae</i>	III (3)	II (6)	I (23)
<i>Potamogetonaceae</i>	IV (2)	– –	II (17)

Наибольшим числом видов в прудах г. Бобруйска представлен род *Salix* (четырьмя видами), далее следуют роды *Galium*, *Veronica*, *Bidens*, *Potamogeton*, *Glyceria*, *Typha*, в которых по два вида. В копанях Бобруйского района род *Salix* занимает также первую позицию [7]. В прудах Среднего Поволжья [6] род *Salix* тоже относится к числу ведущих, но располагается на третьем месте, а на первом и втором находятся роды *Potamogeton* и *Carex* соответственно. Род *Potamogeton* в прудах Бобруйска формально занимает вторую позицию вместе с еще пятью двухвидовыми родами, а в дачных копанях Бобруйского района он вообще не представлен [7]. С другой стороны, в городских прудах г. Бобруйска нами выявлен лишь 1 вид рода *Carex*, занимающего в дачных копанях Бобруйского района второе место вместе с родом *Ranunculus* [7].

В спектре гидроморф (таблица 2) растений прудов г. Бобруйска по числу видов выделяется экологическая группа «гигрофиты» – на неё приходится

40,5% от общего числа видов. На втором месте по количеству видов стоят «гидрофиты» (23,8%), далее по мере убывания числа видов следуют «гигрогелофиты» (16,7%), «гелофиты» (11,9%). Наименьшим числом видов представлены «гигромезо- и мезофиты» – на них приходится лишь 7,1% от общего количества видов. Таким образом, водные виды растений (гидрофиты, гелофиты и гигрогелофиты, вместе взятые) составляют 52,4%, околоводные (заходящие в воду гидрофиты, гигромезо- и мезофиты) – 47,6 %.

Таблица 2 – Экологическая структура флоры прудов г. Бобруйска в сравнении со структурами флоры копаней Бобруйского района [7] и флоры прудов Среднего Поволжья [6]. Цифры – доля видов (в %) каждой экологической группы, цифры в скобках – число видов

Экологическая группа	Пруды г. Бобруйска	Копани Бобруйского района	Пруды Среднего Поволжья
Гидрофиты	23,8 (10)	10,0 (5)	19,5 (36)
Гелофиты	11,9 (5)	6,0 (3)	8,6 (16)
Гигрогелофиты	16,7 (7)	14,0 (7)	14,1 (26)
Гигрофиты	40,5 (17)	30,0 (15)	43,8 (81)
Гигромезо - и мезофиты	7,1 (3)	40,0 (20)	14,1 (26)
Итого:	100 (42)	100 (50)	100 (185)

Спектр гидроморф растений прудов г. Бобруйска оказался наиболее близок к таковому для растений прудов Среднего Поволжья, где также по числу видов с большим отрывом лидируют «гигрофиты», на втором месте стоят «гидрофиты», однако третье место делят между собой «гигрогелофиты» и «гигромезо- и мезофиты». При этом важно отметить, что здесь, как и в прудах Бобруйска, среди околоводных растений также заметно ниже доля гигромезо- и мезофитов по сравнению с долей гигрофитов. Этот факт В.Г. Папченков объясняет тем, что в исследованных им прудах Среднего Поволжья сравнительно постоянный уровневый режим, поэтому среди околоводных растений довольно мало гигромезо- и мезофитов [6].

Экологическая структура видового состава растений копаней Бобруйского района (таблица 2) резко контрастирует с двумя вышеописанными по наличию высокой доли гигромезо- и мезофитов. И по этому показателю, и в целом она практически совпадает с экологической структурой флоры копаней Ярославской области, о чем подробно написано в работе [7]. При этом преобладание числа околоводных видов растений над водными достигает очень высокой степени – на околоводные приходится 70% от общего числа видов. Исследователь флоры копаней Ярославской области Э.В. Гарин видит причину этого в следующем: «...копани характеризуются наличием больших периодически обсыхающих участков дна, что ведет к значительному обогащению флоры береговыми, нехарактерными для водной среды видами – гидрофитами и особенно гигромезо- и мезофитами» [8]. Исходя из этого, можно предположить, что в изученных нами прудах г. Бобруйска уровневый режим относительно стабильный по сравнению с дачными копанями Бобруйского района, уровень воды в которых, по-видимому, колебался в связи с их использованием в целях орошения.

Из таблицы 2 виден еще один немаловажный факт: пруды Бобруйска имеют меньшее видовое богатство, чем дачные копани Бобруйского района – в них найдено лишь 42 вида, тогда как в дачных прудах – 50 [7]. И это несмотря на то, что городские пруды имеют несопоставимо большую площадь водного зеркала и гораздо более изрезанную береговую линию. Как было описано выше, почти во всех городских прудах выражен пояс воздушно-водных растений из плотных прибрежных зарослей *Ph. australis*, *T. latifolia* и *C. acuta*, что само по

себе затрудняет проникновение к урезу воды околоводных растений, прежде всего гигромезо- и мезофитов, которыми, как показано в работе [7], особенно богаты дачные копани. Кроме того, общеизвестен факт: *Ph. australis* является виолентом, поэтому подавляет развитие других видов растений, что приводит к бедности видового состава фитоценозов. В дачных копанях Бобруйского района этот вид не обнаружен. Не удивительно, что рассчитанный нами коэффициент видового сходства состава сосудистых растений наших прудов и дачных копаней Бобруйского района (коэффициент Жаккара) оказался крайне низким и составил лишь 0,21. Интересно, что при этом все 5 видов настоящих водных растений дачных копаней были найдены нами на городских прудах в составе более богатого списка гидрофитов из 10 видов.

Заключение

Проведенное исследование и сравнение его результатов с литературными данными показало, что набор ведущих по числу видов сосудистых растений семейств во флоре прудов г. Бобруйска более или менее обычен для водоемов. Экологическая структура видового состава сосудистых растений исследованных прудов довольно своеобразна, что можно связать с их происхождением. Если в дачных копанях Бобруйского района значительно преобладают по числу видов околоводные растения (гидрофиты и особенно гигромезо- и мезофиты), то в карьерных прудах г. Бобруйска, напротив, несколько более многочисленны виды водных растений (гидрофитов, теллофитов и гидрогеллофитов, вместе взятых) по сравнению с околоводными. В то же время в целом по экологической структуре флоры карьерные пруды г. Бобруйска более близки к русловым прудам Среднего Поволжья, но полностью с ними не совпадают, в основном по соотношению количества видов водных и околоводных растений: в прудах Среднего Поволжья все же несколько преобладают последние.

Список литературы

1. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турыскі патэнцыял водных аб'ектаў. – Мн.: БелЭн, 2007. – 480 с.
2. Кирвель, И.И. Пруды Беларуси как антропогенные объекты, их особенности и режим: монография / И.И. Кирвель. – Мн.: БГПУ, 2005. – 234 с.
3. Селевич, Т.А. Находки *Najas major* All. в прудах г. Гродно (Беларусь) / Т.А. Селевич // Гидробиология 2015: материалы VIII Всерос. конф. с междунар. участием по водным макрофитам, Борок, 16–20 октября 2015 г. / Федер. агентство науч. орг. России, РАН, ФГБУН Ин-т биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН; [науч. ред. А.Г. Лапиров, Д. А. Филиппов, Э. В. Гарин]. – Ярославль: Филигрань, 2015. – С. 225–227.
4. Деменковец, Д.А. Материалы Бобруйской городской районной инспекцией природных ресурсов и охраны окружающей среды / Д.А. Деменковец, И.В. Гайдучик, Н.Л. Горбель, И.Н. Солонович, В.В. Юшкевич. – Бобруйск, 2013–2014 гг.
5. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В.И. Парфенова. – Мн.: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
6. Папченко, В.Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья: дис. д-ра биол. наук: 03.00.16 – экология / В.Г. Папченко. – СПб, 1999. – 578 с.
7. Селевич, Т.А. Видовой состав сосудистых растений копаней Бобруйского района Могилевской области Беларуси / Т.А. Селевич, Ю.В. Жачкина // Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран: сборник научных статей Второй Международной научно-практической конференции, 27-29 марта 2012 г., МГУ имени А.А. Кулешова, г. Могилев: в 2 ч. / под ред. И.Н. Шаруха, И.И. Пирожника, И.И. Бариновой. – Могилев: УО «МГУ имени А.А. Кулешова», 2012. – Ч. 2. – С. 281-284.
8. Гарин, Э.В. Флора и растительность копаней Ярославской области: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.05 / Э.В. Гарин. – Саранск, 2004. – 21 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Скрипчук П.М., Шпак Г.Н., Скрипчук М.П.

Учреждение образования «Национальный университет водного хозяйства и природопользования», г. Ровно, Украина, Skripchukpm@mail.ru

The article is dedicated to ecological and economic feasibility of the use of transformed agricultural lands. The estimation of ecology-economic costs rehabilitation on land degradation and developed options for their use in the future.

Введение

Мировые тенденции сельскохозяйственного производства происходят с использованием научно-технических разработок, направленных на увеличение его производительности и охраны окружающей среды. По прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО) ООН к 2050 году население планеты будет составлять девять миллиардов, в результате чего в ближайшее время состоится удвоение спроса на продовольствие и биомассу. Для более трети населения земли источником получения энергии является биомасса. Поэтому развитие более эффективных и экологичных способов использования сельскохозяйственных земель для производства энергии может иметь большое значение для повышения их производительности, расширения возможностей получения доходов и т. д. Комитет по всемирной продовольственной безопасности предлагает правительствам и другим заинтересованным сторонам пересмотреть политику в отношении использования земель (которые не используются) и, когда это целесообразно предвидеть рациональное управление экосистемами и природными ресурсами с точки зрения повышения устойчивости сельского хозяйства к последствиям изменения климата [1].

Особо на уровне мира проходит дискуссия о вариантах использования малопродуктивных, деградированных, загрязненных землях. Например, прямое и косвенное изменение характера землепользования через производство биомассы, потенциал «малопродуктивных» и «заброшенных» земель.

Основная часть

Указанные мировые тенденции должны быть учтены в сельскохозяйственном производстве Украины (доля сельскохозяйственных угодий составляет 69,4%, лесов и лесопокрытых площадей - 17,2% территории государства [2]). Такие эволюционные процессы и статистические данные подчеркивают важность информационного обеспечения устойчивого развития государства путем внедрения положений «зеленой» экономики и учета трансформации использования сельскохозяйственных земель, на что и должно быть направлено обоснование использования общественного подхода к ведению сельскохозяйственного производства во всех природно-климатических зонах (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная структура сельскохозяйственных земель Украины и других стран мира

Страны	Всего сельхоз. земель, млн. га	В том числе			
		пашня млн. га	% в складе сельхоз. земель	природные кормовые угодья, млн. га	% в складе сельхоз. земель
Украина	41,6	32,5	78,1	7,9	19
Австрия	3,5	1,4	40	2	57,1
Беларусь	9,4	5,6	59,6	3,1	33
Англия	17,6	5,7	32,4	11,1	63,1
Испания	30,2	13,7	45,4	10,3	34,1
Германия	17,1	11,8	69	5,2	30,4
Польша	18,7	12,6	67,4	4	21,4
Россия	210,2	122,6	58,3	78	37,1
Румыния	14,8	9,4	63,5	4,8	32,4
США	426,9	173,5	40,6	239,2	56
Франция	30,3	18,5	61,1	11,1	36,6
Швейцария	1,6	0,4	25	1,1	68,8

Сложено автором за данными [3, с. 132]

Таблица 2 – Посевные площади сельскохозяйственных культур в Украине, тыс. га

Показатели	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Вся посевная площадь	27173	26044	26990	26952	27670	27801	28329	27239
Зерновые культуры	13646	15005	15837	15090	15724	15449	16210	14801
В том числе:								
Рожь	669	624	468	286	284	303	284	187
Овес	521	468	433	326	288	310	252	247
Кукуруза на зерно	1364	1711	2149	2709	3620	4625	4893	4691
Технические культуры	4187	5260	6545	7296	7441	7854	7869	8437
Рапс	214	207	1060	907	870	566	1017	882
Лен	23	25	2	1	2	2	2	2
Однолетние травы	1765	891	585	583	531	499	469	408
Многолетние травы	2985	1702	1523	1465	1211	1247	1152	1119
Площадь чистых паров	3213	2428	1523	1465	1211	1247	981	830

Сложено автором за данными [2]

Таким образом, в структуре земельного фонда Украины значительные площади занимает пашня, а сельскохозяйственные земли в целом имеют значительный процент деградированных и малоплодородных почв. По расчетам, площадь таких почв на пахотных землях превышает 6,5 млн. гектаров, или 20 % площади пашни, а прямые ежегодные потери (то есть разница между стоимостью валового продукта и затратами на его получение) достигают в среднем 66,5 гривны на гектар, или в целом в Украине около 400 млн. гривен. Ежегодные экономические потери от недобора продукции вследствие эрозии почв, по расчетам ученых, в целом для Украины оцениваются в 1,5 млрд. долл. США, а вместе с затратами - около 2 млрд. долл. США [4].

Итак, для Украины характерна трансформация сельскохозяйственных земель, которая связывается в зоне Полесья с естественным восстановлением лесов. Площади под естественным возобновлением лесов и переводом их в покрытые лесной растительностью земли постоянно увеличиваются, что свидетельствует о не использовании малопродуктивных, загрязненных и других видов земель с низкой рентабельностью земледелия.

Для решения таких проблем разработаны основные направления воспроизводства и рационального использования сельскохозяйственных земель зоны Полесья Украины:

- информационное обеспечение землепользования. Необходимо обосновывать модели землепользования согласно положениям «Концепции устойчивого развития агроэкосистем в Украине на период до 2025 года», например: оптимизация структуры агроландшафтов и совершенствования общих систем земледелия в контексте новых земельных отношений и имеющегося ресурсного потенциала; совершенствование межотраслевой структуры и адаптации сельскохозяйственного производства в соответствии с почвенно климатическими условиями и ресурсными возможностями и др.;

- оценку трансформации земельных ресурсов целесообразно проводить в едином комплексе природных ресурсов (как территориально-хозяйственной системы и (или) экосистемы) на методологической основе устойчивого развития, «зеленой» экономики, синергетических принципов в экономике природопользования;

- проводить агрохимический, экологический мониторинг состояния и тенденций землепользования, работ по инвентаризации земельных угодий, обновления почвенных и геоботанических обследований территории;

- эколого-экономическая реабилитация осушаемых земель. Изменение направления использования земель, трансформации их в сенокосы, облесение, реконструкция мелиоративных систем. Эколого-экономическая реабилитация используется на землях, подлежащих консервации, не загрязненных радионуклидами и с содержанием гумуса от 0,5 до 1,0% для почв с легким гранулометрическим составом, например, дерново-подзолистые и песчаные почвы) с использованием методов адаптивно-ландшафтного и экологического земледелия на основе затратного подхода.

- консервация земель (требования Закона Украины «О консервации земель», Приказ Минагрополитики «Об утверждении Порядка консервации земель»). Показатели, характеризующие грунтовые свойства и обуславливают необходимость консервации земель для зоны на Полесье по содержанию гумуса, процентное содержание от массы почвы - менее 0,5; плотности загрязнения местности цезием - 137 - более 15 Ки/км² и стронцием - 90 - более 3 Ки/км²; реакции почвенного раствора - менее 4,0 рН [5]. Поэтому консервацию трансформированных сельскохозяйственных земель целесообразно рассматривать как экономическое направление, связанное, прежде всего, с пригодностью участков для пахотного земледелия;

- оптимизация территориальной структуры землепользования зоны Полесья (обоснование способов использования сельскохозяйственных земель, которые в настоящее время не используются; обоснование стоимости обеспечения бездефицитного баланса гумуса; определение способов оценки стоимости земель, в том числе экспертная оценка; экологический аудит и выводы из социо-эколого-экономического обоснования использования сельскохозяйственных земель; учет рыночной цены и конъюнктуры на земельные ресурсы, сельскохозяйственную продукцию, биомассу, энергетическое сырье; системный мониторинг состояния земельных, лесных и водных ресурсов);

– использование относительной оценки. Сравнительную оценку целесообразно использовать в качестве характеристики производительности земельных участков в одинаковых условиях (тип почв, уровни грунтовых вод, плодородие и т.п.) с целью оптимизации их использования и регулирования внутриотраслевых отношений. Сравнительная оценка необходима для определения эффективности различных мероприятий, направленных на наиболее полное использование природных ресурсов, повышение их эффективности и качества, а также мероприятий по сохранению окружающей природной среды;

– использование абсолютной оценки для подсчета реальной стоимости трансформированных земель, понесенных или планируемых к использованию общественно необходимых затрат труда. Такая оценка должна быть сделана для природных ресурсов, которые непосредственно подверглись использованию (неиспользованию) в производстве (земля, леса, водные объекты) и позволяет значительно повысить уровень обоснования эффективности запланированного использования (производства);

– синергетическая оценка должна учитывать: стоимость и потребительскую стоимость природных ресурсов (природных условий); природное качество ресурсов; рентный фактор; отношения собственности на природные ресурсы, которые сложились в обществе; теорию эффективности общественного производства и экономический инструмент (методика измерения экономической эффективности капитальных вложений);

– эколого-экономическая оценка целесообразности использования (неиспользования, изменения статуса, облесение, выращивание энергетических культур) и поиски оптимального варианта. Такая оценка позволит сформировать территориально-хозяйственные комплексы, определить оптимальную отраслевую структуру регионов, рассчитать природно-ресурсный потенциал определенной территории и тому подобное.

С целью обеспечения рационального землепользования, уменьшения негативных последствий деградационных процессов, оптимизации использования различных категорий земельных ресурсов, содействия эколого-экономической реабилитации трансформированных сельскохозяйственных земель и диверсификации предоставления услуг агропромышленных предприятий Ровенской области (Украина) проведен анализ состояния почв по основным агрохимическим показателям и рассчитаны расходы на эколого-экономическую реабилитацию трансформированных сельскохозяйственных земель. В таблице 3 представлены расходы на стабилизацию качественного состояния 1 га почв во временном разрезе. Для этого обоснованы сроки стабилизационного периода, расходы на проведение стабилизационных мер в ценах 2016 года, расходы на эколого-экономическую реабилитацию земель, которые не используются.

Заключение

Комплексом работ по эколого-экономическому обоснованию эффективного использования трансформированных сельскохозяйственных земель установлено, что оптимальным вариантом использования будет: выращивание энергетической ивы на землях с достаточной влажностью и содержанием гумуса от 1,5% до 2,0%; с учетом качества почв (содержание гумуса от 2,0% до 2,5%) выращивания зерновых как кормовой базы для животноводства и возможного использования около 25% соломы для энергетических нужд; перевод площадей естественного возобновления лесов на песчаных почвах (сосна) в леса на выполнение программ увеличения лесистости в зоне Полесья при содержании гумуса менее 1,5%; на мелиорированных землях с возможностью реконструкции и содержанием гумуса от 1,5% до 2,0% рекомендуем пастбища

и выращивание многолетних трав; дифференцированное использование ренатуризованных мелиоративных систем: реконструкция и (или) заболачивание территории (регулирование водного режима прилегающих территорий, увеличение площадей водно-болотного и заповедного фонда, охотничьих угодий и рекреации для «зеленого» туризма при условии капиталовложений со сроком окупаемости более 8 - 10 лет.

Для целей рационального природопользования с целью введения общественного подхода в учете трансформации сельскохозяйственных земель рекомендуется использовать сервитуты как инструмент лимитирования определенных видов использования земли, ее эколого-экономической реабилитации, консервации, перевода в частную форму использования земель несельскохозяйственного назначения (заготовка лекарственного сырья, охотничьи угодья, частные леса, энергетические плантации растений). Экономическими стимулами для этого на перспективу должны стать: компенсация за использование земель, которые создают экосистемные выгоды и (или) регулируют водность поверхностных и подземных водных объектов; проведение инвентаризации таких земель с использованием ГИС технологий; упорядочения нормативно-правовой базы по вопросам нормирования в области охраны и использования ренатуризованных, трансформированных, малоплодородных, эродированных землях через упрощение процедуры оформления документации по изменению целевого назначения и системы налогообложения таких земель.

Таблица 3 – Расходы на проведение стабилизационных мероприятий и эколого-экономическую реабилитацию земель, которые не используются

Административные районы, зону Полесья выделено курсивом	Сроки стабилизационного периода, год	Расходы на проведение стабилизационных мер, в ценах 2016 года, всего, тыс. грн / га	Расходы на эколого-экономическую реабилитацию земель, которые не используются, всего тыс. грн
<i>Березновский</i>	4	31,0	396 645
<i>Володимирецкий</i>	4	42,7	310 770
Гошанский	3	37,2	165 986
Демидовский	6	70,7	130 724
Дубенский	8	92,8	1 110 166
<i>Дубровицкий</i>	4	30,2	361 282
<i>Заричнянский</i>	4	33,3	206 293
Здолбуновский	4	54,4	391 788
Корецкий	4	20,6	263 247
<i>Костопольский</i>	4	28,4	439 376
Млыновський	12	134,9	1 090 396
Острожский	2	19,1	85 014
Радывиловский	1	3,9	5 593
Ривненский	7	80,0	734 240
<i>Рокитнянский</i>	4	29,5	259 954
<i>Сарненский</i>	4	30,6	217 933
Для зоны Полесья (в скобках среднее значение на один год), всего 4 года		Среднее значение 32,2	2 242 279 (560 569)
Для зоны Лесостепи (в скобках среднее значение на один год), всего 4,4 года		Среднее значение 57,1	3 378 949 (767 942)
Для области (в скобках среднее значение на один год), всего 4,2 года		Среднее значение 44,6	5 745 015 (1 367 860)

Список литературы

1. CFS 2013/40 REPORT Октябрь 2013 года. Комитет по всемирной продовольственной безопасности. Сороковая сессия. Рим, Италия, 7 -11 октября 2013 года. ДОКЛАД. Электронный ресурс. Доступно по адресу www.undp.org/.../MyIC%202015-029%20Ann...
2. Статистика. Государственное агентство земельных ресурсов. Электронный ресурс. Доступно по адресу dazru.gov.ua/statistika/
3. Основні пріоритети розвитку АПК України у контексті економічної, продовольчої та енергетичної безпеки країни / під ред. д.е.н., професора Ю.О. Нестерчук. – Умань: Видавець «Сочінський», 2014. – Частина 1. – С. 91.
4. Гуторов, О. І. Стратегія формування сталого землекористування у сільському господарстві: теорія, методологія, практика. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук. Спеціальність 08.00.06 – економіка природокористування та охорони навколишнього середовища. Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України.- Київ, 2010.- 42с.
5. Про затвердження Порядку консервації земель. Електронний ресурс. Доступно за адресою. zakon.rada.gov.ua/go/z0810-13.

УДК 911.6:504.056 (476)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ БЕЛАРУСИ

Соколов А.С.

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, alsokol@tut.by

In the paper the assessment of anthropogenous transformation of environment of the administrative regions of Belarus is considered. Classification of areas by the integrated indicator of a changing received on the basis of calculations of coefficients of absolute and relative ecological intensity, natural security, geoeological coefficient is carried out. Ten geoeological districts are allocated.

Введение

Современное состояние природной среды, характеризующееся возрастанием интенсивности и разнообразия видов антропогенного воздействия на неё, требует разработки и совершенствования методов её комплексной оценки и охраны на всех иерархических уровнях её организации. Беларусь, представляющая собой длительно осваиваемый регион с развитой промышленностью и сельским хозяйством, испытала многообразные преобразования своей природной среды, обусловившие формирования сложных природно-антропогенных комплексов характеризующихся различной степенью трансформации природного компонента.

Целью настоящей работы является анализ территориальных особенностей трансформации природной среды Беларуси и выделение регионов, отличающихся спецификой антропогенных воздействий и экологического состояния. Достижение цели исследования осуществлялось путём выполнения ряда последовательных задач:

– определить экологическое состояние административных районов Белоруссии путём расчёта ряда частных коэффициентов – абсолютной (K_A), относительной (K_O) напряжённости и естественной защищённости (K_{E3}) Б.И. Кочурова, геоэкологического коэффициента ($K_{Г}$) И.С. Аитова [1, 2]);

– на основе рассчитанных коэффициентов определить интегральный показатель экологического состояния административных районов;

– провести геоэкологическое районирование территории Беларуси, выделив группы административных районов, отличающихся сходным экологическим состоянием, внутренним единством и своеобразными индивидуальными особенностями трансформации среды.

Методы исследования

В качестве операционных территориальных единиц, которые выступали непосредственным объектом оценки, были выбраны единицы административно-территориального деления – административные районы. Источником информации о структуре землепользования административных районов стал Государственный земельный кадастр [3], содержащий информацию по площади всех категорий земель по административным районам (площади лесов, лугов, сельскохозяйственных земель, пастбищ, пашни, застроенных, под дорогами и коммуникациями, осушаемых и орошаемых и т.д.). По его данным были определены набор видов землепользования территории районов и площади, занятые каждым из этих видов. Полученные данные легли в основу определения численного значения антропогенной преобразованности или экологического состояния районов. Для каждого района были рассчитаны упомянутые коэффициенты.

Для включения рассчитанных показателей в показатель интегральной оценки трансформации природной среды административных районов, они были нормированы, т. е. к каждому из них было применено такое преобразование, в результате которого все они стали измеряться в 10-балльной (безразмерной) шкале. Для этого использовался метод линейного масштабирования. Таким образом, возникает возможность сравнения этих показателей между собой, а также нахождения суммы всех показателей, которая и будет отражать экологическое состояние изучаемых территорий.

Результаты исследования

Расчет интегрального показателя позволил провести классификацию административных районов по уровню нарушенности, определить площадь, занимаемую каждым классом и проживающее в его пределах количество населения. К районам с наиболее низким уровнем нарушенности (значение интегрального балла 0,1-7,4) относятся 7 административных районов, составляющих 7,1% площади страны с населением 1,4%. 34 района площадью 32,2 и населением 15,4% относятся к категории с низким уровнем нарушенности (7,4-11,6 балла).

К районам со средним уровнем нарушенности (11,6-15,7 балла) относятся 28 районов (площадь 25,1%, население 20,5%), с высоким (15,7-22,7 балла) – 38 районов (площадь 28,7% население 54,3%). 11 районов относятся к районам с наиболее высоким уровнем нарушенности природной среды (значение интегрального балла 22,7-33,0). В сумме площадь этих районов составляет 6,6% площадь Беларуси, а население 8,4%.

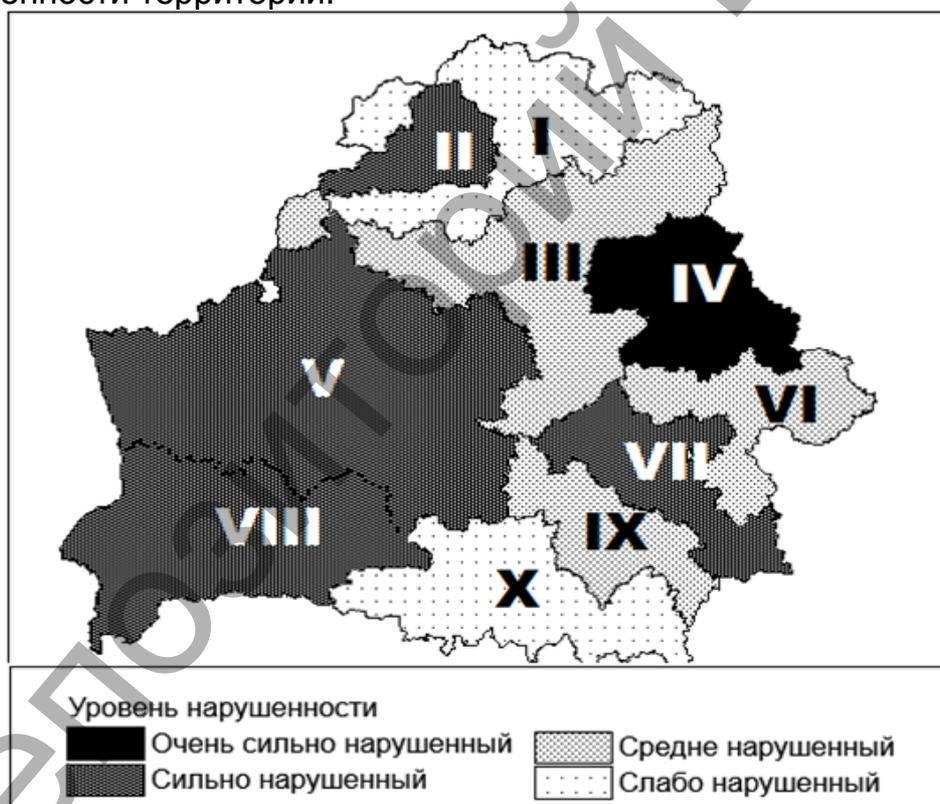
Сопоставление картограммы нарушенности с ландшафтными и физико-географическими картами показало что, районы с наиболее высокими значениями показателя сконцентрированы преимущественно в пределах Белорусской возвышенной провинции холмисто-моренно-эрозионных и вторичноморенных ландшафтов. В физико-географическом отношении здесь наиболее нарушенные районы расположены в пределах возвышенных форм рельефа – Минской, Волковысской, Новогрудской, Ошмянской возвышенностей, Копыль-

ской гряды. Заметна достаточно чёткая приуроченность наиболее трансформированных районов востока страны к Восточно-Белорусской провинции вторичноморенных и лёссовых ландшафтов, а именно к той её части, которая также занята возвышенностями – Оршанской, Смоленско-Московской, Горецко-Мстиславской. Третья группа районов с повышенным значением интегрального показателя нарушенности расположена на крайнем юго-западе республики, в западной части Полесской ландшафтной провинции озёрно-аллювиальных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов преимущественно в пределах Прибугской равнины и Загородья.

Крупнейшие регионы наименее нарушенных территорий сконцентрированы преимущественно в центральных частях Полесской и Поозёрской низменностей.

На основании анализа карты интегральной оценки трансформации природной среды, а также карт, отражающих распределение отдельных показателей антропогенной нагрузки и особенностей землепользования по административным районам, нами было проведено районирование территории республики по степени преобразованности природной среды.

Всего было выделено 10 геоэкологических районов (рисунок), которые отличались особенностями структуры землепользования и степенью антропогенной нарушенности территории.



Геоэкологические районы: I – Северный; II – Дисненский; III – Витебско-Березинский; IV – Восточно-Белорусский; V – Центрально-Белорусский; VI – Славгородско-Краснопольский; VII – Гомельско-Жлобинский; VIII – Западно-Полесский; IX – Речицко-Светлогорский; X – Восточно-Полесский

Рисунок – Геоэкологическое районирование РБ

Территории районов имеют различную площадь – от 3,3% до 25,0% территории Беларуси (таблица 1). Наиболее крупные районы – Центрально-Белорусский и Западно-Полесский – приурочены к западной части страны, преимущественно в пределах Брестской, Гродненской и восточной части Мин-

ской области, в ландшафтном отношении – к Белорусской возвышенной и западным частям Предполесской и Полесской ландшафтных провинций; в геоморфологическом – к Западно-Белорусской подобласти области Центрально - Белорусских краевых ледниковых возвышенностей и гряд, западной равнинной части области равнин и низин Предполесья и западной части области Белорусского Полесья.

Для восточной части страны характерно чередование вытянутых в широтном направлении геоэкологических районов с севера на юг, что обусловлено схожей по характеру сменой в этой части страны единиц физико-географического и геоморфологического районирования.

По степени нарушенности природной среды геоэкологические районы были разделены на 4 группы: районы слабой (2 района), средней (3), сильной (4), очень сильной (1) степени нарушенности.

1. *Северный геоэкологический район* слабой степени нарушенности включает 10 административных районов. Приурочен к северной части Поозёрской ландшафтной провинции за исключением участка на западе. Характеризуется самым низким показателем доли сильно нарушенных земель и одним из самых высоких показателей доли ООПТ (см. табл.). Показатель распаханности составляет лишь 17% (при среднереспубликанском значении 26.8%), доля лесов 49.5% (по республике 41.5%).

2. *Восточно-Полесский геоэкологический район* слабой степени нарушенности включает 8 административных районов. Приурочен преимущественно к водно-ледниковым и аллювиальным низинам восточной части области Полесской низменности. Доля площади района в общей площади республики примерно соответствует доли городского и сельского населения. Район имеет самый низкий показатель распаханности и самые высокие показатели доли лесов и особо охраняемых природных территорий, следовательно, минимальным значением K_A и максимальным значением K_B .

Таблица 1 – Соотношение площади и населённости геоэкологических районов

Геоэкологический район	Площадь %	Население		Городское население		Сельское население		Отношение доли площади к доле населения
		%	чел./км ²	%	чел./км ²	%	чел./км ²	
Витебско-Березинский	13,2	9,7	33,9	9,6	25,4	10,4	8,5	1,36
Восточно-Белорусский	6,9	8,3	55,1	8,7	44,1	7,0	11,0	0,83
Восточно-Полесский	10,1	3,8	17,5	3,0	10,4	6,6	7,1	2,66
Гомельско-Жлобинский	6,4	11,4	82,9	12,3	68,3	8,5	14,6	0,56
Дисненский	3,3	1,2	16,9	0,8	9,0	2,4	7,9	2,75
Западно-Полесский	13,2	11,5	40,3	10,2	27,4	15,6	12,9	1,14
Речицко-Светлогорский	5,4	3,1	26,6	2,8	18,6	3,9	7,9	1,74
Северный	10,6	4,4	19,3	4,0	13,2	6,0	6,1	2,41
Славгородско-Костюковичский	6,0	1,8	13,6	1,3	7,6	3,3	6,0	3,33
Центрально-Белорусский	25,0	44,7	82,2	47,2	66,4	36,3	15,8	0,56
В целом по Беларуси	100	100	45,7	100	34,9	100	10,8	1

3. *Витебско-Березинский геоэкологический район* средней степени нарушенности включает 14 административных районов. По своему расположению представляет собой буферную зону между двумя наиболее трансформированными районами – Центрально-Белорусским и Восточно-Белорусским, а также между ними и слабо нарушенным Северным районом.

Таблица 2 – Структура землепользования и экологическое состояние районов

Геоэкологический район	Пашня, %	Луга, %	Леса, %	ООПТ, %	Нарушенные, %	Осушенные, %	К _А	К _О	К _{ез}	К _г
Витебско-Березинский	24,2	12,5	48,1	3,4	4,0	13,4	0,84	0,53	0,62	1,6
Восточно-Белорусский	42,2	16,6	26,7	0,0	5,0	11,9	4,38	1,10	0,53	0,9
Восточно-Полесский	12,7	11,5	57,4	22,5	3,2	16,6	0,13	0,36	0,70	1,9
Гомельско-Жлобинский	32,6	16,4	34,9	1,3	5,4	14,3	1,22	0,88	0,55	1,2
Дисненский	29,9	18,9	29,0	5,7	3,3	22,8	0,47	0,69	0,57	1,0
Западно-Полесский	25,3	17,6	38,9	11,9	4,9	24,6	0,37	0,77	0,54	1,3
Речицко-Светлогорский	21,1	15,4	50,8	3,2	4,2	20,1	0,87	0,58	0,58	1,7
Северный	17,0	11,6	49,5	15,1	2,9	12,0	0,18	0,34	0,68	1,7
Славгородско-Костюковичский	23,2	15,2	46,6	0,2	3,2	11,4	0,96	0,52	0,64	1,6
Центрально-Белорусский	35,5	15,2	35,3	4,1	5,1	17,4	0,77	1,04	0,53	1,2
В целом по Беларуси	26,8	14,6	41,5	7,3	4,3	16,4	0,88	0,72	0,59	1,4

Показатель распаханности несколько ниже, а лесистости несколько выше по сравнению со среднереспубликанскими, доля осушенных земель сравнительно низка.

В целом для районов слабой степени нарушенности характерна значительная доля лесов (около 50%), существенно меньшая доля населения по сравнению с долей площади (в среднем в 2,5 раза), значения К_о от 0,34 до 0,36, К_г от 1,7 до 1,9, что соответствует удовлетворительному экологическому состоянию, максимальные значения доли ООПТ.

4. *Славгородско-Костюковичский геоэкологический район* средней степени нарушенности включает 9 административных районов. Расположен между двумя районами с сильной антропогенной преобразованностью – Гомельско-Жлобинским и Восточно-Белорусским. Характеризуется незначительной долей ООПТ, показатель абсолютной напряжённости эколого-хозяйственного баланса близок к 1. Доля пашни и лесов аналогичны показателям Витебско-Березинского района. Доля населения существенно ниже, чем доля площади района от площади республики.

5. *Речицко-Светлогорский геоэкологический район* средней степени нарушенности включает 6 административных районов. Представляет собой переходную зону от слабо преобразованного Восточно-Полесского района к сильно преобразованному Гомельско-Жлобинскому. Выделяется высокой долей осушенных земель – более 20%, доля лесов достаточно высока, доля пашни на среднем уровне.

В целом для районов со средней степенью нарушенности характерна вытянутая конфигурация и буферное расположение между сильно нарушенными или сильно и слабо нарушенными районами. Доля пашни составляет 21-24%, лесов – 46-51%. Доля населения несколько ниже, чем доля площади. Значения К_о лежат в диапазоне от 0,52 до 0,58, К_г – от 1,6 до 1,7, что соответствует удовлетворительному экологическому состоянию.

6. *Центрально-Белорусский геоэкологический район* сильной степени нарушенности включает 33 административных района и занимает ¼ часть всей

территории Беларуси. Доля района по численности населения в 1,8 раза превышает его долю по площади, а по численности сельского населения – в 1,5 раза. По доле пашни от общей площади район находится на втором месте после Восточно-Белорусского, доля лесов на 6,2% меньше среднереспубликанской. Показатель K_0 около 1, то есть достигнут предел доли территорий с высшей, очень высокой, высокой антропогенной нагрузкой, при которой напряженность эколого-хозяйственного состояния территории ещё остаётся сбалансированной по степени антропогенной нагрузки и потенциалу устойчивости природы.

7. *Гомельско-Жлобинский геоэкологический район* сильной степени нарушенности включает 8 административных районов. Расположен в пределах водно-ледниковых и моренно-водно-ледниковых равнин и низин. Характеризуется высокой долей пашни (3 место среди всех районов), низкой долей ООПТ, высоким значением K_A , превышающим 1. Доля осушенных земель сравнительно невелика.

8. *Дисненский геоэкологический район* сильной степени нарушенности включает 4 административных района на крайнем северо-западе. Со всех сторон окружён слабо нарушенным Северным геоэкологическим районом. Высокая степень нарушенности обусловлена большой долей осушенных земель – свыше 1/5 территории, доля лесов и пашни примерно одинакова – около 30%. Доля района в численности населения Беларуси несколько ниже, чем в площади.

9. *Западно-Полесский геоэкологический район* сильной степени нарушенности включает 14 административных районов. По природно-антропогенным особенностям схож с предыдущим: также приурочен к одной ландшафтной провинции со слабо нарушенным Восточно-Полесским районом и выделяется наиболее высокой степенью осушенности территории, что и определило значения коэффициентов, отражающих уровень нарушенности, которые близки к значениям для других районов с высоким уровнем трансформации природной среды. В то же время, доля ООПТ достаточно велика, доля лесов примерно соответствует общереспубликанской, доля пашни самая низкая из всех районов данной группы, а доля по численности населения ниже, чем по площади.

10. *Восточно-Белорусский геоэкологический район* очень сильной степени нарушенности включает 11 административных районов. Характеризуется наиболее сильной степенью трансформации природной среды. Особо охраняемые территории республиканского значения отсутствуют, коэффициенты K_A и K_0 здесь приобретают самое высокое значение, а $K_{ез}$ и $K_{г}$ – самое низкое. Также для района характерна самая высокая доля распаханых земель (в 1,6 раза выше, чем по республике) и самая низкая доля лесов (в 1,6 раза ниже). Район приурочен к возвышенностям Восточно-Белорусской ландшафтной провинции вторичноморенных и лёссовых ландшафтов с наиболее благоприятными для сельскохозяйственного освоения территориями. Доля района в численности населения немного выше, чем в площади.

Список литературы

1. Кочуров, Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б.И. Кочуров. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.

2. Аитов, И.С. Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартковского региона): автореф. дис. ... канд. геогр. наук; 250036 / И.С. Аитов. – Барнаул, 2006. – 18 с.

3. Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2013 года). URL: http://www.gki.gov.by/upload/new%20structure/press%20service/GZK_2012.doc. – Дата доступа: 28.01.2016.

ГРОЗЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ: УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПРОГНОЗ

Соколовская Я.А.

Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды», г. Минск, Республика Беларусь, met2@hmc.by

This article is about the thunderstorms on the territory of Belarus, their distribution and forecast. Thunderstorms have an important part in the global electrical circuit, which combines the atmosphere and the earth's surface. They have a significant influence on human lives, health and activities. Understanding of the thunderstorm formation process is essential for their subsequent prediction.

Введение

Изучение механизмов формирования гроз является важной задачей, как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения. Грозы являются важной составляющей глобальной электрической цепи, объединяющей атмосферу и Землю. Электростатические силы существенно влияют на эволюцию динамических и микрофизических характеристик облаков и осадков, и на перенос тепла и влаги в атмосфере [1].

Вместе с этим грозы, как и всякое атмосферное явление, характеризуются неоднородным пространственно-временным распределением, которое зависит от целого ряда факторов. Одним из таких факторов является деятельность человека, в результате которой может изменяться количество гроз и их распределение.

Основная часть

Гроза – атмосферное явление, при котором наблюдаются многократные электрические разряды (молнии) между облаками или между облаками и землей, сопровождаемые звуковым явлением – громом. Вместе с тем не все грозы по механизму их формирования одинаковые, поэтому выделяют 2 вида гроз: фронтальные и внутримассовые. Первые образуются на атмосферных фронтах в результате вынужденной конвекции, а вторые – в процессе локального нагрева воздуха от подстилающей поверхности, т.е. свободной конвекции [1].

Образование гроз на территории Беларуси в большинстве случаев (~85%) связано с прохождением фронтов, чаще всего холодных (55%). Значительно реже грозы формируются при прохождении теплых фронтов и фронтов окклюзии (примерно по 15% гроз на каждый из этих видов). Около 15% составляют термические внутримассовые грозы [2].

Как и для всякого другого природного явления для гроз характерно неравномерное распределение во времени и пространстве.

Пространственная структура среднегодового количества гроз представлена следующим образом: на территории Белорусского Полесья среднее число дней с грозами наибольшее (рисунок 1). Уменьшение числа гроз с юга на север связано с уменьшением влажности облаков к северу республики, которая убывает с ростом широты вследствие понижения температуры.

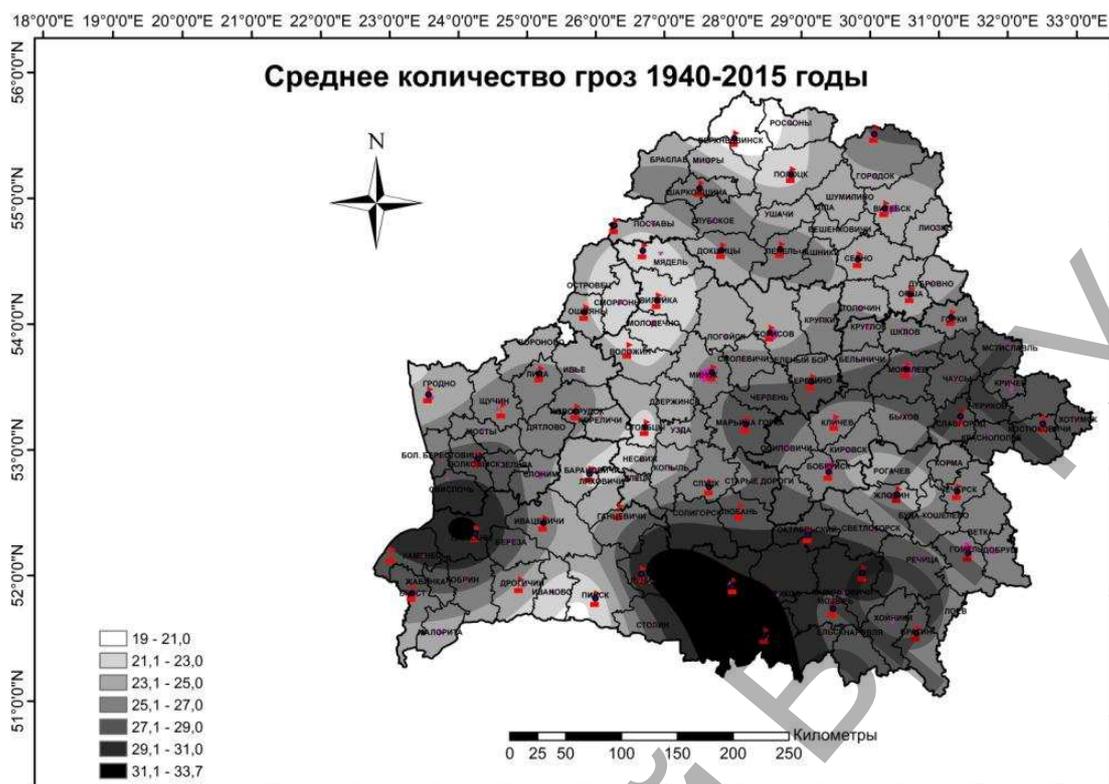


Рисунок 1 – Распределение гроз по территории Беларуси

Наряду с указанной широтной генеральной особенностью заметны и долготные особенности в распределении гроз: полюса малого количества дней с грозой отмечаются между 28 и 31° в. д. на севере Беларуси. Второй минимум грозовой активности отмечается в северо-западной части Беларуси (Вилейский, Докшицкий и Ошмянский районы).

Изучая временную изменчивость: с декабря по февраль грозы – достаточно редкое явление, их повторяемость в январе-феврале не превышает 1-2 дней за пятилетие, а в декабре грозы наблюдались крайне редко – 1 день за 10 лет. Следует отметить, что повторяемость зимних гроз, начиная с середины 80-х годов XX до начала XXI в., существенно возросла. Активная грозовая деятельность зимой совпала с потеплением климата. В марте-апреле повторяемость гроз возрастает до 3-5 дней за пятилетний период, исключение составляют 1996-2000 гг., когда наблюдалось более 10 гроз (в 1998 г. – 8 гроз). С мая по август число гроз существенно увеличивается и в отдельные годы достигает 22 дней (июль, 2001 г.: 22 дня в Пружанах, 21 – в Лельчицах, Житковичах, 20 – в Гродно, Лиде и Ивацевичах). В сентябре-октябре до 2005 г. количество гроз уменьшалось и составляло в среднем 7-10 дней за пятилетний период, с 2006 г. отмечается незначительное увеличение количества гроз. В ноябре отмечается в среднем 1-2 дня с грозой, генеральные особенности изменения гроз в этом месяце напоминают особенности изменения гроз в январе и феврале [2,4].

При анализе временной изменчивости среднегодового суммарного числа дней с грозами по всем метеостанциям Беларуси заметны 3 максимума повторяемости гроз (рисунок 2): в 50-х, конце 90-х годов прошлого века – начале XXI в., 2010-2011 гг. (самый большой из максимумов). Причем эти максимумы связаны в первую очередь с благоприятными термическими условиями (эти годы одни из самых теплых на земле).

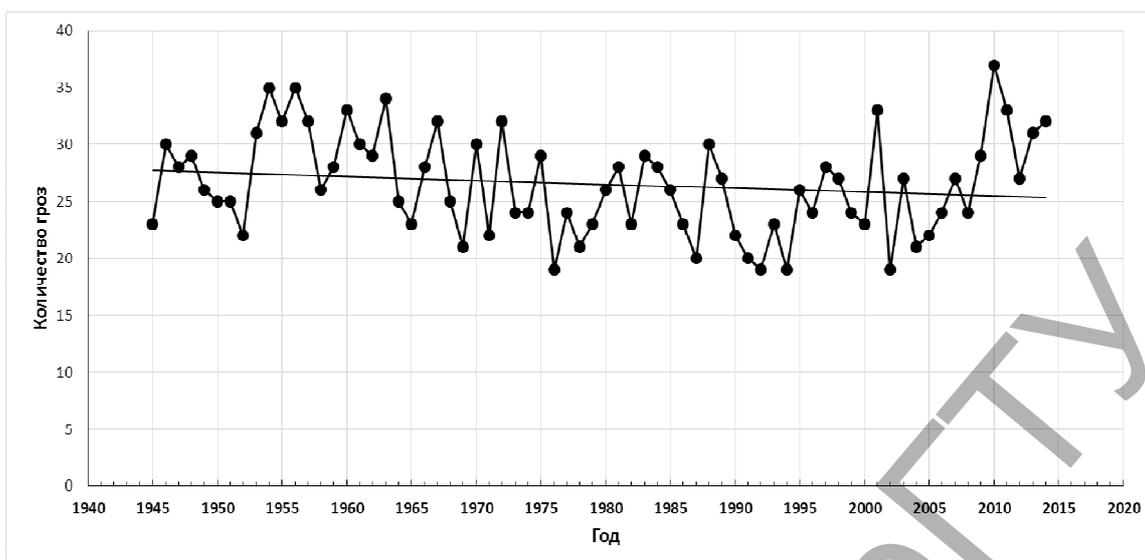


Рисунок 2 – Изменение среднего количества гроз с течением времени по всем станциям Беларуси

Минимум в повторяемости гроз приходится на начало 90-х годов XX в. В последние годы (2001-2015) отмечается уменьшение повторяемости гроз и на востоке, и на западе страны. На северо-западе и юго-западе страны количество гроз было максимальным в середине 80-х и второй половине 90-х годов прошлого века. В нынешнем столетии количество гроз в этих районах уменьшилось. Подобная закономерность, хотя и менее отчетливо, выражена на северо-востоке и юго-востоке Беларуси [3].

В северной части Беларуси количество осадков за последние годы возросли, некоторый рост указанных характеристик отмечался и за последнее десятилетие в других районах Беларуси. Температура, начиная с 1989 г., увеличивалась особенно сильно зимой и в первую половину весны. Изменения температуры летом менее определенные, хотя тенденция к росту температуры в последние годы стала очевидной, особенно в июле и в августе.

Таким образом, изменение температуры и влажности, сопровождаемое развитием кучево-дождевых облаков, за последние годы способствовало формированию большей повторяемости гроз. Это было особенно выражено на рубеже веков [3].

Повторяемость гроз определяется не только синоптическими условиями, но и свойствами подстилающей поверхности.

Одним из таких факторов, влияющих на повторяемость гроз, является лесистость территории. В среднем количество осадков теплого периода увеличивается на 1-3% на каждые 10% площади леса (в радиусе 30 км вокруг станции). В районах, где лесистость превышает 45%, число дней с грозой около 30 или более. Где лесистость меньше, число дней с грозами менее 25.

Для территории Полесья подтверждаются предположения ряда ученых о влиянии лесных массивов на осадки, значит и грозы. Количество гроз возрастает на 10-15% при увеличении лесистости от 25% до 60% [3].

Еще одним фактором, влияющим на распределение гроз, в данном исследовании рассматривается антропогенный фактор - глобальное потепление климата, которое, как известно в основном является результатом деятельности человека (рисунки 3, 4).

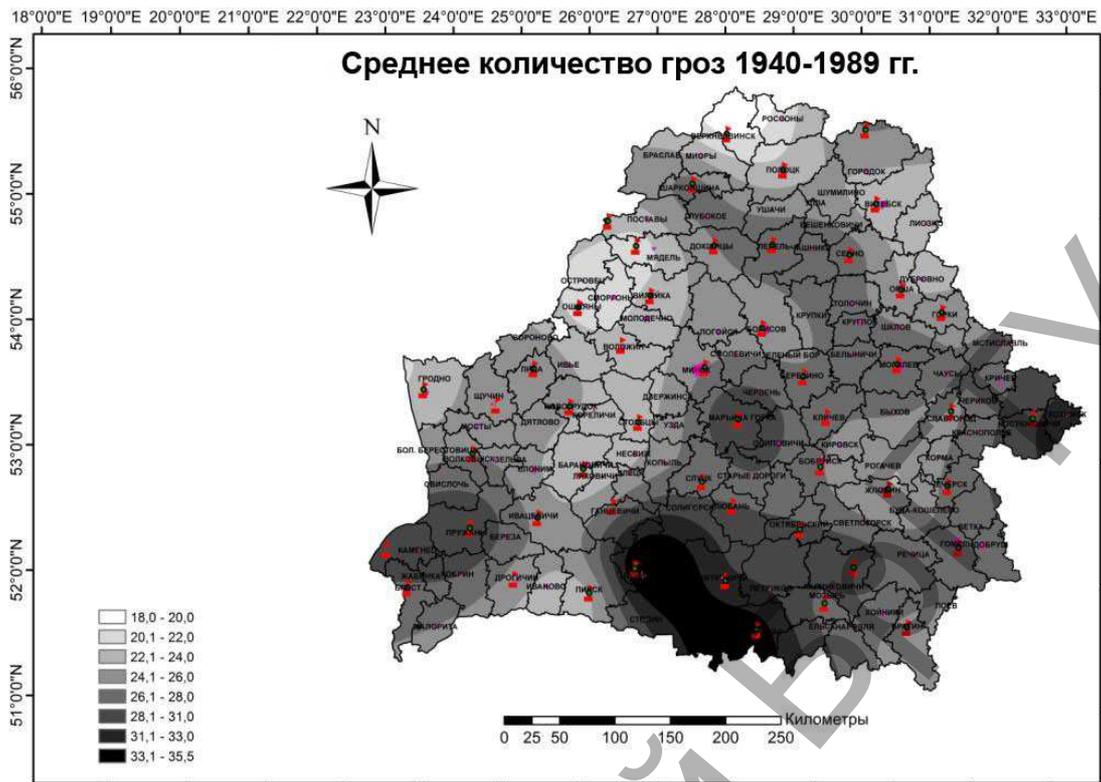


Рисунок 3 – Распределение гроз до потепления климата

Так влияние потепления климата проявляется в том, что область большого количества гроз на юге страны смещается немного на юго-восток, а также появляется новая область большого количества гроз на востоке страны, также на юго-западе увеличивается количество гроз. Таким образом, после потепления вместо 1 области большого количества гроз стало 3 таких области на территории Беларуси (рисунок 4).

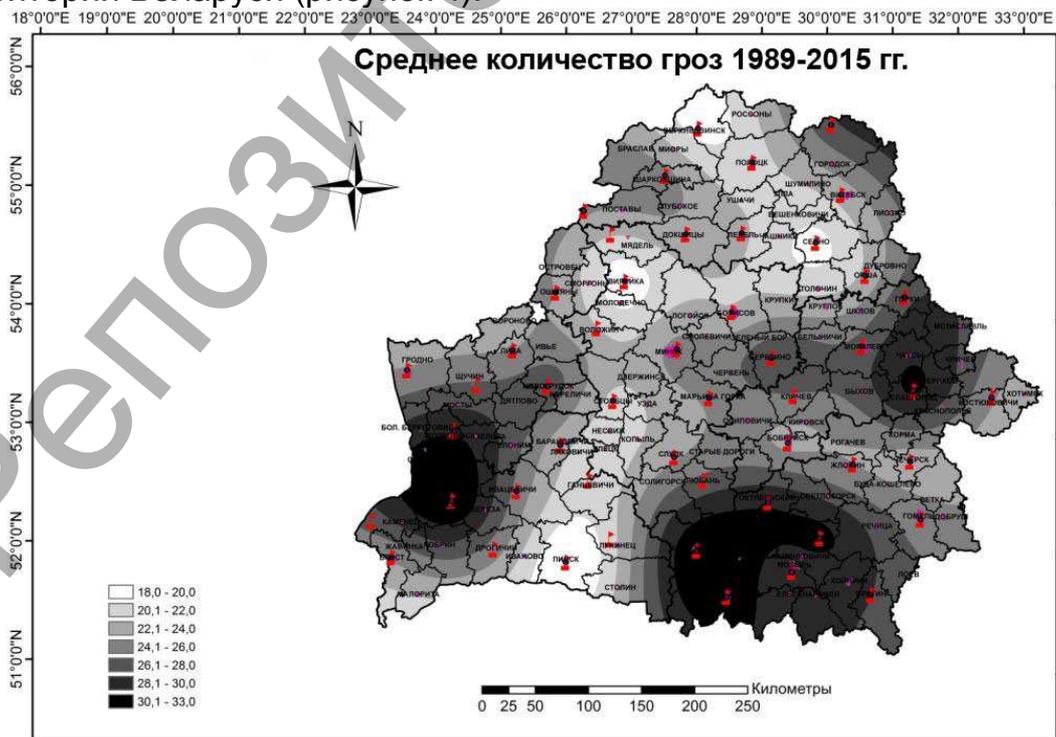


Рисунок 4 – Распределение гроз после потепления климата

Еще одним антропогенным фактором, оказывающим влияние на распределение гроз, является мелиорация, проведенная на Полесье в 1960-80 гг. В результате такой антропогенной деятельности количество гроз на ряде станций Полесья после мелиорации уменьшилось, к числу таких станций относятся Полесская, Брест, Пинск, Житковичи (рисунок 5).

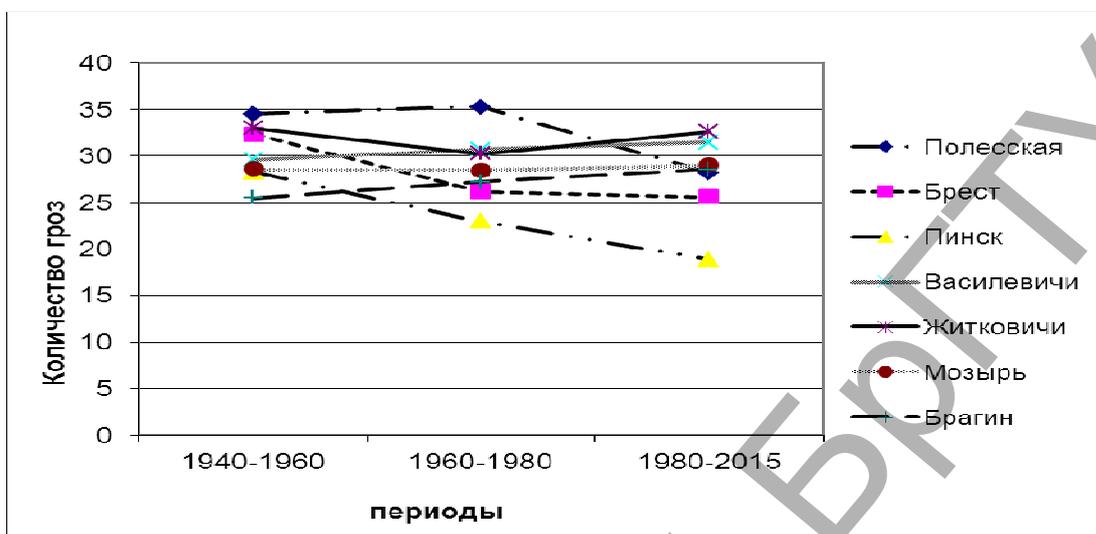


Рисунок 5 – Изменение количества гроз на Полесье

Это связано с перераспределением водных ресурсов данной территории, а, следовательно, и меньшей водностью образующейся облачности и меньшей ее мощностью, т.е. менее благоприятными условиями для образования гроз. Но такая тенденция прослеживается не на всех станциях Полесья, например на станциях Василевичи и Брагин фиксируется увеличение количества гроз в течение мелиорации и после нее. В Мозыре же количество гроз почти не изменилось. Так что очевидно, что влияние мелиорации на количество гроз над определенной территорией зависит еще и от местных условий.

Также большее количество гроз приурочено к более крупным городам, которые являются своеобразными островками-тепла, вызывающими дополнительную неустойчивость в атмосфере.

Поскольку грозы являются достаточно частым явлением в теплое время года для Беларуси и оказывают существенное влияние на деятельность человека возникает объективная необходимость совершенствовать методы прогноза грозовых явлений.

В настоящее время наиболее оптимальным вариантом для этого является использование современных численных прогностических моделей, одной из самых доступных и хорошо разработанных моделей является WRF (Weather research and forecasting). В данном исследовании использовалась именно она. Модель основана на численном решении системы уравнений гидротермодинамики атмосферы с учетом процессов в верхнем слое суши или воды [1, 6].

Непосредственно данная система прогноза погоды не может рассчитывать атмосферное электричество, поэтому для определения наличия или отсутствия гроз используются косвенные признаки, которые характеризуют метеорологические условия необходимые для их возникновения. Для выявления условий благоприятных для развития гроз в данной работе использовались несколько индексов неустойчивости таких как: CAPE, K-index, SWEAT, Lifted index, Thompson index, CIN [5].

В рамках исследования было выполнено моделирование случаев развития сильных гроз на территории Беларуси, с помощью системы атмосферного моделирования WRF-ARW. Для анализа такого мезомасштабного процесса как грозы был выбран шаг сетки 3 км, для параметризации микрофизики была выбрана схема WSM6, а также отключена параметризация конвекции.

Продолжительность моделирования составляла 48 часов, грозы в данном случае наблюдались на 32-41 часы моделирования, что эквивалентно следующему дню прогноза гроз в оперативном использовании. Такой метод расчета был выбран для большей заблаговременности прогноза грозы, а так же из-за особенностей формирования осадков в модели WRF.

Был проведен расчет индексов неустойчивости для нескольких случаев гроз 2014 года, результаты представлены в таблице 1. Фронтальные и внутримассовые грозы отличаются по механизму образования и как следствие по значениям индексов неустойчивости.

Все использованные параметры показывают благоприятные условия для образования гроз. Причем значения большинства рассматриваемых индексов в среднем больше у внутримассовых гроз, следовательно, при свободной конвекции создаются более благоприятные условия для формирования гроз. Но если сравнивать не осредненные значения, а конкретные для каждого из случаев гроз, то получается, что максимальные и минимальные значения всех индексов характерны для фронтальных гроз т.е. вынужденной конвекции [6].

Таблица 1 – Индексы неустойчивости для фронтальных и внутримассовых гроз

Вид гроз	Дата	Параметры						
		CAPE	Thompson index	K-index	SWEAT	CIN	Lifted index	Total index
Внутримассовые	24.05	852	38	35	227	-5	-3	50
	26.05	1440	35	32	240	-15	-3	52
	09.07	1080	37	34	232	-15	-3	52
	16.07	1280	35	32	227	-12	-3	50
	06.08	700	32	29	208	-13	-2,5	50
	08.08	900	34	32	270	-10	-1,5	51
	среднее	1042	35	32	234	-11,6	-2,6	50,8
Фронтальные	19.05	1800	36	30	388	-10	-6	54
	01.06	888	34	31	272	19	-3	51
	22.06	300	27	27	248	-5	0,5	52
	01.07	810	20	23	90	-5	3,5	42
	12.08	1120	39	37	259	-5	-2	47
	14.08	700	31	29	311	-15	-2	45
	20.08	170	22	23	140	-5	1,5	44
	среднее	827	30	29	244	-3,7	-1	48
Среднее для 2 видов		926	32	30	239	-7,4	-1,7	49

Максимальные значения индексов неустойчивости в случаях фронтальных гроз связаны с тем, что наблюдаются сразу 2 вида конвекции свободная (из-за подходящих термических условий) и вынужденная (из-за прохождения холодного фронта).

Значение CAPE больше в среднем для внутримассовых гроз 1042 (умеренная неустойчивость, сильные грозы и ливни), чем у фронтальных 827

(слабая неустойчивость, возможны грозы). Для фронтальных гроз среднее значения индекса Thompson index равняется 30 (возможны грозы), что меньше, чем для внутримассовых 35 (грозы, местами сильные). Среднее значение K-index также ниже у фронтальных гроз 29, а у внутримассовых – 32, в обоих случаях это свидетельствует об условиях благоприятных для формирования гроз. А вот наибольшее значение SWEAT-index характерны для фронтальных гроз 244, у внутримассовых – 234, в обоих случаях можно было бы предположить, что не созданы условия для сильных гроз т.к. значения этого индекса должны быть более 250 для развития сильных гроз, но так как наличие гроз подтверждается наземными наблюдениями, то для прогноза возможности возникновения грозовых явлений на территории Беларуси рекомендуется использовать более низкие значения SWEAT индекса [6].

Lift index больше у внутримассовых гроз. Значения Total индекса также больше у внутримассовых гроз 51 (грозы наиболее вероятны, возможны сильные), а у фронтальных 49 (грозы возможны). CIN больше у внутримассовых гроз (-11,6) – конвекция возможна, чем у фронтальных (-7,4) – конвекция возможна.

Таким образом, индексы неустойчивости разных по способу образования видов гроз могут существенно отличаться.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на пространственно-временное распределение гроз влияет много различных факторов, среди которых температура, рельеф, лесистость территории, деятельность человека. Это стоит учитывать в будущем, ведь неизвестно какие еще последствия может вызвать деятельность человека. И какие антропогенные могут воздействовать на грозы и другие опасные и неблагоприятные метеорологические явления.

Для прогноза гроз на территории Беларуси может быть использована система численного моделирования WRF. Для распознавания условий благоприятных для грозообразования подходят индексы неустойчивости такие как: CAPE, K-index, Lifted index, Total index, CIN. Чтобы использовать SWEAT индекс на нашей территории требуется его адаптация под местные условия.

Список литературы

1. Гледко Ю.А. Особенности прогнозирования грозовых явлений на территории Беларуси / Ю.А. Гледко, Я.А. Соколовская // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: материалы Междунар. научн. конф., Минск, 5-8 мая 2015 г. / редкол.: П.С. Лопух (отв. ред.) [и др.]; Белорус. гос. ун-т. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2015. – С. 243-245.
2. Логинов, В.Ф. Изменчивость числа дней с грозами на территории Беларуси/ В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, И.Н. Шпока // Природопользование. Сб. науч.тр. – 2006. – Вып. 12. – С. 33-40.
3. Логинов, В.Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, И.Н. Шпока. – Минск, – 2010. – 128 с.
4. Логинов, В.Ф. Сравнение пространственно-временных особенностей изменений опасных метеорологических явлений в характерное и не характерное для них время года / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, И.Н. Шпока//Природопользование. Сб. науч.тр. – 2011. – Вып. 19. – С. 5-22.
5. Губенко, И.М. Пример сравнения индексов неустойчивости средней тропосферы и прогностической модели с информацией о грозовой активности / И.М. Губенко, К.Г. Рубинштейн // Метеорология и гидрология. – 2014.– №5. – С. 40-53.
6. Lapo P, Sokolovskaya Y., Summertime thunderstorm prediction in Belarus: European Geosciences Union, Vienna, 12-17 April 2015.

СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Стрельникова Л.М., Пилипенко М.В.

Брестский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды,
г. Брест, Республика Беларусь, air@ecosom.brest.by

В соответствии со Стратегией в области охраны окружающей среды Республики Беларусь на период до 2025 года одной из задач является достижение устойчивого улучшения качества атмосферного воздуха посредством сокращения выбросов от стационарных и мобильных источников, в том числе и путем широкого внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий, возобновляемых источников энергии. Мероприятия по повышению энергоэффективности, внедрению энерго-сберегающих технологий и развитие возобновляемых источников энергии отвечают положениям и требованиям Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и Киотского протокола к Рамочной конвенции. Принимаемые меры направлены на уменьшение потребления ископаемого углеводородного топлива и практически пропорциональному сокращению выбросов вредных продуктов сгорания в атмосферный воздух, в том числе таких парниковых газов как углекислый газ, водяной пар, метан.

Согласно статистическим данным, Брестская область среди областей республики и города Минска, занимает пятое место по количеству выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников и по объему валовых выбросов, третье по количеству выбросов от мобильных источников.

Справочно: валовые выбросы в 2014 году по Минской области составили 256,3 тыс. тонн, Гомельской – 215,3 тыс. тонн, Витебской - 212,5 тыс. тонн городу Минску - 181,2 тыс. тонн, Брестской - 179,6 тыс. тонн, Гродненской - 166,2 тыс. тонн, Могилёвской - 132,5 тыс. тонн.

В составе валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух более 70% составляют выбросы от мобильных источников.

Справочно: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от мобильных источников в 2014 году составили по Минской области – 181,8 тыс. тонн, городу Минску – 157,7 тыс. тонн, Брестской – 127,8 тыс. тонн, Гомельской – 113,7 тыс. тонн, Витебской - 110 тыс. тонн, Гродненской - 107,4 тыс. тонн, Могилёвской - 82,4 тыс. тонн.

Увеличение количества автомобилей не привело к увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Объем выбрасываемых мобильными источниками загрязняющих веществ ежегодно уменьшается. За последние пять лет снижение составило 10%.

Это обусловлено обновлением автотранспорта транспортными средствами высоких экологических классов и снижением продолжительности срока эксплуатации старых автомобилей, эффективностью контрольных действий Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Госавтоинспекции Министерства внутренних дел Республики Беларусь, улучшением качества реализуемого моторного топлива.

От стационарных источников максимальные удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух приходятся на города Брест – 22,7 т/км², Пинск – 22,2 т/км², Барановичи – 17,6 т/км².

Справочно: по городу Минску – 67,4 т/км².

В пересчете на душу населения удельные валовые выбросы загрязняющих веществ по Брестской области составили 0,13 т/чел.

Справочно: самые низкие в Минске – 0,09 т/чел. и Могилевской области – 0,12 т/чел., самые высокие - 0,18 т/чел. в Витебской и Минской областях.

В целях снижения вредного воздействия на атмосферный воздух предприятиями Брестской области проводятся мероприятия по охране атмосферного воздуха, строительству, реконструкции, модернизации газоочистных установок, обеспечивающих сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ежегодно не менее чем на 400 т/год.

По результатам стационарных наблюдений, проводимых в городах Брест, Барановичи, Пинск, в целом, состояние атмосферного воздуха оценивается как стабильно хорошее.

Вместе с тем, сохраняется проблема загрязнения воздуха формальдегидом в районе ул. 17 Сентября и ул. Пушкинская в г. Брест, в районе ул. Центральная и ул. Завальная в г. Пинск и твердыми частицами.

Причина увеличения концентрации формальдегида и твердых частиц - преобладание длительного периода с аномально неблагоприятными для рассеивания метеоусловиями, повышенного температурного режима, дефицита осадков и смоговой ситуации.

Источниками поступления формальдегида в атмосферный воздух в основном являются автотранспорт, топливосжигающие установки и предприятия мебельного производства, как в г. Пинске. Вследствие фотохимического окисления, высвобождающиеся в процессе горения углеводороды и другие соединения, образуют формальдегид.

В целях снижения негативного влияния на атмосферный воздух выбросами от мобильных источников проводится обновление автобусного парка городов, реализуются эффективные архитектурно-планировочные решения, строительство транспортных развязок. Предприятиями области осуществляется перевод на газовое топливо ежегодно порядка 100 автомобилей. Ежегодно в области проводится конкурс на лучшую автотранспортную организацию в работе по снижению загрязнения атмосферного воздуха, акция «Чистых воздух».

В области охраны озонового слоя природопользователями области за последние 5 лет снижено на 59% использование озоноразрушающих веществ, находящихся в обращении и регулируемых приложением С к Монреальскому протоколу.

В рамках Национальной системы мониторинга на 22 предприятиях Брестской области проводятся регулярные наблюдения за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух от крупных стационарных источников. По данным локального мониторинга превышений установленных предельно-допустимых значений выбросов не фиксировалось.

В качестве возобновляемых источников энергии в области используется энергия солнца, ветра, земли, движения водных потоков, биогаза, сжигания биомассы.

Биогазовые установки эксплуатируются на КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» и КСУП «СГЦ «Западный». Ветроэнергетические установки построены в Барановичском и Пинском районах. РУЭСП «Днепро-Бугский водный путь» используется энергия естественного движения водного потока на пяти мини-ГЭС области. Энергия тепла земли используется КУСП «Тепличный комбинат «Берестье». Солнечные коллекторы установлены в ГПУ «Республиканский биологический заказник «Споровский» в Березовском районе, на автозаправочных станциях РУП «Белоруснефть-Брестоблнефтепродукт».

Основными задачами в области охраны атмосферного воздуха являются поэтапное снижение концентраций выбросов твёрдых частиц на асфальтобетонных заводах до значения 100 мг/м³, на газоочистных установках до значения 50 мг/м³ и реализация мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и мобильных источников.

УДК 574.587

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ВОДОТОКОВ

Тищиков И.Г.

Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», г. Минск, Республика Беларусь, genti@mail.ru.

The results of experimental investigations in improvement of methodical approaches to the artificial substrates using to assess the ecological status of water-courses are presented in this article.

Введение

Совершенствование системы мониторинга поверхностных вод включает в себя разработку, адаптацию и внедрение более совершенных способов оценки экологического состояния водных объектов. Это в значительной степени касается такого важнейшего направления как гидробиологические методы контроля, позволяющие дать комплексную оценку состояния водных экосистем.

Массовость гидробиологических наблюдений, а также необходимость их унификации и стандартизации предъявляют особые требования к методам биоиндикации, применяемым в Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС). Эти методы должны быть доступны специалистам региональных подразделений (прежде всего, в части отбора и первичной обработки проб макрозообентоса); не требовать сложного технического обеспечения; характеризоваться достаточно низкой трудоемкостью. При этом они должны обеспечить репрезентативность оценки водных экосистем, давать высокую воспроизводимость результатов, обладать достаточной разрешающей способностью и эффективностью в условиях работы широкой сети наблюдений.

Цель настоящей работы заключалась в совершенствовании методических подходов при использовании искусственных субстратов для оценки экологического статуса водотоков.

Основная часть

Методы изучения фауны макробеспозвоночных наиболее специфичны и требуют высокого профессионализма при отборе и обработке проб. Сообщества макробеспозвоночных, даже в пределах одной зоны (например, рипали водотока) образуют несколько биоценозов, в зависимости от скорости течения, типа грунта, характера субстрата и т.п. Таким образом, структурные параметры сообщества,

которые служат для оценки состояния водотоков, формируются под воздействием многих факторов, одним из которых является воздействие загрязняющих веществ. Однако для оценки антропогенного воздействия необходимо выделить и оценить именно этот фактор, максимально нивелируя остальные. Одним из наиболее перспективных путей решения этой проблемы является использование искусственных субстратов.

Практика показала, что отбор гидробиологических проб с помощью искусственных субстратов дает хорошие по сравнимости результаты и может быть использован для получения как качественных, так и количественных проб. Наиболее целесообразно применение искусственных субстратов в ситуациях, когда непрактичны другие методы отбора проб (например, при отсутствии удобных для заселения естественных субстратов), а также для получения сопоставимых результатов на различающиеся в биотопическом отношении участках водотоков.

Отработка методики отбора проб макробеспозвоночных с помощью искусственных субстратов производилась в условиях фонового водотока, при минимальном значении антропогенных нагрузок. В качестве модельного водотока был выбран приток Немана – река Сула, в наибольшей степени соответствующая предъявляемым требованиям.

Фоновое состояние экосистемы водотока обусловлено относительно невысоким антропогенным воздействием, преимущественно грунтовым питанием реки и высоким потенциалом самоочищения, за счет быстрого течения и, соответственно, хорошей аэрации воды.

В процессе исследования было выполнено обследование среднего течения реки. Основная цель обследования – изучение сообществ макробеспозвоночных водотока и оценка его состояния стандартными методами биоиндикации; регистрация таксономического состава основных экологических сообществ, участвующих в заселении искусственных субстратов; выбор мест и установка искусственных субстратов. Были отобраны пробы донных макробеспозвоночных, зоофитоса (фауны населяющей водные макрофиты) и дрефты (сносимых по течению макробеспозвоночных).

Суммарное таксономическое разнообразие макробеспозвоночных, населяющих различные типы речных грунтов, составило в осенний период 94 вида и формы, принадлежащих практически ко всем основным группам зообентоса (таблица 1). Наибольшее число таксонов (49) отмечено на заиленных песках рипали, наименьшее (22) – на крупных песках медиали. На твердых субстратах (каменисто-песчаном грунте, крупных камнях и древесных субстратах) число таксонов находилось в пределах от 40 до 42. Основу разнообразия донных сообществ составили личинки комаров-звонцов – *Chironomidae* (33), *Mollusca* (12), *Ephemeroptera* (11) и *Trichoptera* (10 видов). Среди хирономид преобладали представители п/сем. *Chironominae* (17 видов и форм) и *Orthoclaadiinae* (12 видов и форм), причем следует отметить относительно высокое представительство п/сем *Orthoclaadiinae*, характерное только для чистых водотоков.

Благополучное состояние речной экосистемы подтверждается также богатой и разнообразной фауной видов-индикаторов, характерных для чистых вод – веснянок из рр. *Isoperla*, *Nemurella* и *Leuctra*; поденок из рр. *Baetis*, *Ephemera*, *Heptagenia* и др.; многочисленных видов ручейников. Величина модифицированного биотического индекса (МБИ), рассчитанная по результатам исследования донных сообществ формирующихся на твердых субстратах, достигла максимальной величины – 10, что соответствует I классу чистоты.

Таблица 1 – Таксономическое разнообразие систематических групп макробеспозвоночных основных экологических сообществ среднего течения реки Сулы.

Систематические группы	Экологические сообщества			
	Донные грунты	Зоофитос	Дрифт	
			Дневной	Ночной
<i>Hirudinea</i>	4	1	-	-
<i>Mollusca</i>	12	2	-	-
<i>Odonata</i>	2	1	-	-
<i>Plecoptera</i>	3	-	-	-
<i>Ephemeroptera</i>	11	3	1	2
<i>Coleoptera</i>	6	3	1	1
<i>Trichoptera</i>	10	3	2	4
<i>Chironomidae</i>	33	9	1	2
Прочие	13	7	4	1
Всего	94	29	9	10

Таксономическое разнообразие макробеспозвоночных в зоофитосе было значительно ниже – 29 видов и форм. Вместе с тем, анализ видовой структуры этого сообщества также свидетельствует о высоком качестве воды – в сборах были представлены поденки рр. *Baetis* и *Heptagenia* (3 вида) и ручейники (3 вида), а из 9 представителей сем. *Chironomidae* 8 принадлежали к п/сем *Orthocladinae*.

Видовой состав дрифта, являющегося одним из основных механизмов заселения субстратов в водотоках, был относительно беден – 15 видов и форм макробеспозвоночных (9 - в светлое и 10 - в темное время суток).

Искусственные субстраты, представляющие собой бетонные блоки (размер 8x10x21 см), устанавливались в поток на глубине 0,5-0,7 м в двух вариантах – на проволочных каркасах (на высоте 5-10 см от дна) и непосредственно на каменистом грунте. В первом случае заселение субстратов происходило только за счет сносимых по течению организмов (дрифта), во втором - как за счет дрифта, так и за счет организмов, перемещающихся непосредственно по поверхности грунта (в том числе моллюсков, ручейников и т.п.). Для определения оптимального времени экспозиции искусственных субстратов, изъятие блоков производилось через определенный период (3, 7, 10, 20 и 30 суток). Одновременно изымалось от 3 до 5 блоков.

Сообщества макробеспозвоночных на искусственных субстратах, были представлены 53 видами и формами, принадлежавших ко всем основным таксономическим группам (таблица 2). По числу видов преобладали личинки комаров-звонцов сем. *Chironomidae* (14), представленные, преимущественно, подсемейством *Orthocladinae*, ручейники (8) и поденки (7). Следует отметить, что видовая структура сообществ была сформирована гидробионтами характерными для донных биоценозов, и достаточно объективно характеризовала таксономический состав макробеспозвоночных водотока. Вместе с тем, такие особенности данного типа искусственных субстратов, как наличие твердой ровной поверхности, при отсутствии ниш и полостей, служащих убежищем для гидробионтов – обусловили определенное упрощение структуры сообществ макробеспозвоночных.

Анализ результатов исследования показал, что видовой состав гидробионтов во многом зависел от способа установки искусственных субстратов – на субстратах установленных на каркасах и заселявшихся только за счет дрифта отмечено 32, а на субстратах, установленных на каменистом дне – 44 вида и формы макробеспозвоночных.

Таблица 2 – Таксономическое разнообразие систематических групп макробеспозвоночных на искусственных субстратах,.

Систематические группы	Количество таксонов		
	Всего	Субстраты на дне	Субстраты в потоке
<i>Hirudinea</i>	2	2	1
<i>Mollusca</i>	6	6	2
<i>Odonata</i>	2	2	-
<i>Plecoptera</i>	4	2	3
<i>Ephemeroptera</i>	7	7	3
<i>Coleoptera</i>	7	7	4
<i>Trichoptera</i>	8	7	4
<i>Chironomidae</i>	14	10	11
Прочие	3	1	3
Всего	53	44	31

Представительство отдельных таксономических групп на этих типах субстратов также существенно отличалось. Только на донных субстратах отмечены пиявки (*Erpobdella octoculata* и *Glossiphonia complanata*) и ракообразные (*Asellus aquaticus*), тогда как коллемболы *Symphyleona sp.* обнаружены только на субстратах установленных в потоке.

Наглядным примером зависимости характера обрастаний от экологических особенностей отдельных групп гидробионтов являются моллюски. На донных субстратах отмечено 6 видов брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*), тогда как на субстратах расположенных в потоке – только единичные особи *Ancylus fluviatilis* и *Valvata pulchella*, занесенные, по-видимому, на фрагментах макрофитов, сносимых по течению.

Аналогичные результаты получены и для некоторых других групп гидробионтов, в том числе и таких важных в индикационном отношении, как поденки и ручейники. Если на донных субстратах было отмечено семь видов поденок, в том числе β -мезосапробы *Ephemerella ignita* и *Heptagenia sulfurea*, то на субстратах расположенных в потоке – три, причем только два из них – *Baetis sp.* и *Heptagenia sulfurea* присутствовали практически на всех этапах заселения.

Фауна ручейников, в силу экологических особенностей группы, также слабо представлена на субстратах расположенных в потоке – единичные особи 4 видов *Trichoptera* отмечены только на последних этапах заселения. Характерно, что все они относятся либо к свободноживущим (р. *Hydropsyche*), либо к видам имеющим легкий домик (рр. *Ithytrichia* и *Brachycentrus*), т.е. потенциально способных участвовать в дрифте. Вместе с тем, в фауне макробеспозвоночных на донных субстратах присутствуют практически все (7) виды этой группы, встречающиеся уже после 3-дневной экспозиции.

Из вышеуказанного следует, что сообщества макробеспозвоночных, формирующиеся на искусственных субстратах расположенных на дне, более адекватно отражают состав донных сообществ водотоков данного типа и указанный способ установки искусственных субстратов является предпочтительным.

Динамика формирования сообществ макробеспозвоночных на искусственных субстратах характеризовалась закономерным возрастанием таксономического разнообразия (рисунк).

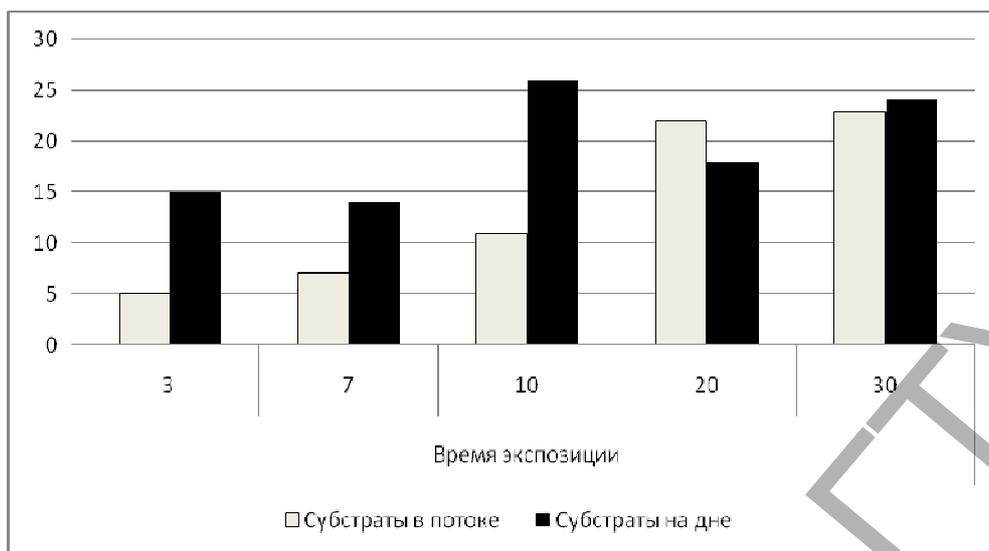


Рисунок – Количество видов макробеспозвоночных на искусственных субстратах

Увеличение фаунистического разнообразия и количественных параметров сообществ макробеспозвоночных на искусственных субстратах установленных в потоке было связано не только с интенсивностью поступления гидробионтов из дрифта, но и с процессом формирования водорослевых обрастаний на поверхности субстратов, служащих убежищем и пищей для многих макробеспозвоночных. Подтверждением этому служит тот факт, что на начальных этапах (3-10 дней) в составе сообществ преобладали виды, принадлежавшие либо к активным пловцам (поденки рр. *Baetis* и *Heptagenia*, личинки жуков *Gyrinus* и т.п.), либо к фильтраторам (*Simuliidae* sp.), Тогда как представители *Coelenterata*, *Oligochaeta* и *Chironomidae* в значительном количестве появились в обрастаниях только после 20-ти дней экспозиции.

Аналогичный характер носила динамика заселения субстратов установленных на дне водотока (рис 1-3). Однако участие в этом процессе многочисленных донных организмов значительно ускорило стабилизацию сообщества. Например, на 3-й день экспозиции на субстратах отмечено 15 видов и форм макробеспозвоночных, а максимальное число видов (26) – на 10-й день. Следует отметить, что для макробеспозвоночных формирующих сообщества на донных субстратах характерна более высокая миграционная активность, значительная часть их находятся в процессе активного перемещения по дну водотока.

Структурные характеристики сообществ макробеспозвоночных с 30-дневных искусственных субстратов были использованы для расчета стандартных индексов используемых в мониторинге поверхностных вод.

Наличие в сборах таких организмов-индикаторов чистой воды, как поденки рр. *Baetis* и *Heptagenia*, а также ручейников – до 3 видов на субстратах в потоке и 7 видов на донных субстратах, обусловило значительные величины модифицированного биотического индекса – 8-9 (в потоке) и 9-10 (на дне). Более высокие значения индекса, полученные для донных субстратов объясняются большим таксономическим разнообразием сообщества на этих субстратах и, соответственно, большим количеством "групп", используемых для расчета индекса.

Полученные с помощью искусственных субстратов количественные характеристики сообществ позволили, используя соотношение численности представителей трех подсемейств *Chironomidae*, рассчитать индекс Балушкиной. Подавляющее доминирование в сборах личинок подсемейства *Orthocladiinae* обусловило очень низкую величину индексов – 0,16 для субстратов в потоке и 0,59 для донных субстратов, что также свидетельствует о высоком качестве воды.

Величина индекса Шеннона для сообществ на субстратах в потоке была равна 2,13, для сообществ на донных субстратах – 1,49. Более низкое значение индекса для субстратов установленных на дне объясняется несбалансированностью структуры сообщества вследствие массового развития моллюска *Ancylus fluviatilis*.

Сапробионты в сборах были представлены, в основном, β - и α - β -мезо-сапробионами, что свидетельствует о высоком качестве воды. Однако расчет индекса сапробионности по Пантле-Букку оказался нецелесообразным, в виду незначительного количества видов-сапробионтов в таксономическом списке макробеспозвоночных (13,6% для субстратов в потоке и 21,7% для донных субстратов). Расчет этого индекса будет целесообразен только при наличии более полных списков сапробионтов.

Заключение

На створе модельного водотока была проведена работа по отработке и адаптации метода искусственных субстратов для целей биомониторинга. Показано, что метод достаточно прост – установка, извлечение и обработка субстрата не требует специальной подготовки оператора. Время затрачиваемое на извлечение и обработку субстрата не превышало 15-20 минут, что значительно ниже временных затрат при традиционном отборе проб макробеспозвоночных.

Структура сообществ формирующаяся на искусственных субстратах установленных на дне потока характеризуется более высоким таксономическим разнообразием, соответствующим параметрам характерным для естественных твердых субстратов. Таким образом, при наличии на створе контролируемого водотока плотных грунтов, исключающих заиливание субстрата, установка искусственных субстратов на дне предпочтительна.

Данные по таксономическому составу и количественным параметрам сообществ макробеспозвоночных, полученные с помощью искусственных субстратов достаточны для оценки качества водных экосистем с использованием традиционных методов интерпретации результатов биоиндикации.

УДК 551.492

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЛИГОНА ТКО Г.БРЕСТА

Трифонова Н.Г., Кушнер Н.Н., Сергиевич А.А.

Коммунальное производственное унитарное предприятие «Брестский мусороперерабатывающий завод», г.Брест, Республика Беларусь, ecomarket@bmpz.by

The article presents data on the amount of solid municipal waste in Brest, different methods of collection and waste disposal, taking into account the data of the industrial enterprises.

Введение

Во многих странах управление потоками отходов стало ответственностью и задачей государства лишь в начале 20-го столетия. Основными причинами вмешательства правительства в процесс управления отходами стали неудовлетворительное санитарное состояние городов и здоровья населения.

В начале 90-х гг. многие предприятия, ответственно занимавшиеся охраной окружающей среды, пришли к необходимости внедрения следующих принципов природоохранной деятельности: «сокращение использования ресурсов» и «предотвращение загрязнения».

Применение принципа предотвращения загрязнения в системе управления отходами предполагает сокращение объемов образования отходов в источнике. В том случае, когда дальнейшее сокращение невозможно, следует искать способы и методы повторного использования отходов. При отсутствии возможностей повторного использования отходы должны поступать на переработку, компостирование, восстановление материалов либо энергии.

Захоронение, как конечный метод утилизации отходов, разрешено применять только в том случае, если ни один из вышеперечисленных способов управления отходами не может быть использован.

Образование отходов в г.Бресте

В Республике Беларусь, как и во всех развитых странах, с каждым годом возрастает объем образования отходов, в том числе твердых коммунальных отходов (далее - ТКО). К коммунальным относятся отходы потребления и отходы производства, включенные в утвержденный Министерством жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь перечень отходов, относящихся к коммунальным отходам, удаление которых организуют местные исполнительные и распорядительные органы.

В течение последних четырех лет в городе Бресте наблюдается постоянный рост образования отходов, который обусловлен постоянным увеличением численности населения (рисунок 1).

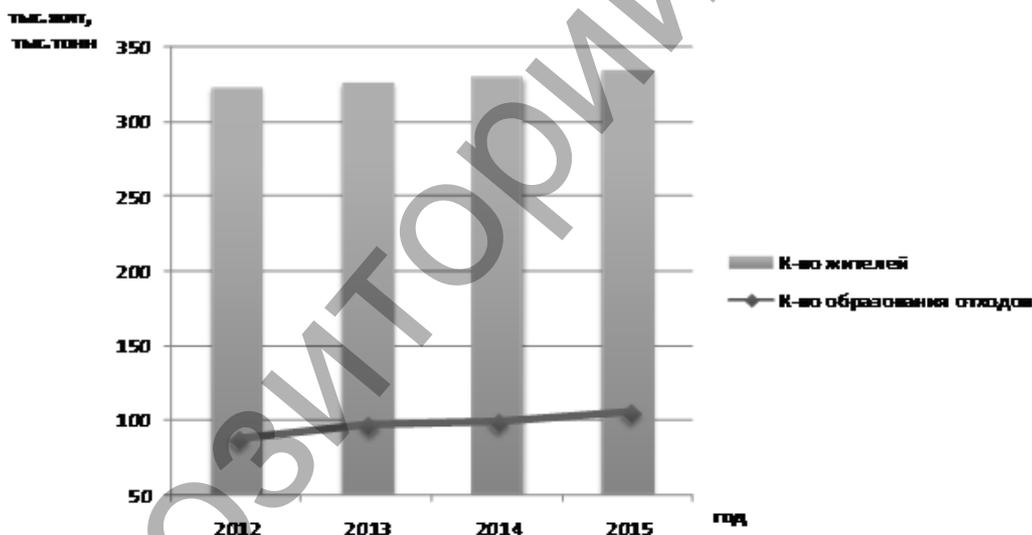


Рисунок 1 – Образование количества отходов в зависимости от изменения количества жителей в г.Бресте

В последнее время растет благосостояние населения и, как следствие, увеличивается количество отходов, поэтому одной из основных природоохранных задач является решение проблемы утилизации отходов, при этом постепенно снижать количество размещаемых на полигонах отходов.

Полигон – сложное технологическое сооружение и при сегодняшних тарифах работает в убыток, поэтому и «привязан» к основному перевозчику отходов, т.е. к КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» (далее - Завод). К тому же вывоз и отдельный сбор отходов – это связанные между собой вещи. Для внедрения отдельного сбора отходов, к сожалению, нельзя взять за основу какую-либо действующую систему, так как там на сегодняшний момент другие начальные условия, но изобретать велосипед также не нужно.

Политика Завода направлена не только на внутренние процессы, происходящие на производственных площадках предприятия, основная часть процесса сортировки должна проходить в домовладениях. Специалисты завода для этого сделали очень много: поэтапно ведутся ремонтные работы по модернизации площадок, на сегодняшний момент по городу расставлены 602 контейнера для стекла, 644 - для пластика, 221 - для макулатуры и 301 - совмещенного типа. Это 100% охват города, но объем сбора путем этих контейнеров очень мал – менее 2% от общего количества отходов, образующихся у населения города.

Одной из причин, затрудняющих осуществление экологически безопасного и экономически эффективного обращения с отходами, является то, что природопользователи зачастую не осознают этой проблемы и избавляются от отходов способом, кажущимся на первый взгляд более дешевым не раздельным способом.

Использование вторичного сырья имеет важное значение для сокращения потерь сырьевых, материальных и топливно-энергетических ресурсов, расширения сырьевой базы отечественной экономики, повышения устойчивости материального обеспечения товаропроизводителей, снижения вредного воздействия на окружающую среду. Разделение отходов при их сборе по видам вторсырья ускорит их возврат в производство товаров народного потребления, улучшит экологическую обстановку в городе.

На практическом опыте зарубежных стран и экспериментальной площадки по ул. Екельчика г.Бресте, где была проведена разъяснительная работа с населением, было определено необходимое количество контейнеров для наполнения новой площадки: установлено только два контейнера для ТКО, контейнер для строительных отходов (цель: определить объем образования этого вида отходов), первый в РБ контейнер для сбора органики, контейнер для макулатуры, для стекла, для легкой упаковки (от яиц, тортов и др. пластик), которая, не попав в общий контейнер, осталась чистой, а ее можно направить напрямую в хозяйственный оборот. По норме накопления с этого двора образуется 45м³ отходов в месяц, но на практике оказалось, что 21,6м³ – это вторичные материальные ресурсы (далее – ВМР). Но без материального стимулирования работать такая схема не будет. Так, например, в Германии, семья из трех человек в год платит за неразделенные отходы – 500евро, а за рассортированные – 100. Конечно, это все на огороженной площадке собственного многоквартирного дома, за которую они несут ответственность всем двором и контролируют друг друга.

Одним из важных факторов для реализации стратегии обращения с отходами является заваривание мусоропроводов, что приведет к ликвидации антисанитарных условий сбора отходов, во-вторых человек вынужден будет выбрасывать свой мусор на контейнерной площадке, где находятся контейнеры для ВМР, что сподвигнет его к раздельному сбору. Отсюда и следует аксиома: раздельный сбор и мусоропровод не совместимы, но при обязательной поддержке в СМИ.

Методы сбора и вывоз отходов

Вывоз отходов – это услуга, которая должна справедливо оплачиваться. Установка евроконтейнеров, обслуживание мусоровозами, захоронение на полигоне – это ощутимые затраты. Раздельный сбор отходов, конечно же умень-

шает стоимость оказания услуг за вывоз отходов для населения (чем чище и качественнее будет ВМР, тем большую прибыль получит завод), но суммы, полученной от реализации собранных и отсортированных вторичных ресурсов, к сожалению, не хватает, чтобы перекрыть полностью оплату за вывоз отходов.

В любом случае, если население города хочет жить в чистоте, получить существенную экономию от уменьшения оплаты за оказание услуг по вывозу отходов, сохранить окружающую среду для будущего поколения сократив площади полигонов, выход только один: приучить себя к изначальной сортировке отходов.

Стоит отметить, что благодаря более серьезному подходу к разделительному сбору отходов: увеличению контейнеров для разделительного сбора отходов, работе мусороперерабатывающего завода и предприятий города Бреста, информационной работе с населением количество первоначально разделительно собранных, закупленных вторичных материальных ресурсов с каждым годом растет (рисунок 2).

В 2015 году сбор и закупка всех вторичных материальных ресурсов (бумага и картон, стекло, полимерные, резиносодержащие, текстильные отходы) составили 18,7 тыс. тонн. Но это только 17,8% от всего объема образования отходов.

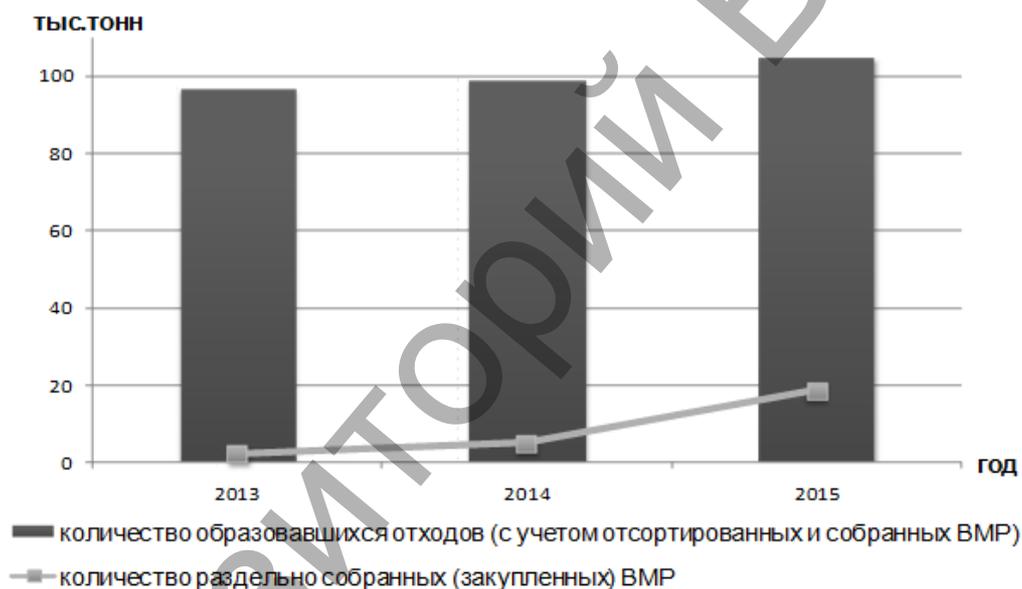


Рисунок 2 – Образование отходов в г. Бресте

Раздельный сбор коммунальных отходов от населения в городе возложен на КУП «ЖРЭУ г. Бреста» и КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод», которые осуществляют сбор и приём ВМР разными способами - это посредством спецконтейнеров, размещённых в жилых районах города, стационарными и передвижными приёмными пунктами, а также производственными мощностями сортировочной линии завода. Количественные данные об эффективности сбора ВМР различными способами представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика изменения сбора отходов разными способами

Вид сбора вторсырья	2014г. (тонн)	2015г. (тонн)	Процент изменения
Раздельный сбор по городу путем использования контейнеров	469,5	690,1	+32%
Сбор через приемные пункты	468,2	795,7	+42%
Сортировочная линия завода	6814,5	7158,8	+5%

О результатах работы и правильности выбранной стратегии лучше всего свидетельствуют цифры. Предприятия ЖКХ являются основным координатором стратегии по обращению с отходами и, судя по статистике, неплохо справляются с возложенными на них функциями, конечно же не без участия информационной работы с населением.

Захоронение отходов на полигоне ТКО г.Бреста

В последнее время наблюдается ежегодное снижение количества размещаемых на полигоне для захоронения отходов (рисунок 3).

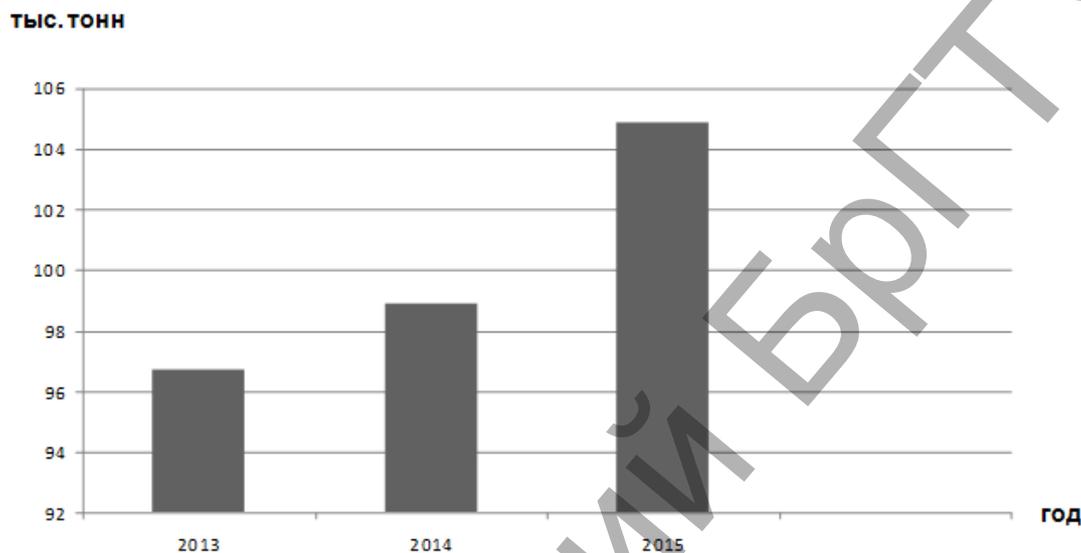


Рисунок 3 – Объем захороненных отходов на полигоне ТКО г.Бреста

Значительно уменьшилось количество отходов производства, поступающих на захоронение. Так у ряда крупных предприятий значительно сократились как объемы, так и наименования отходов направляемых на захоронение (таблица 2).

Таблица 2 – Перечень крупных предприятий г.Бреста, у которых количество отходов, подлежащих захоронению, значительно сократилось.

Наименование предприятия	Захоронено в 2014г.*	Захоронено в 2015г.*
ЗАО «Инволюкс»	40,0	21,0
ИООО «Анрэкс»	103,7	69,5
ИООО «БРВ-Брест»	153,4	118,3
ИООО «Профили вокс»	99,5	84,4
КУП «Брестжилстрой»	203,2	94,3
КУП «ЖРЭУ» г.Бреста	205,9	65,8
ОАО «Брестский мясокомбинат»	221,1	201,4
ОАО «Брестхлебпродукт»	128,0	73,5
ПКУП «Коммунальник»	217,8	36,5
СП «Санта Бремор»	1746,4	1422,8
СП ОАО «Брестгазоаппарат»	254,4	216,3
ТП УКП «Плодоовощ»	204,2	129,6
УП «Брест-ОПТИМАЛ-СЭЗ»	146,4	59,0
УП «СТиМ»	49,1	24,7
Ф-л СУ №62 ОАО Строительный трест №8	115	11

* - за период январь-сентябрь

Анализ данных таблицы №2 свидетельствует о том, что ежегодно обеспечивается положительная динамика переработки и использования отходов. Так в 2015 году многие отходы, которые ранее подвергались захоронению, уже используются:

- полиэтиленовые мешки из-под сырья (код 5712706),
- технологические потери, сметки (код 1110600),
- смешанные отходы строительства (код 3991300),
- отходы старой штукатурки (код 3991101),
- отходы от очистки овощного сырья (код 1111001),
- отходы кухонь и предприятий общественного питания (код 9120300),
- овощи и фрукты, утратившие свои потребительские свойства (код 1170201).

Вопросы обращения с твердыми коммунальными и промышленными отходами на территории города Бреста в части их захоронения находятся на постоянном контроле у Брестской городской районной инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды. За прошлый год только по 8 случаям попытки захоронения ВМР были составлены административные наказания.

За период эксплуатации полигона КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» проведен ряд ремонтных работ: замена весовой, установка ограждения, благоустройство подъездной дороги на рабочую карту, для контроля за привозимыми отходами на захоронение оборудована наблюдательная рампа. В прошлом году на территории полигона ТКО была установлена система видеонаблюдения, что положительно отразилось на работе по контролю за захоронением отходов, привозимых юридическими лицами самостоятельно.

УДК 667.637.222:625.75

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИХ СТЕКЛОШАРИКОВ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тур Э.А., Басов С.В., Тур А.В.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, tur.elina@mail.ru

Application of horizontal road marking considered effective if it provided visibility under different operating conditions. For one of the characteristics to be monitored applies coefficient of retroreflectivity. Retroreflection occurs due to glass microspheres, which are part of the markings. Laboratory and field tests of glass beads of various manufacturers have been conducted. The best results showed the glass beads with a triple surface treatment.

Введение

Значительный рост парка автомобилей в последние годы и постоянное отставание темпов строительства новых, реконструкции и ремонта существующих автомобильных дорог повышают роль технических средств организации дорожного движения. Дорожная разметка является одним из наиболее

действенных средств, с помощью которого достигается значительное повышение безопасности перевозок, и позволяет более полно реализовать пропускную способность дорог. Наряду с дорожными знаками, светофорами и сигнальными столбиками, она обеспечивает предотвращение дорожно-транспортных происшествий или снижение вероятности их возникновения [1].

Применение разметки в настоящее время признано одной из эффективных и широко внедряемых в странах Республике Беларусь мер обеспечения безопасности дорожного движения низкой стоимости, позволяющим в результате относительно небольших капиталовложений способствовать повышению безопасности на дорогах. В определенной степени эффективность дорожной разметки можно оценивать по статистическим данным анализа причин дорожно-транспортных происшествий. Отсутствие или неудовлетворительное состояние разметки является прямой или косвенной причиной около 4-5% дорожно-транспортных происшествий в Республике Беларусь.

Применение горизонтальной дорожной разметки может быть признано эффективным в том случае, если обеспечивается ее видимость в различных, в том числе и неблагоприятных, условиях эксплуатации.

При этом ещё несколько лет назад качество горизонтальной дорожной разметки оценивалось исключительно визуально. Как правило, даже геометрические параметры разметки, такие как длина штрихов и разрывов контролировалось «на глаз». Что касается прочих параметров, то их субъективная оценка объяснялась, прежде всего, отсутствием необходимых измерительных приборов.

Основная часть

К одной из фотометрических характеристик, подлежащим контролю относится коэффициент световозвращения, который характеризует видимость разметки автомобильных дорог в темное время суток при отсутствии искусственного освещения. Видимость разметки в светлое время или в тёмное при наличии искусственного освещения оценивается коэффициентом яркости (коэффициентом светоотражения при диффузном дневном или искусственном освещении). Для определения этих параметров используются ретрорефлектометры или иные приборы, моделирующие видимость горизонтальной дорожной разметки из автомобиля при ее освещении светом фар на расстоянии 30 м при уровне расположения глаз водителя над поверхностью дороги равном 1,2 м и высоте расположения фар автомобиля равной 0,65 м [2].

Проведение инструментального контроля качества на всех этапах устройства горизонтальной дорожной разметки позволяет не только принимать обоснованное решение о приёмке выполненных работ и о состоянии разметки в процессе эксплуатации, но также и выявлять причины брака.

Световозвращение происходит благодаря стеклянным микрошарикам, которые, являясь частью разметочной полосы, возвращают свет от фар в источник его возникновения. Именно световозвращающие стеклошарики создают эффект "свечения" разметки, делают её видимой для водителей и, следовательно, снижают аварийность. Для достижения наибольшего эффекта стеклянные микрошарики должны быть абсолютно прозрачными и (в идеальном случае) не содержать пузырьков газа. Существует три способа нанесения световозвращающих стеклошариков: введением внутрь маркировочного материала в количестве 10-20%; посыпанием поверх свеженанесённой разметки в количестве 200-300 г/м²; сочетанием этих двух вышеупомянутых способов. Чтобы свет фар,

преломленный шариком и отражённый от его внутренней поверхности, попал в наибольшем объёме обратно, шарик должен возвышаться над поверхностью дорожной разметки наполовину, а его поверхность должна быть свободна от маркировочного материала. В этом случае он тоже достаточно хорошо удерживается материалом разметки. Но если шарик выступает из слоя разметки более чем наполовину, он легко будет сбит колесом автомобиля. Толщина высохшего слоя краски в разметке составляет 150-300 мкм. Размер шариков должен быть соизмерим с этой величиной, поскольку для эффективного и длительного их действия шарики должны лежать хотя бы в два слоя. Погружение стеклошариков в материал разметки обеспечивается их большей по сравнению с материалом плотностью, необходимые светотехнические характеристики - показателем преломления используемого стекла [1].

Чтобы прочно удерживаться в материале разметки, стеклошарики должны обладать хорошим сцеплением с ним. Для этого поверхность шариков обрабатывают специальными составами для придания им гидрофобных, флотационных и адгезионных свойств.

Лабораторные исследования стеклошариков различных производителей производили стандартными методами [3,4]. Определяли гранулометрический состав, коэффициент преломления, присутствие дефектных стеклошариков и наличие поверхностной обработки.

Исследуемые стеклошарики представляли собой прозрачные круглые стеклянные сферы диаметром от 0,1 до 2 мм. Содержание несферических частиц составляло менее 20%, содержание инородных частиц составляло менее 3%. Коэффициент преломления всех исследованных стеклошариков находился в пределах 1,5-1,65.

Сущность метода определения гранулометрического состава заключалась в определении минимального и максимального процентного содержания стеклошариков, оставшихся при сухом рассеивании на контрольных ситах. Просеивание производили интенсивным ручным встряхиванием каждого сита. По результатам просеивания определяли частный остаток на каждом сите.

Метод определения наличия адгезионной поверхностной обработки стеклошариков основан на изменении их цвета при воздействии 0,01%-ного раствора марганцевокислого калия. В стеклянный стакан емкостью 100 мл помещали 70 г испытываемых стеклошариков, добавляли 5 мл 0,01%-ного раствора марганцевокислого калия, перемешивали стеклянной палочкой. Параллельно подвергали испытаниям контрольную пробу (70 г стеклошариков, не имеющих адгезионной обработки). Контрольная проба имела розовую окраску. Если через 20 – 30 минут начинался процесс обесцвечивания испытываемых стеклошариков по сравнению с контрольной пробой, делали вывод, что адгезионная обработка присутствует. Оценка результатов производилась визуально.

Метод определения наличия гидрофобной обработки стеклошариков состоял в следующем. Для анализа отбирали фракцию стеклошариков размером 180 – 300 мкм. В стеклянный стакан емкостью 50 – 100 мл наливали дистиллированную воду и высыпали навеску 2–3 г стеклошариков с высоты 5 мм. Визуально оценивали наличие стеклошариков, плавающих на поверхности воды. При положительном результате испытания делали вывод о присутствии гидрофобной обработки.

Наличие флотационной обработки определяли присутствием стеклошариков, плавающих на поверхности ксилола или n-гептана. Для анализа отбирали фракцию стеклошариков размером 180 – 300 мкм. На чистое часовое

стеклодиаметром 50 – 75 мм выкладывали один слой стеклошариков. При помощи пипетки ёмкостью 5 мл медленно добавляли по краям часового стекла ксилол до тех пор, пока шарики не всплывут. Во время добавления ксилола шарики находились в состоянии покоя. Анализ повторяли, используя новый образец шариков и n-гептан вместо ксилола. Оценку результатов производили визуально. Испытание считалось положительным, если на поверхности ксилола и n-гептана присутствовали плавающие стеклошарики (причём на поверхности ксилола находилось не менее 90%, а на поверхности n-гептана – не менее 75 % от общего количества испытываемых стеклошариков).

Дефектность определяли подсчётом процентного содержания дефектных стеклошариков (овальной формы, сплавленных, в форме капли, мутных, с газовыми включениями и т.д.) и инородных частиц в представленной пробе.

Результаты лабораторных исследований световозвращающих стеклошариков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты лабораторных исследований световозвращающих стеклошариков

Наименование показателя	Типы стеклошариков (по размерам частиц, мкм, и видам обработки)					
	125-600 (гидр)	125-630 (флот)	425-850 (гидр)	125-710 (флот+ адгез)	125-710 (флот+ гидр+ адгез)	150-710 (гидр+ адгез)
Внешний вид	Прозрачные стеклянные сферы, содержащие не более 5% газовых включений и не слипшиеся друг с другом					
Гранулометрический состав, мкм	125-600	125-630	425-850	125-710	125-710	150-710
Содержание инородных частиц в виде осколков, %, не более	3	3	3	3	2	3
Содержание основных фракций, %, не менее	50	50	50	50	60	50
Коэффициент преломления	1,55	1,6	1,55	1,6	1,65	1,6
Наличие поверхностной обработки	флот	гидр	гидр	флот+ гидр	флот+ гидр+ адгез	адгез
Устойчивость к воздействию воды и водного раствора хлорида кальция	Устойчивы (отсутствуют разрушение, помутневшие и потемневшие участки)					

Вторым этапом исследования световозвращающих стеклошариков являлись натурные испытания. Специализированной разметочной техникой на асфальтобетон наносили краску для горизонтальной разметки автомобильных дорог (осевые линии) с расходом 900г/м² и расходом стеклошариков (посыпка механизированным способом поверх свеженанесенной краски) 300 г/м².

Коэффициент световозвращения разметки для ночного времени суток R_н и дневного времени суток Q_д измеряли с использованием ретрорефлектометра со следующей геометрией оптики: угол освещения ε = 1,240, угол наблюдения α = 2,290, освещенная поверхность >50 см².

Измерения производили после проведения калибровки прибора и градуировки. Условия измерения предполагали 30-метровую отдаленность водителя автомобильного транспорта при высоте его глаз от поверхности земли 1,2 м и

удаленности от фар 0,65 м. Измерения выполняли на сухой поверхности при температуре (18-20)°С [5].

Результаты натуральных испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты натуральных испытаний

№	Типы стеклошариков (по размерам частиц, мкм, и видам обработки)	Коэффициент световозвращения, мкд•лк ⁻¹	
		R _L	Q _d
1	125-600 (гидр)	159	280
2	125-630 (флот)	395	252
3	425-850 (гидр)	220	249
4	125-710 (флот+адгез)	351	255
5	125-710 (флот+гидр+адгез)	453	262
6	150-710 (гидр+адгез)	342	255

Анализируя результаты комплексных испытаний (лабораторных и натуральных), установлено, что лучшие показатели принадлежат световозвращающим стеклошарикам гранулометрического состава 125-710 мкм с тройной (флот+гидр+адгез) обработкой. Хорошие показатели имеют стеклошарики гранулометрического состава 125-630 мкм с флотационной, а также гранулометрического состава 125-710 мкм и 150-710 мкм с двойной (флот+адгез) и (гидр+адгез) обработкой соответственно.

Заключение

Таким образом, и в случае использования традиционных разметочных материалов (красок) и технологий есть пути повышения эффективности горизонтальной дорожной разметки. Выбор стеклошариков с учетом вида разметочного материала и применяемых машин и оборудования не только повысит значение коэффициента световозвращения, но и может увеличить износостойкость материала. Отсутствие поверхностной посыпки стеклошариками линий, несмотря на их наличие в составе материала, может привести к отсутствию видимости горизонтальной дорожной разметки в темное время суток, особенно при дожде и мокром состоянии покрытия в течение длительного времени. Анализ результатов применения различных материалов и технологий становится все более важным с точки зрения продления срока службы дорожной разметки, повышения ее эффективности.

Список литературы

1. Костова, Н.З. Правила выбора материалов для горизонтальной разметки автодорог в зависимости от условий эксплуатации / Н.З. Костова // Промышленная окраска. – 2005. – №2. – С.9-11.
2. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
3. Европейское руководство по качеству: Под ред. У. Цорлля. Пер. с англ. под ред. проф. Л.Н. Машляковского. - М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 578 с.
4. СТБ 1750-2007 Стеклошарики световозвращающие для дорожной разметки. Технические условия.
5. СТБ 1231-2012 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Общие технические условия.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ПЛЁНКООБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РЕЦЕПТУР ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ ЭКОЛОГИЧНЫХ ФАСАДНЫХ КРАСОК

Тур Э.А., Тур А.В.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»,
г. Брест, Республика Беларусь, tur.elina@mail.ru

Novell water-borne paint based on mixture of film-formers was elaborated by the author. The paint exhibit appropriate properties for mineral surfaces. Water absorption, light-resistance and weather resistance of forming paint coating was investigated.

Введение

Облицовка различными минеральными материалами: штукатурками различного состава, декоративными штукатурками, в том числе с крошкой натурального камня, цементными и керамическими плитками, облицовочным кирпичом традиционно применяется для фасадов городских зданий в странах Западной Европы, России и Республики Беларусь. Такие поверхности окрашивают различными красками, как неорганическими, так и на основе полимерных связующих различной природы.

Вода в виде атмосферных осадков (капельная влага) и водяные пары являются основными факторами, приводящими к разрушению лакокрасочных покрытий (ЛКП). Капельная влага поступает внутрь конструкции в основном при выпадении атмосферных осадков, а также через цоколь и кровлю здания при недостаточной гидроизоляции и нарушении действующей системы водостоков. Водяной пар в помещениях имеет биогенное происхождение, либо образуется при работе бытового и промышленного оборудования; он проникает внутрь стен, где может конденсироваться в холодное время года. Повышенная влажность стен увеличивает потери тепла зимой, способствует росту водорослей (на фасаде здания), грибов и плесени (внутри здания). Циклическое замерзание воды в капиллярах искусственного каменного материала (замораживание-оттаивание) приводит к появлению внутренних напряжений, снижению прочности и образованию трещин [1]. Уровень влажности необходимо учитывать при определении сроков проведения окраски фасадов как в новом строительстве, так и при капитальном ремонте зданий и сооружений, когда производится замена кровли, штукатурки и восстановлении утрат каменной кладки.

Как следствие, одним из основных требований к ЛКП является достаточная проницаемость для паров воды. Вместе с тем, фасадное ЛКП должно предотвращать попадание капельной влаги внутрь при атмосферных осадках, то есть обладать гидрофобными свойствами [2].

Фотохимическое старение ЛКП, проявляющееся в изменении его цвета и мелении, вызывает солнечное излучение. Нагрев фасада здания за счёт солнечного излучения интенсифицирует испарение воды из конструкции, значительно увеличивая нагрузку на ЛКП.

Таким образом, целью применения фасадных красок является декоративная отделка здания и защита его наружной поверхности от атмосферных воздействий. Воздействие ультрафиолетового излучения на ЛКП сказывается на потере массы (меление), снижении блеска, повышении хрупкости, но первыми признаками снижения атмосферостойкости являются снижение первоначальных цветовых характеристик, в том числе изменение внешнего вида и цвета ЛКП [3].

Основная часть

В настоящее время при разработке рецептур высококачественных фасадных красок применяют наиболее светостойкие, в основном природные и синтетические неорганические пигменты. Пыль, грязь, жировые загрязнения, кислотные дожди разрушают минеральную подложку и создают условия для развития микроорганизмов в трещинах и на поверхности фасадов, что приводит к биоповреждению конструкции. Качественная фасадная краска должна содержать сбалансированный комплекс биоцидов, обеспечивающий длительную стойкость ЛКП. Использование современных плёнкообразующих веществ препятствует размягчению покрытия при повышении температуры, снижая, таким образом, удержание загрязнений на поверхности фасадов.

Немаловажно, чтобы фасадная краска образовывала ЛКП с достаточной твёрдостью и стойкостью к истиранию, так как эти показатели указывают на способность покрытия противостоять ветровой эрозии.

Традиционные водно-дисперсионные краски для наружных работ отличаются друг от друга содержанием плёнкообразователя и объёмной концентрацией пигмента (ОКП). Композиции с низким ОКП и высоким содержанием плёнкообразователя обладают хорошей водостойкостью, но низкой паропроницаемостью, так как сформированное покрытие является недостаточно пористым. Составы с высоким ОКП и низким содержанием плёнкообразователя имеют достаточную паропроницаемость, но водопоглощение ЛКП на их основе слишком высокое [4].

Автором была разработана и оптимизирована рецептура водно-дисперсионной фасадной краски на основе комбинированного плёнкообразователя: 50%-ной стиролакриловой дисперсии анионного типа, полученной методом эмульсионной сополимеризации стирола и метилметакрилата, и силиконовой эмульсии. В качестве наполнителей были выбраны природный карбонат кальция (мраморный порошок) различного фракционного состава и микротальк для повышения укрывистости ЛКП, в качестве пигмента – диоксид титана рутильной формы, полученный хлоридным методом. Диоксид титана этой марки отличается повышенной белизной благодаря поверхностной обработке оксидами алюминия, кремния и соединениями циркония, а также высокой устойчивостью к фотоокислительной деструкции. Рецептура содержит комплекс функциональных добавок: диспергатор, агент реологии, коалесцент, тарный консервант, альгицид, обеспечивающий биозащиту ЛКП, пеногаситель и деаэратор (для удаления пены в массе краски). pH композиции регулировали аммиаком водным техническим 25%-ной концентрации. Для получения покрытия с эффектом скатывания капель (эффект «лотоса») в композицию включена гидрофобизирующая добавка. ОКП разработанного состава равно 75%. Оптимизированная рецептура водно-дисперсионной экологичной фасадной краски приведена в таблице 1.

Испытания водно-дисперсионной экологичной фасадной краски и отверждённого ЛКП проводили по известным методикам [5].

Таблица 1 – Оптимизированная рецептура водно-дисперсионной экологичной фасадной краски

Наименование компонента	Содержание компонента, масс.%
Стиролакриловая дисперсия	12,0
Силиконовая эмульсия	7,0
Полифосфат натрия (умягчитель воды)	0,2
Гидроксиметилцеллюлоза (агент реологии, загуститель)	0,3
Регулятор pH (аммиак водный технический)	0,05
Коалесцент (бутилдигликоляцетат)	0,7
Гидрофобизатор	1,30
Диспергатор	0,4
Пеногаситель на основе силикона	0,2
Деаэратор	0,3
Тарный консервант	0,2
Альгицид (биозащита плёнки)	0,2
Полиуретановый загуститель	0,15
Диоксид титана	12,0
Микротальк (Ø ср.= 2 мкм)	6,0
Микрораморный порошок (Ø ср.=5 мкм)	20,0
Микрораморный порошок (Ø ср.=1,8-1,5 мкм)	16,0
Вода	23,0
Σ	100

Степень перетира фасадной краски определяли по гриндометру (прибору «Клин»). Твёрдость плёнки ЛКП испытывали прибором У-1, адгезию к бетонному основанию – методом отрыва [5].

Дополнительно исследовали водопоглощение ЛКП на инертных стеклянных подложках. Толщина нанесенного «мокрого» слоя составила 150-200 мкм. Пластины с отверждённым ЛКП после 72-часовой выдержки в стандартных условиях помещали в эксикатор с дистиллированной водой и испытывали при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 24 ч. Пластины были полностью погружены в воду, поверхности с ЛКП не касались друг друга и стенок эксикатора. После извлечения из воды пластины сушили фильтровальной бумагой и взвешивали с точностью до 0,001 г. Водопоглощение (W) в процентах рассчитывали по формуле:

$$W = (m_2 - m_1) \cdot 100 / (m_1 - m_0),$$

где m_0 - масса чистой пластинки, г; m_1 – масса пластинки с ЛКП до испытания, г; m_2 – масса пластинки с ЛКП после испытания, г.

За результат принимали среднее арифметическое пяти параллельных измерений, округлённых до 0,1 г. Допускаемое расхождение между измерениями не превышало 10 % относительно среднего результата.

Паропроницаемость ЛКП оценивали методом, основанным на определении количества водяных паров, прошедших в течении суток через 1 см² поверхности свободной плёнки при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Результаты лабораторных испытаний ЛКП приведены в таблице 2.

Ускоренные климатические испытания проводили в РУП БелНИИС (г. Минск) по стандартному методу [5], имитирующему воздействие на ЛКП совокупности климатических факторов умеренного климата (переменное циклическое действие УФ-излучения, орошение водой, замораживание-оттаивание). Исследуемые покрытия наносили на цементно-песчаные подложки в два слоя, предварительно загрунтовав поверхность акриловой дисперсией, разбавленной питьевой водой в соотношении 1:7. Толщина высохшего ЛКП составляла 70-80 мкм. Перед проведением исследований образцы с ЛКП выдерживали в течение 72 ч в стандартных условиях.

Таблица 2 – Результаты лабораторных испытаний ЛКП

№	Наименование показателя	Фактическое значение показателя
1	Внешний вид плёнки	Ровная и однородная матовая поверхность
2	Массовая доля нелетучих веществ, %	62,1
3	Укрывистость высушенной плёнки, г/м ²	170
4	pH	9,0
5	Время высыхания до степени 3 при температуре (20±2)°С, мин	не более 40
6	Степень перетира, мкм	40
7	Стойкость покрытия к статическому воздействию воды, ч	более 72
8	Условная светостойкость (изменение коэффициента диффузного отражения) после 168 ч облучения, %	1,1 (норма – не более 5)
9	Смываемость плёнки (устойчивость к мокрому истиранию), г/м ²	0,96
10	Морозостойкость покрытия, циклы	более 50
11	Адгезия покрытия к основанию (бетон), МПа	2,4
12	Стойкость покрытия к воздействию климатических факторов (атмосферостойкость), циклы	более 100
13	Твердость пленки пленки по прибору У-1, усл.ед	0,21
14	Коэффициент паропроницаемости, мг/м·ч·Па	0,01 (норма - не менее 0,005)
15	Водопоглощение через 24 ч, %	0,25

Заключение

Лабораторные исследования показали, что разработанная водно-дисперсионная экологичная фасадная краска на основе комбинированного плёнокообразователя имеет высокую паропроницаемость и низкое водопоглощение, что свидетельствует о формировании «дышащего» ЛКП с высокой гидрофобностью. Сочетание таких характеристик и обуславливает высокую атмосферостойкость покрытия – более 100 циклов, что составляет 10 условных лет эксплуатации в умеренном климате, причём адгезия ЛКП к подложке после проведения испытаний составляет около 90% от начальной ($A_{100} = 0,9 \cdot A_0$). Высокую укрывистость фасадной краски обеспечивает сочетание наполнителей (молотый микромрамор и микротальк) и пигмента с различной формой частиц. Благодаря комбинированному плёнокообразователю, включенному в состав рецептуры фасадной краски, достигается высокая светостойкость ЛКП, которая является важнейшим показателем, характеризующим устойчивость ЛКП к атмосферным воздействиям (воздействию ультрафиолетового излучения, атмосферного кислорода, влажности, кислотных дождей, колебаний температуры).

Список литературы

1. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
2. Охрименко, И.С. Химия и технология плёнообразующих веществ / И.С. Охрименко, В.В. Верхоланцев. – Л.: Химия, 1978. – 392 с.
3. Яковлев, А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий / А.Д. Яковлев. - Л.: Химия, 1981. – 352 с.
4. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э. Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
5. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. – 272 с.

ФАСАДНЫЕ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СИЛИКОНОМ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Халецкий В.А., Яловая Н.П., Тур Э.А.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vitali.khaletski@gmail.com

The recipe of façade paint based on styrene-acrylic filmformer modified by silicon resins was elaborated by the authors. Silicon modified outdoor paints for different type of mineral surfaces offer great interest due to their high exploitation properties such as low water absorption and high water vapor permeability. The results of monitoring of performance of coatings during exploitation were discussed in the article.

В течение длительного времени содержание органических растворителей в лакокрасочных материалах (ЛКМ) воспринималось как неизбежное зло. Считалось, что изъять такие компоненты как ксилол, толуол, уайт-спирит из рецептуры ЛКМ практически невозможно, а значит нельзя избавиться от интенсивного запаха неотверждённых красок. Ситуация начала изменяться, когда в середине 1970-х гг. на рынке строительных материалов начали появляться водно-дисперсионные краски в которых плёнкообразователь уже не был растворён в органическом растворителе, а представлял собой стабилизированную в воде дисперсию полимера (чаще всего полиакрилата). Пионерами в разработке таких материалов стали производители ЛКМ из Германии, однако и им пришлось столкнуться с инерцией мышления потребителей, первоначально настороженно воспринявших водные системы.

Вхождению водных красок на рынок немало способствовало ужесточение природоохранного законодательства в области эмиссии органических растворителей в атмосферу. В Республике Беларусь начиная с 2013 года на уровне государственного стандарта (СТБ 1197-2008) установлены требования по содержанию летучих органических соединений (ЛОС) в составе лакокрасочных материалов. Данные нормы приведены в соответствии с Директивой 2004/42/ЕС Европейского парламента и совета от 21.04.2004 г. по ограничению эмиссии летучих органических соединений в результате применения органических растворителей в лаках и красках [1]. Технический регламент ТС «О безопасности лакокрасочных материалов», проект которого обсуждается последние четыре года, запрещает использовать в составе лакокрасочных материалов летучие органические соединения: бензол, пиробензол, хлорированные углеводороды, метанол в качестве растворителей и разбавителей [2].

Со временем выяснилось, что водно-дисперсионные ЛКМ имеют не только достоинства (высокая адгезия к основанию, относительно высокая светостойкость и стойкость к воздействию климатических факторов, умеренная стоимость и др.). Им присущ также ряд недостатков, одним из которых является низкий коэффициент паропроницаемости и высокое водопоглощение.

Особый интерес представляет разработка ЛКМ строительного назначения, покрытия на основе которых обладают высокой паропроницаемостью при низком водопоглощении, т.е. так называемые "дышащие" покрытия. Особенно актуальной становится проблема обеспечения правильного влаго- и газообмена при проведении ремонтных и реставрационных работ, а также в системах тепловой реабилитации зданий и сооружений. Часто применяемым подходом к созданию таких материалов

является модификация акрилового плёнообразователя силиконовыми (кремний-органическими) олигомерными эмульсиями. Механизм модификации пленкообразователей основан на их термодинамической несовместимости с силиконовыми олигомерами. При введении силикона в полимерную матрицу образуется двухфазная система, плёнка становится неоднородной. Слой лакокрасочного покрытия гидрофобизируется, в нем образуется система микропор, достаточных по размерам для миграции водяного пара и углекислого газа и слишком малых для просачивания жидкой воды. При этом также уменьшается традиционная липкость, присущая большинству чисто акриловых и стиролакриловых сополимеров [3, 4].

Целью настоящего исследования являлась разработка рецептуры силикон-модифицированной водно-дисперсионной фасадной краски для минеральных поверхностей, а также определение характеристик полученного покрытия.

Изготовление пробных замесов краски осуществлялось с помощью лабораторного диссольвера с фиксированной скоростью вращения фрезы 900 оборотов в минуту в полимерной ёмкости в одну стадию. Примерная рецептура состава ЛКМ приведена в [5]. При определении содержания компонентов учитывалось удобство переноса рецептуры для промышленного изготовления. Расчетная объёмная концентрация пигмента в разработанном ЛКМ составляет 65,28%, расчётная массовая доля нелетучих компонентов – 63,86%.

В рецептуре в качестве белого пигмента использован диоксид титана, полученный по хлоридному методу (Ti-Pure R 706TM, Du Pont). Поверхность частиц пигмента обработана оксидами кремния и алюминия, вследствие чего он обладает устойчивостью к фотодеструкции, а также отличается высокой белизной. Медианный размер частиц пигмента составляет 0,36 мкм.

Авторами было проведено исследование полученной фасадной краски, причём была исследована как сама краска, так и покрытие на её основе. Методики испытаний соответствовали действующим в лакокрасочной отрасли техническим нормативным правовым актам. Вязкость по Брукфилду определялась на 20 об/мин при 20°C с помощью шпинделя № 05 на ротационном вискозиметре модели RVDV-E, производства Brookfield Engineering Inc. Вязкость по ICI определялась на 750 об/мин при 23°C на вискозиметре типа «конус-плита», модели CPD 2000 D1LT, производства Research Equipment London. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Составы красок после тестирования свойств и одобрения рецептуры были воспроизведены в промышленных условиях. Масса одной партии составляла приблизительно 3 000 кг.

Однако главным тестом для разработанного состава явились натурные испытания на реальных объектах в реальных условиях эксплуатации. Поскольку краска была применена для фасадных работ на ряде ответственных объектов в Республике Беларусь, проводя мониторинг состояния покрытия можно сделать выводы о качестве материала. В процессе наблюдения были установлены следующие проблемы.

В ряде случаев происходит значительное изменение окраски покрытия в процессе эксплуатации. Причиной этого явления является использование для колеровки фасадных красок органических пигментов, имеющих низкую свето-стойкость. Опыт показывает, что наиболее приемлемыми для использования в фасадных красках являются неорганические пигменты на основе оксидов железа и хрома, алюмината кобальта, ванадата висмута. Несмотря на относительную редкость применения в водных системах высокую стойкость к выгоранию имеет берлинская лазурь. Использование органических пигментов, например, фталоцианиновых, приводит к выгоранию покрытия [6].

Таблица 2 – Свойства разработанной фасадной краски для минеральных поверхностей

№	Наименование показателя	Метод испытания	Фактическое значение
1	Внешний вид покрытия	ГОСТ 28196	Ровная и однородная матовая поверхность
2	Массовая доля нелетучих веществ, %	ГОСТ 17537	62,1
3	Водородный показатель, рН	ГОСТ 28196	8,4
4	Укрывистость высушенной пленки, г/м ²	ГОСТ 8784	120
5	Степень перетира, мкм	ГОСТ 6589	30
6	Стойкость покрытия к статическому воздействию воды при температуре (20±2)°С, ч	ГОСТ 9.403	Не менее 96
7	Время высыхания до степени 3 при температуре (20±2)°С, ч	ГОСТ 19007	Не более 1
8	Коэффициент паропроницаемости, мг/м·ч·Па	ГОСТ 28575	0,022
9	Вязкость краски по Брукфилду, 20 об/мин, сП		8500
10	Вязкость краски по ICI, 750 об/мин, сП		115



а



б

Рисунок 2 – Здание Гимназии г. Пружаны Брестской области:

а – после проведения окрасочных работ в 2003 г.;

б – спустя 12 лет эксплуатации лакокрасочного покрытия в 2015 г.

Результаты мониторинга объектов показывают, что наиболее критичным для покрытий является поздняя осень и ранняя весна, когда происходит суточный переход температур через 0°С, а значит, происходит замерзание / оттаивание влаги, содержащейся в минеральном основании. В этих условиях часто происходит образование микротрещин в штукатурном слое, что сопровождается растрескиванием самого покрытия.

Однако при правильном соблюдении всех условий нанесения и качественной подготовке основания к окраске силиконмодифицированные водно-дисперсионные ЛКМ демонстрируют очень высокое качество при эксплуатации в течение длительного времени. Так, на рис. 1 приведены фотографии состояния фасада здания Гимназии г. Пружаны Брестской области. В течение 12 лет (что превышает гарантийный срок службы покрытия) дополнительные ремонтные работы на здании не производились. Тем не менее, покрытие сохранило свою целостность, отсутствует его меление и отслоение от основания даже на участках, где происходит статическое воздействие воды в результате проблем с отливами. Следует отметить, что на данном объекте была применена система тепловой реабилитации фасада, что означает жёсткие условия эксплуатации.

Результаты мониторинга позволяют рекомендовать модификацию водно-дисперсионных ЛКМ с помощью силиконовых олигомеров с целью получения качественных материалов для окраски фасадов.

Список литературы

1. Directive 2004/42/CE of the European Parliament and of the council of 21 April 2004 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain paints and varnishes and vehicle refinishing products and amending Directive 1999/13/EC. – Official Journal of the European Union. – 30.04.2004. – p. L 143/87.
2. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности лакокрасочных материалов» (Проект) [Электронный ресурс] / Официальный сайт комиссии Таможенного союза. – 2014. – Режим доступа: http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20Lakkraski%20VGS%2014_12_11.pdf. – Дата доступа: 01.03.2016.
3. Халецкий, В.А. Модификация стиролакриловых пленкообразователей силосановыми олигомерами / В.А. Халецкий // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2002. – №9. – С. 26–27.
4. Халецкий, В.А. Исследование влияния модификации акриловых пленкообразователей на свойства лакокрасочных материалов / В.А. Халецкий, В.Н. Панагушин // Вестник Брестского государственного технического университета – Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – 2003. – №2. – С. 81–83.
5. Халецкий, В.А. Силиконмодифицированные лакокрасочные материалы с низким содержанием летучих органических соединений / В.А. Халецкий // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: материалы Международн. науч.-практ. конф., Брест, 25-27 сент. 2013 г. / УО «Брестск. гос. техн. ун-т»; под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2013. – С. 243-245.
6. Khaletskaya, K. Environmental-friendly architectural water-borne paint for outdoor application: twenty years of experience in Belarus and Lithuania / K. Khaletskaya, V. Khaletski, S. Švedienė, A. Mažeikienė // The 9th International Conference “Environmental Engineering” [Electronic resource]: Selected papers, Vilnius, Lithuania, 22–23 May 2014. / Vilnius Gediminas Technical University. – Electronic data. (415 Mb). – Vilnius, 2014. – 1 electron. opt. disc (CD-ROM).

УДК 551.492

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОХРАНОЙ И РАЦИОНАЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Шевкунова Л.В.

Брестский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды, г. Брест, Республика Беларусь, water@ecocom.brest.by

Системная организация водоохранной деятельности является обязательным условием устойчивого социально-экономического развития области, обеспечения ее экологической безопасности и служит гарантом результативности в природоохранной сфере.

В целях реализации задач Международного десятилетия действий «Вода для жизни» (2005-2015 гг.) и «Декларации тысячелетия» ООН, Протокола о воде и здоровье к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь утверждена Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года, определяющая основные проблемы и задачи в области использования и охраны вод, которые необходимо решать с учетом особенностей предстоящего этапа социально-экономического развития страны.

Водная стратегия закрепляет базовые принципы государственной политики в области использования и охраны водных ресурсов, сохранения экосистем,

определяет основные направления деятельности по охране и использованию водных ресурсов Республики Беларусь, обеспечивающие:

- охрану водных объектов и подземных вод от загрязнения;
- устойчивое рациональное водопользование в промышленности и сельском хозяйстве, в том числе, путем использования геотермального потенциала подземных вод;
- гарантированное снабжение населения качественной питьевой водой;
- защиту населения и территорий от негативного воздействия вод;
- снижение удельного водопотребления и повышение эффективности использования водноресурсного потенциала, в том числе, за счет расширения использования водных объектов для отдыха и экотуризма на международном и национальном уровнях.

Улучшение экологической обстановки планируется достигнуть с учетом использования наилучших доступных технических методов при строительстве новых предприятий и модернизации действующих, соблюдения субъектами хозяйствования природоохранных требований, нормативов и ограничений, а также с учетом продвижения новых векторов, в том числе «зеленой экономики».

Брестская область, обладая значительными ресурсами пресных вод, в то же время, в сфере водопотребления имеет тот же круг проблем, что и во многих других регионах республики.

По территории области проходят водораздельные линии бассейнов трех крупных рек – Припяти, Западного Буга и Немана.

Среднемноголетний речной сток составляет 12,7 км³/год или 22% от всего речного стока республики (наибольший - 20,6 км³/год; общий наименьший - 5,4 км³/год). За 2014 год общий речной сток составил 11,5 км³/год. При этом изъятие речных (поверхностных) вод для использования в истекшем году составило 0,14 км³/год, что составляет 1,2 % от общего речного стока области.

Особенность водного режима рек в 2014-2015 г.г. заключалась в раннем, но невысоком весеннем половодье, максимальные уровни воды которого повсеместно оказались ниже средних многолетних наблюдений. Водность рек весеннего сезона оказалась ниже средних многолетних значений, составив 32-80%.

Результаты анализа гидрометеорологических условий начала 2016 г. предполагают, что весной реки не будут полноводны, так как стаивание снега во время продолжительной зимней оттепели привело к снижению объемов стока весеннего половодья. Максимальные значения запасов воды в снеге за зиму текущего года оказались на 30-60% меньше по отношению к средним значениям за многолетний период наблюдений. Максимальные уровни воды на реках ожидаются ниже средних многолетних значений.

Максимальные уровни воды на реках прогнозируются значительно ниже средних многолетних максимумов и близкими к максимальным значениям уровней воды весеннего половодья 2015 года, которые на большинстве рек стали исторически самыми низкими за период наблюдений.

Значительного притока воды в водохранилища не ожидается, в связи с этим необходимость принятия соответствующих мер по заполнению водой водохранилищ и прудов является очевидной.

Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод области составляют 2,05 км³/год (5603 м³/сут), разведанные эксплуатационные запасы подземных вод 324,1 млн. м³/год (887,88 м³/сут). Отношение разведанных эксплуатационных запасов подземных вод к прогнозным составляет 15,8 %.

В 2014 году добыто 117,5 млн. м³ подземных вод для использования, что составляет 36,3 % от располагаемых ресурсов.

В целом, запасы пресных поверхностных и подземных вод достаточны для удовлетворения не только существующих, но и перспективных потребностей населения и отраслей экономики.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения области являются исключительно подземные воды. Источником производственного водоснабжения - подземные воды и поверхностные водные объекты. В области имеется 5415 артезианских скважин, из них, действующих - 3264; законсервированных - 1500; подлежащих тампонажу – 570, не введенных в эксплуатацию – 81; функционирует 91 поверхностный водозабор.

Централизованное водоснабжение городов, городских и сельских поселков, промышленных предприятий области базируется на использовании пресных подземных вод с утвержденными эксплуатационными запасами, приуроченными к водоносным горизонтам и комплексам четвертичных и дочетвертичных отложений зоны активного водообмена и осуществляется посредством эксплуатации, как групповых водозаборов, так и одиночных скважин.

Для подземных вод Брестской области характерно высокое содержание железа, обусловленное природными особенностями Полесского региона.

В феврале 2010 г. на тепличном комбинате "Берестье", расположенном на восточной окраине г.Бреста введена в эксплуатацию геотермальная установка мощностью 1 МВт, наиболее крупная из эксплуатируемых в Республике Беларусь.

Подземное тепло в глубоких водоносных горизонтах является одним из возобновляемых ресурсов, однако используется в недостаточной мере

В 2014 году по данным государственного водного кадастра объем изъятия (добычи) воды из водных объектов и подземных источников увеличился по сравнению с предыдущим годом на 3,8 млн. м³ и составил 283,9 млн. м³, в том числе объем изъятия из водных объектов – 142,9 млн. м³, объем добычи подземных вод – 141,0 млн. м³. При этом объем изъятия (добычи) воды для использования увеличился на 3,3 млн. м³ и составил 260,49 млн. м³.

Использование воды на хозяйственно-питьевые нужды, по-прежнему, остается основной составляющей в использовании свежей воды и составило 60,2 млн. м³ или 108,4 % к уровню 2010 года. Оно, по-прежнему, связано с ростом приборного учета использования воды в жилом фонде городов и городских поселков и усилением позитивных тенденций водосбережения в системе жилищно-коммунального хозяйства.

В 2014 году отмечается незначительный рост в использовании воды на нужды сельскохозяйственного водоснабжения (на 0,17 млн. м³) – 22,47 млн. м³; Увеличен объем использования воды в прудовом хозяйстве (на 5,83 млн. м³ или на 4,4 %) – 136,72 млн. м³. Отмечено уменьшение в использовании воды на нужды регулярного орошения (на 1,84 млн. м³ или на 75,2 %) – 0,61 млн. м³.

На три министерства: Минжилкомхоз, Минсельхозпрод и Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь приходится 95% объемов добычи подземной и изъятия поверхностных вод; 99,9 % сброса сточных вод в водные объекты. Основной составляющей в использовании воды составляет использование воды на прудовое рыбное хозяйство, на которое использовано 54,7 % от общего объема использования воды.

Процент оснащения подземных водозаборов приборами учета составляет 99,9 %.

В области осуществляют добычу минеральной и розлив бутилированной питьевой воды семь предприятий, используют для бальнеологических целей - две организации здравоохранения.

Образующиеся при транспортировке к местам использования потери воды характеризуют техническое состояние водопроводных систем, а динамика их количественных показателей позволяет определить эффективность мер, направленных на их сокращение.

Непроизводительные потери воды составили 3,3%, потери воды при транспортировке от источника к потребителю сократились до 4,2%.

В целом потери при транспортировке и неучтенные расходы в системах коммунального водоснабжения снизились с 5,33% в 2010 году до 4,2% в 2014 году.

Удельное водопотребление, характеризующее количество воды, расходуемое на хозяйственно-питьевые нужды в расчете на одного человека в сутки, является важным экологическим показателем, свидетельствующем как о доступности воды для нужд населения, так и об эффективном ее использовании.

В 2014 году данный показатель по области составил 119 л/сут/человека, что меньше среднереспубликанского (137 л/сут/человека).

Вместе с тем, наибольшее удельное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды в городах Брест и Барановичи – 151,0 л/сут/человека.

Экономия воды за счет ее использования в системах оборотного и повторно-последовательного использования составила 95%. В течение года реализованы мероприятия, направленные на увеличение объемов повторно-последовательного использования воды, 17 предприятиями области.

В результате проводимых мероприятий по охране водных ресурсов более эффективно стали работать очистные сооружения в городах Ганцевичи, Ивацевичи, Кобрин.

Ведется строительство очистных сооружений города Столин, продолжается реконструкция очистных сооружений в городах Брест, Барановичи, Лунинец, Пинск.

В рамках реализации Государственной программы по водоснабжению и водоотведению «Чистая вода» на 2011-2015 г.г. завершена реконструкция одного из трех аэротенков на очистных сооружениях в г. Брест, второго пускового комплекса на очистных сооружениях в г. Ганцевичи, пятого блока аэротенка - отстойника на станции очистки сточных вод в г. Пинск, модернизированы очистные сооружения канализации в г. Барановичи с размещением цеха механической обработки осадка; реконструирован водозабор «Щара-2» в г. Барановичи, завершаются работы по реконструкции системы канализации в д. Клейники Брестского района.

Завершены работы по двум международным проектам, реализованным с привлечением средств международной технической помощи Европейского союза в рамках Программы трансграничного сотрудничества «Польша-Беларусь-Украина» 2007-2015.

Введен в эксплуатацию первый пусковой комплекс очистных сооружений биологической очистки в искусственных условиях в г. Каменец. Ведутся пусконаладочные работы (1,8 млн. евро).

Центральная и восточная части г. Высокое Каменецкого района оборудованы канализационными системами (1,46 млн. евро).

Введены в эксплуатацию 14 новых и реконструированных очистных сооружений производственных и ливневых сточных вод, все они построены за счет собственных средств предприятий.

По сравнению с 2010 годом тенденция сокращения сброса загрязняющих веществ в водные объекты наблюдается по девяти показателям: взвешенным веществам на 19 %, сульфат-иону на 24,6 %, хлорид-иону на 1,5 %, аммоний-иону на 53,8 %, нитрат-иону на 61,5 %; синтетическим поверхностным активным веществам на 18,1 %; металлам: меди на 12 %, цинка на 23,8 %, никеля на 29,6 %.

В рамках приграничного сотрудничества с Республикой Польша природоохранными службами в 2015 году проведено четыре рабочих встречи. Принято участие в работе двух рабочих групп по сотрудничеству с Государством Украина.

Одним из основных направлений в осуществлении контроля за соблюдением требований водоохранного законодательства является контроль за соблюдением права государственной собственности на воды.

Организована работа по максимальному регулированию вопросов водопользования в рамках осуществления административной процедуры по выдаче разрешений на специальное водопользование.

В области по состоянию на 01.01.2016 имеется 789 объектов – водопользователей, осуществляющих специальное водопользование.

В целях снижения антропогенной нагрузки на водотоки, предотвращения их загрязнения, засорения и истощения субъектами хозяйствования завершается выполнение защитных мероприятий, предусмотренных проектами водоохраных зон и прибрежных полос средних и больших рек.

21 мая 2015 года вступил в силу новый Водный кодекс Республики Беларусь (далее – Кодекс), в котором по сравнению с предыдущей его редакцией произошел ряд существенных изменений.

В первую очередь пересмотрены основные принципы охраны и использования вод путем установления приоритета вопросам охраны вод перед их использованием.

В статье 52 Кодекса пересмотрены подходы в установлении границ водоохраных зон и прибрежных полос. Минимальная ширина водоохранной зоны и прибрежной полосы в настоящее время устанавливается без учета уклона поверхности земли, месторасположения водного объекта (населенный пункт, межселенная территория) и вида земель. Пересмотрен размер минимальной ширины водоохранной зоны для больших, средних рек (с 700 до 600 метров), а также минимальной ширины прибрежной полосы для ручьев и родников, которая совпадает с водоохранной зоной и составляет 50 метров (вместо 100 метров).

В области установлены водоохраные зоны и прибрежные полосы по трем большим рекам: Западный Буг, Припять и Горынь, по средней реке Щара, а также по 194 малым рекам (включая среднюю реку Ясельда), 334 водоемам, в том числе, по 48 водохранилищам, 107 озерам, 179 прудам.

Проекты водоохраных зон и прибрежных полос разработаны для городов Брест, Жабинка, Иваново, Пинск.

По остальным водным объектам решениями городских и районных исполнительных комитетов установлены минимальные размеры и границы водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов.

На 2016 год за счет средств областного бюджета предусмотрена корректировка проекта водоохраных зон и прибрежных полос по реке Ясельда в пределах пяти районов: Пружанского, Березовского, Дрогичинского, Ивановского, Пинского.

Режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в водоохраных зонах и прибрежных полосах водных объектов определен статьями 53 и 54 Кодекса.

В области 60 юридических лиц осуществляют проведение локального мониторинга окружающей среды в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. Объектами наблюдения локального мониторинга среди прочих являются сбросы сточных вод в водные объекты (21 пункт наблюдений), подземные воды в районе расположения выявленных или потенциальных источников загрязнения (45 пунктов наблюдений).

За 2011-2014 годы на проведение локального мониторинга согласно государственной статистической отчетности по выполнению Государственной программы обеспечения функционирования и развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2011-2015 годы израсходовано 4470,7 млн. руб.

В воздействиях на водные ресурсы в области в последние годы сохраняется тенденция к стабилизации отведения сточных вод и нормализации экологического состояния водных объектов.

Вместе с тем, в вопросах охраны и рационального использования водных ресурсов имеется и ряд проблем.

Несмотря на то, что по данным Национальной системы мониторинга окружающей среды в 2015 году гидрохимический статус водных объектов бассейнов рек Неман и Припять оценивался, в основном, как отличный и хороший, на территории области практически все водные объекты в той или иной степени подвергались биогенной нагрузке.

Гидрохимический статус притоков реки Западный Буг: рек Копаявка, Лесная Правая и Мухавец в районе Кобрина оценивался как удовлетворительный. Сохраняется их устойчивое многолетнее загрязнение фосфат-ионом в зимне-весенний период.

Удовлетворительный статус имеют участки рек Западный Буг ниже города Бреста и Ясельды ниже города Береза.

Снизилась эффективность работы очистных сооружений в городах Иваново, Луинец, Малорита, Пинск.

По-прежнему остается одной из приоритетных задач состояние водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов.

Приоритетной задачей остается обеспечение готовности, должного экологического состояния зон массового отдыха населения на водных объектах к летнему сезону.

Насущной задачей на сегодняшний день работа по увеличению объемов производства минеральных и пресных подземных вод, использования геотермальных источников.

Использование водных ресурсов и их охрана – многогранны. Поэтому специалисты в этой отрасли должны обладать определенными чертами и навыками. Экологи – это специалисты, занимающиеся анализом ситуации и разработкой мер для уменьшения существующего и возможного вреда природе. Эколог выявляет причины катаклизмов природы и разрабатывает возможности снижения воздействия людского фактора на окружающую среду.

Экологи пытаются понять и объяснить, например, почему высыхают озера или гибнут его обитатели. Они выявляют степень загрязненности, анализируют причины и составляют прогноз ситуации в будущем. Специалисты-экологи изучают последствия тех или иных событий, влияющих на окружающую среду, следят за правильной очисткой сточных вод, утилизацией различных отходов, ведут контроль вредных производств.

Инженеры-экологи сталкиваются с разработкой и согласованием в государственных природоохранных органах документов, которые обосновывают экологическую безопасность различных проектов и промышленных производств. Специалисты в лабораториях проводят исследование содержания в природной и сточной воде специфических и основных загрязняющих веществ.

Изучение основ экологического менеджмента особенно важно с необходимостью принятия и внедрения международных стандартов ISO, обеспечивающие единую мировую систему требований к управлению качеством услуг и товаров. Предметом этого стандарта является система экологического менеджмента (СЭМ), применение которой дает возможность эффективно сочетать экономический рост дохода с сохранением благоприятной окружающей среды. Знание стандартов серии ISO и их внедрение в организации обязательные требования к будущим экологам.

Необходимые профессиональные навыки и знания это: умение свободно разбираться в экологическом законодательстве, стандартах и нормативах; знание физики, химии, биологии, процессов проходящих в окружающей среде; иметь представление о порядке проведения экологической экспертизы; знать методы экологического мониторинга; иметь навыки компьютерного моделирования; разбираться в зарубежном и отечественном опыте в сфере охраны окружающей среды;

уметь составлять необходимую отчетность и документацию по охране окружающей среды; владение иностранным языком (для возможности командировок или работы за границей).

Эколог-профессионал должен обладать такими личными качествами как: дипломатичность, гибкость, гражданская смелость (для оспаривания действий должностных лиц, органов власти, госструктур); внутренняя дисциплина; стрессоустойчивость; скрупулезность, ответственность, аккуратность; аналитический склад ума; умение работать в команде; самостоятельность; порядочность; работоспособность.

Список литературы

1. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года.
2. Состояние природной среды Беларуси, экологический бюллетень 2014 год.

УДК 582.632.2:573.9.:630*81

МЁРТВАЯ ЛЕЖАЩАЯ ДРЕВЕСИНА БУКОВОГО ПРАЛЕСА УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Шпарык Ю.С., Яновская И.Н.

Государственное высшее учебное заведение «Прикарпатский национальный университет имени Васыля Стефаныка», г. Ивано-Франковск, Украина, yuriy.shparyk@gmail.com, yanovskai@mail.ru

Lying deadwood is a constant element of a beech virgin forest in the Ukrainian Carpathians with average volume 100 m³/ha. Its species composition is pure Common beech with other species volume 2-3 m³/ha. Its volume ratio increased from 12 to 42% according to its decomposition increasing. Main changes during 10 years: volume increasing on 92%; first decomposition stage ratio increasing on 26%.

Введение

Мёртвая древесина является средою для развития многих видов насекомых и грибов и поэтому её значение для охраны биоразнообразия является очень высоким. Хозяйственные леса не накапливают много мёртвой древесины через соответствующие требования по ведению лесного хозяйства. Поэтому, основное внимание по изучению мёртвой древесины должно быть обращено к природным (не хозяйственным) лесам и пралесам. Мёртвая лежащая древесина в буковых пралесах Украинских Карпат имеет встречаемость 100 процентов – присутствует на всех участках площадью больше 0,25 га. Но ситуация с мёртвой древесиной различных стадий разложения не так однородна: встречаемость свежей мёртвой древесины только 65%, начального разложения - 95, а прогрессирующего разложения и полностью гнилой - 100%. Сделан вывод, что примерно на 20 процентах территории буковых пралесов ежегодно появляются ветровалы или буреломы, которые являются основными поставщиками мёртвой лежащая древесины [1-3].

Средний запас мёртвой древесины в 86 буковых лесных заповедниках Европы, которые покрывают большую часть ареала бука, составил 130 м³/га при высокой изменчивости – от нуля до 550 м³/га. Установлено, что запас мёртвой древесины напрямую зависит от типа леса, времени создания заповедника и запаса живых деревьев. Доля мёртвой лежащей древесины преимущественно больше, чем сухостоя. Для устойчивого ведения лесного хозяйства предлагается увеличение запаса сухостоя в соответствии с региональным типом и режимом ведения лесного хозяйства. Кроме того, для сохранения биоразнообразия важно сохранить не только большой запас мёртвой древесины, но и много-

образии её стадий разложения и размеров, а также – постоянного её присутствия. А понимание механизмов накопления мёртвой древесины на примере букового пралеса даст ответы на вопрос – как именно вести хозяйство для оптимального её количества [4-7].

Сохранение старовозрастных деревьев и мёртвой древесины в лесах является не только предпосылкой сохранения в них высокого биоразнообразия и обеспечения экологической устойчивости и стабильности, но и играет важную роль в приостановлении глобального потепления климата. Количество мёртвой древесины может быть большим, но только некоторые её части дают существенный вклад в депонирование углерода, ибо живые деревья содержат больше углерода и их легче измерить. Однако, для умеренной зоны мёртвая древесина играет важную роль в деле депонирования углерода [8-9].

Методика исследований

Изучение мёртвой лежащей древесины (сокращённо – МЛД) букового пралеса проведено на 10-гектарной пробной площади (200 на 500 м) в Угольском отделении Карпатского биосферного заповедника, которая была условно разделена на 40 пробных площадей (50 на 50 м или 0,25 га каждая). В настоящее время проведено три инвентаризации древостоя, МЛД и естественного возобновления на этой пробе – в 2000, 2005 и 2010 годах. Базовым выводом из исследований является то, что буковый пралес влажной чистой бучины Угольского массива – это многоярусный смешанный перестойный высоко плотный буковый древостой с большим количеством мёртвой лежащей древесины и естественного возобновления. В наших исследованиях мёртвая лежащая древесина включала в себя:

- Лежачие мёртвые деревья со средним диаметром на высоте 1,3 м (сокращённо – DBH) ≥ 6 см. DBH измерялся крест-накрест на расстоянии 1,3 м от точки, где ствол вырастает из корневой системы;
- Части стволов и ветвей, которые лежат на земле и отвечают таким критериям: длина ≥ 2 м и диаметр на более тонком конце ≥ 8 см; длина 0,5-1,99 м и диаметр ≥ 36 см на расстоянии 0,5 м от толстого конца бревна;
- Ветки, которые прикреплены к мёртвым частям ствола/кроны, лежащие на земле, и которые отвечают вышеуказанным минимальным размерам;
- Висячие деревья или их части, которые не укоренены в почве и которые отвечают вышеуказанным минимальным размерам;
- Мёртвые деревья, которые имеют контакт с почвой и которые опираются на другие деревья, если ствол отклоняется на 45° и больше от вертикали.

В мёртвой лежащей древесине определяли породу, диаметр на середине бревна в двух проекциях, её длину и стадию разложения. Длину измеряли с помощью измерительной ленты или прибора Vertex. Если конец МЛД повреждён, длина замерялась до точки, где 75% от площади поперечного сечения не повреждены. Длина целых мёртвых деревьев (с кроной, корнями и корой) не замерялась. Диаметр измерялся мерной вилкой крест-накрест. Если мерная вилка не могла быть использована, диаметр измерялся мерной лентой. Стадию разложения определяли с помощью карманного ножа. Нож вставлялся в МЛД с верхней стороны на середине её длины (в точке, где измерялся диаметр). Стадия разложения мёртвой древесины в 2000 и в 2005 годах идентифицировалась следующим образом: 1 – свежая МЛД (ещё не гнилая, нож без давления не входит в древесину, лежит не более 3 лет); 2 – начальная стадия разложения (кора опадает, древесина ещё твёрдая, нож без давления входит ≥ 1 см в глубину, если его вставлять параллельно к волокнам древесины); 3 – прогрессирующее разложение (только твёрдая сердцевина ствола, нож

легко входит ≥ 1 см в глубину, даже если его вставлять под прямым углом к волокнам древесины); 4 – полное разложение (гнилая и мягкая вся древесина, древесина очень легко разрушается). В 2010 году древесины была добавлена ещё одна стадия – не разложенная древесина, которая в порядке разрушения структуры древесины является первой. Это древесина, которая по внешним признакам выглядит живой, но оторвана от корневой системы и не имеет шансов для дальнейшего функционирования – лежит не больше 1 года.

Результаты исследований

В буковом пралесе Украинских Карпат в 2000 году мёртвая лежащая древесина была на всех 40 пробных площадях, а её запас колебался от 19,6 до 172,0 м³/га при среднем значении – 72,2 м³/га. Выборка значений запаса МЛД имела правостороннюю асимметрию (0,90), нормальную крутизну (-0,04), очень значительную вариацию (55,4%), ошибку среднего – 6,4 м³/га и достаточную точность определения (8,9%). Свежая МЛД присутствовала только на 26 пробных площадях с 40. Изменчивость её запаса являлась наибольшей среди других стадий разложения: среднее – 8,5 м³/га, вариация – 197%, колебания – от 0,0 до 89,6 м³/га. МЛД начального разложения отсутствовала только на двух пробных площадях и её изменчивость была уже не такой большой – от 0,0 до 68,8 м³/га. МЛД прогрессирующего разложения присутствовала на всех пробных площадях, а изменчивость её запаса была от 0,8 до 78,8 м³/га. МЛД полного разложения также присутствовала на всех пробных площадях с изменчивостью запаса от 3,2 до 95,2 м³/га. Породный состав МЛД в 2000 году также изменялся в значительной степени. Наиболее распространённым был состав 10Бк, то есть на пробе была исключительно буковая МЛД, и этот состав имел встречаемость на уровне 70%. Породный состав 10Бк ед. Яв встречался только на двух пробных площадях (5%), встречаемость состава 10Бк ед. Яс – 2,5%, 10Бк+Яв ед. Яс – 2,5, 9Бк1Яв – 5, 9Бк1Яв ед. Яс – 2,5, 9Бк1Яс – 2,5, 8Бк2Яв – 5, 7Бк3Яв – 5% (табл. 1). Сделано вывод что мёртвая древесина есть постоянным компонентом букового пралеса Украинских Карпат и присутствует в нём везде начиная с площади 0,25 га. В 2000 году запас мёртвой древесины имел очень значительную вариацию при среднем значении 72 м³/га с преобладанием породного состава 10Бк и постоянном увеличении (на 50%) её запаса по мере роста стадии разложения (от 8 м³/га свежей МЛД до 30 м³/га МЛД полного разложения).

При инвентаризации пробной площади в 2005 году запас МЛД букового пралеса колебался от 17,2 до 195,6 м³/га при среднем – 97,9 м³/га. Асимметрия выборки, вариация и точность исследований несколько уменьшились (А=0,43, V=42,9%, T=6,9%), а эксцесс и ошибка среднего – увеличились (E=-0,26, m=6,73 м³/га). Свежая МЛД отсутствовала на двух пробных площадях с сорока и при среднем запасае 15,6 м³/га вариация составила 133%, а колебания – от 0,0 до 93,6 м³/га. МЛД начального разложения отсутствовала лишь на 1 пробе, а изменчивость её запаса была уже не такой большой, как у свежей МЛД – от 0,0 до 68,8 м³/га. МЛД прогрессирующего разложения присутствовала на всех пробных площадях. Изменчивость её запаса большая – от 0,4 до 105,2 м³/га. Мёртвая лежащая древесина полного разложения также имела встречаемость 100%, а изменчивость запаса была максимальной – от 5,2 до 138 м³/га. Породный состав в 2005 году был в значительной степени похож на состав 2000 года – также наиболее распространённым был состав 10Бк и он имел встречаемость на уровне 72,5%. Встречаемость различного породного состава для разных стадий разложения была следующей: у свежей МЛД – 10Бк – 85%; 10Бк ед. Яв, 9Бк ед. Вш и 7Бк3Яв – по 5%; у МЛД начального расклада – 10Бк – 92,5%, 9Бк1Кл.о – 5, 3Бк7Кл.о – 2,5%; у МЛД прогрессирующего разложения – 10Бк – 87,5%, 10Бк ед. Кл.о – 2,5, 9Бк1Вш – 2,5, 7Бк3Кл.о – 2,5, 6Бк4Кл.о – 2,5, 6Бк4Яв – 2,5%; и у МЛД полного разложения – 10Бк – 92,5%, 10Бк+Кл.о – 5,

10Бк ед. Яс – 2,5% (таблица). Установлено, что в 2005 году запас МЛД букОВОГО пралеса по сравнению с 2000 годом увеличился на 36% и при этом асимметрия выборки, вариация и точность исследований несколько уменьшились, а эксцесс и ошибка среднего – увеличились. Породный состав МЛД за эти 5 лет практически не изменился – преобладает 10Бк, а вот соотношение запасов МЛД разных стадий разложения изменилось – доли свежей МЛД и полного разложения достоверно увеличились, а запасы МЛД других стадий разложения увеличились тоже, но не достоверно.

Таблица – Динамика мёртвой лежащей древесины в букОВОМ пралесе Украинских Карпат

Год обследования	Мёртвая лежащая древесина		В том числе, по стадиям разложения									
			не разложена		свежая		начального разложения		прогрессирующего разложения		полного разложения	
	состав пород*	объем, м ³ /га	состав пород*	объем, м ³ /га	состав пород*	объем, м ³ /га	состав пород*	объем, м ³ /га	Состав пород*	объем, м ³ /га	состав пород*	объем, м ³ /га
2000	10Бк + Яв, ед. Яс	72,2	-	-	10Бк ед. Яв, Яс	8,5	7Бк3Яв	12,6	8Бк2Яв + Яс	20,7	9Бк1Яв ед. Яс	30,4
2005	10Бк + Кл.о, ед. Яв, Яс, Вш	97,9	-	-	10Бк ед. Яв, Вш	15,6	9Бк1Кл.о	15,5	10Бк+Кл.о ед. Яв, Вш	24,5	10Бк ед. Яс, Кл.о	42,3
2010	10Бк ед. Б, Вш, Кл.о, Яв, Яс	138,3	10Бк	16,8	10Бк ед. Кл.о, Яв, Яс	35,4	10Бк ед. Вш, Кл.о, Яв, Яс	33,2	10Бк ед. Б, Яв	34,3	10Бк ед. Вш	18,6

* - обозначения пород: Бк – бук лесной (*Fagus sylvatica* L.); Яв – явор (*Acer pseudoplatanus* L.); Б – берёза повисшая (*Betula verrucosa* Ehrh.); Кл.о – клён остролистный (*Acer platanoides* L.); Яс – ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.); Вш – вяз шершавый (*Ulmus scabra* Mill.).

В 2010 году запас мёртвой лежащей древесины колебался от 42,4 до 313,2 м³/га при среднем 138,3 м³/га. Статистические показатели выборки снова изменились: асимметрия, эксцесс и ошибка среднего сильно увеличились (А=1,26, Е=1,83, т=8,82 м³/га), а вариация и точность исследований – несколько уменьшились (V=39,8%, Т=6,4%). Не разложенная МЛД присутствовала лишь на 31 пробных площадях из 40 и при среднем запасе 16,8 м³/га, вариация составила 139%, а колебания – от 0,0 до 116 м³/га. Свежая МЛД присутствовала на всех пробных площадях с изменчивостью запаса – от 1,6 до 156,4 м³/га. МЛД начального разложения также имела встречаемость 100%, но с меньшей

изменчивостью запаса – от 4 до 98 м³/га. МЛД прогрессирующего разложения также имела встречаемость 100%, а изменчивость её запаса – от 2,4 до 102 м³/га. МЛД полного разложения присутствовала на 38 пробных площадях с 40 (встречаемость 95%), а изменчивость её запаса – от 1,6 до 74,8 м³/га. Наиболее распространённым породным составом и в 2010 году был 10Бк со встречаемостью 77,5%. Встречаемость других породных составов распределена следующим образом: 10Бк ед. Яв – 7,5, 10Бк+Яв – 2,5, 10Бк ед. Яв + Вш – 2,5, 10Бк + Вш – 2,5, 9Бк1Кл.о – 2,5, 9Бк1Яв – 2,5, 9Бк1Яс ед. Б, Яв – 2,5%. Встречаемость разных породных составов: у не разложенной МЛД - 10Бк – 100%; для свежей МЛД – 10Бк – 85%, 10Бк ед. Яв – 5, 9Бк1Яв – 2,5, 9Бк1Кл.о – 2,5, 7Бк3Яс – 2,5, 2Бк8Яв – 2,5%; для МЛД начального разложения – 10Бк – 90%, 10Бк+Яс ед. Яв – 2,5, 8Бк2Вш+Яв – 2,5, 7Бк3Яв – 2,5, 5Бк5Кл.о – 2,5%; для МЛД прогрессирующего разложения – 10Бк – 95%, 10Бк ед. Б – 2,5, 9Бк1Яв – 2,5%; для МЛД полного разложения – 10Бк – 92,5%, 4Бк6Вш – 2,5% (табл. 1). Установлено, что в 2010 году запас МЛД букового пралеса по сравнению с 2000 годом увеличился на 92% и при этом асимметрия, эксцесс и ошибка среднего сильно увеличились, а вариация и точность исследований – несколько уменьшились. Породный состав МЛД за 10 лет снова не изменился – также преобладает 10Бк, а вот соотношение запасов МЛД разных стадий разложения изменилось ещё больше – доли свежей МЛД и начального разложения увеличились ещё больше за счёт доли МЛД полного разложения.

Динамика мёртвой лежащей древесины в буковом пралесе Украинских Карпат за последние 10 лет имеет следующие тенденции:

- запас МЛД в обоих 5-ти летних периодах стабильно возрастает при среднепериодическом запасе на уровне 100 м³/га;
- породный состав МЛД все более концентрируется возле 10Бк, а доли сопутствующих пород изменяются без чётких закономерностей (рис. 1);
- соотношение запасов МЛД 4-х основных стадий разложения постоянно изменялось в сторону увеличения доли свежей МЛД;
- запас МЛД всех стадий разложения постоянно увеличивался за счёт стадии полного разложения, доля которой постоянно уменьшалась

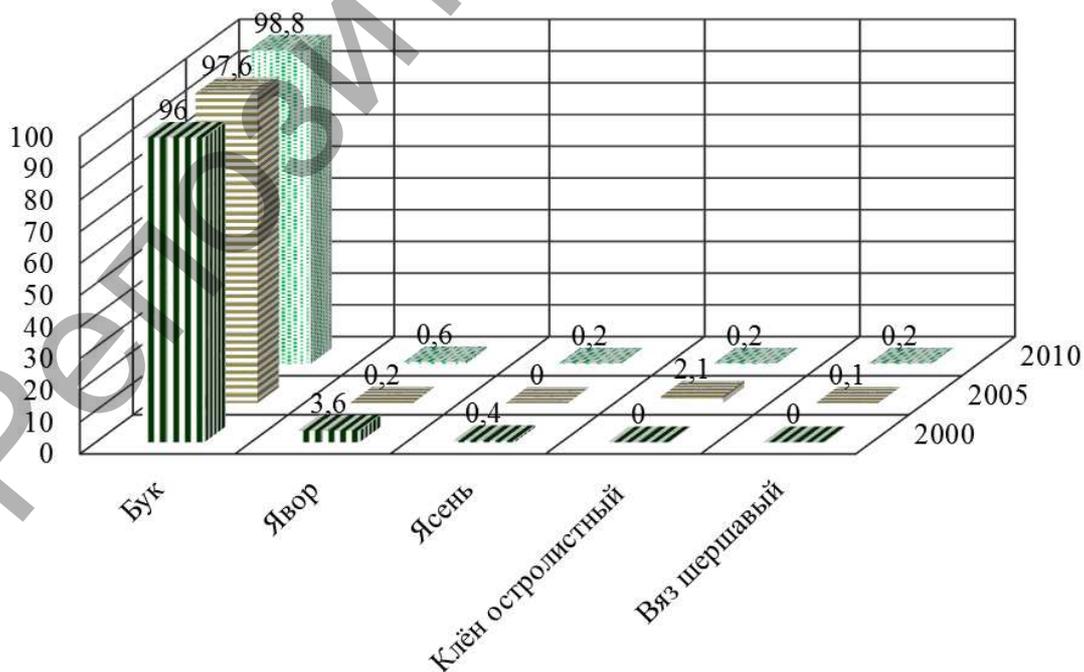


Рисунок – Динамика породного состава (%) мёртвой древесины

Часть буковой древесины в МЛД букового пралеса постоянно увеличивается: в 2000 году она составляла 96%, в 2005 – 97,6%, а в 2010 – ещё увеличилась до 98,8%. Явор присутствует во всех годах и его часть составляет в 2000 году 3,6%, в 2005 году она уменьшилась до 0,2%, а в 2010 году она увеличилась до 0,6%. Часть ясеня в 2000 году составляет 0,4%, в 2005 он отсутствовал в составе мёртвой древесины, а в 2010 году на 0,2% уменьшилась. Мёртвая древесина клёна остролистного и вяза шершавого в 2000 году отсутствует. В 2005 году часть клена остролистного составляла 2,1%, а в 2010 – уменьшилась до 0,2%. Часть вяза шершавого в 2005 году составляла 0,1%, а в 2010 – увеличилась до 0,2% (рисунок).

Заключение

Обязательным элементом в процессе развития букового пралеса Украинских Карпат является мёртвая лежащая древесина. За результатами инвентаризаций 2000, 2005 и 2010 годов выявлено её постоянное присутствие на всей территории пралеса на уровне 100 м³/га, начиная с участков площадью 0,25 га. В условиях влажной чистой бучины это составляет около 8-9 годичных приростов. Породный состав мёртвой лежащей древесины – практически чистый буковый с незначительной долей явора, ясеня, клёна остролистного, вяза шершавого и одиночными стволами берёзы повисшей. Соотношение запасов МЛД разных стадий разложения в 2000 году составляло: 12% - первая стадия (свежая МЛД), 17 – вторая (начального разложения), 29 – третья (прогрессирующего разложения), 42% – четвёртая (полного разложения).

Динамика мёртвой лежащей древесины в буковом пралесе за последние 10 лет характеризуется стабильным ростом запаса – с 72 до 138 м³/га (на 92%). Породный состав МЛД все более концентрируется возле 10Бк – его встречаемость выросла с 70 до 78%, а участие других пород изменяется от 0 до 3 м³/га, но не превышает 4% общего запаса МЛД за все 10 лет. Соотношение запасов основных стадий разложения постоянно изменяется в сторону увеличения доли свежей МЛД – её доля выросла от 12 до 38%, в основном за счёт доли МЛД полного разложения, которая соответственно уменьшилась – от 42 до 13%. Это свидетельствует о прогрессирующем накоплении МЛД на этой стадии развития букового пралеса.

Список литературы

1. Шпарик, Ю.С. Структура букового пралісу Українських Карпат / Ю.С. Шпарик, Б. Коммармот, Ю.Ю. Беркела. – Снятин: Прут принт, 2010. – 143 с.
2. Брендли, У.Б. Праліси в центрі Європи: путівник по лісах Карпатського біосферного заповідника. – Бірменсдорф: WSL, 2003. – 192 с.
3. Чернявський, М.В. Відмерла деревина у букових пралісах як комплекс мікросередовищ існування грибів / М.В. Чернявський, Г.В. Іжик // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2014, Вип. 45. – С. 144–149.
4. Christensen, M. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves / M. Christensen, K. Hahn, E.P. Mountford, P. O'dor, T. Standovar, D. Rozenbergar, J. Diaci, S. Wijdeven, P. Meyer, S. Winter, T. Vrska // *Forest Ecology and Management*. – No. 210, 2005. – P. 267–282.
5. Mountford, E.P. Fallen dead wood levels in the near-natural beech forest at La Tillaie reserve, Fontainebleau, France. / *Forestry: Research note* 75 (2), 2002 – P. 203-208.
6. Vacek, S. The dynamics and structure of dead wood in natural spruce-beech forest stand - a 40 year case study in the Krkonose National Park / S. Vacek, Z. Vacek, L. Bilek, P. Hejzmanova, V. Sticha, J. Remes // *Dendrobiology*. – No. 73, 2015. – P.21-32.
7. Humphrey, J. Managing deadwood in forests and woodlands. *Forestry Commission Practice Guide* / J. Humphrey, S. Bailey. – Forestry Commission, Edinburgh, 2012. – 24 p.
8. Пастернак, В.П. Значение мертвой древесины для леса / В.П. Пастернак, В.Ю. Яроцкий // *Оборудование и инструмент для профессионалов*. – 2009. – № 5-6. – С. 68-70.
9. Evans, A.M. Carbon Accounting and Management of Lying Dead Wood / A.M. Evans, M.J. Ducey. – Santa Fe: Forest Guild, 2010. – 75 p.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛОРУССКО-ЛИТОВСКОГО ПОГРАНИЧЬЯ

Яцухно В.М.¹, Давыдик Е.Е.¹, Дудко Г.В.²

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, alena.dv@mail.ru; yatsukhno@bsu.by

²РУП «Проектный институт «Белгипрозем», Минск, Беларусь, dudko_h@mail.ru

The European transboundary protected areas are of significant importance providing opportunities for migration of species, maintenance of landscape connections, allowing animals, plants and ecological processes to move freely from one habitat to another. The improvement of coordinated planning and transboundary protected area development of Čepkeliai-Kotra Ramsar site considered in the article

Введение

К числу перспективных и практически востребованных направлений трансграничного сотрудничества Республики Беларусь и соседних с ней государств относится координация деятельности по формированию и успешному функционированию особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Так, в приграничной зоне республики располагается 30 таких территорий общей площадью более 1,1 млн га, представленных водно-болотными, лесными угодьями, редкими и уникальными ландшафтами, разнообразной флорой и фауной. Экологическая ценность ООПТ, имеющих нередко продолжение на территории других стран, заключается в том, что они являются структурными элементами общеевропейской экологической сети, выполняющими роль природных ядер и миграционных коридоров международного значения. Поэтому разработка и межгосударственное утверждение планов управления таких трансграничных ООПТ способствуют осуществлению согласованных мер по сохранению, устойчивому использованию и мониторингу расположенных в них природных комплексов.

Примером сотрудничества в этой области могут служить разработанные рекомендации и конкретные мероприятия в этой области, подготовленные в рамках международного белорусско-литовского проекта «Менеджмент трансграничных ООПТ Алитусского уезда и Гродненской области и их интеграция в Обще-европейскую экологическую сеть». Проект был реализован в 2013–2015 гг. в рамках Программы Евросоюза по трансграничному сотрудничеству «Латвия–Литва–Беларусь».

Основная часть

Отличительной чертой территории белорусско-литовского пограничья является хорошая сохранность естественных экосистем, их природоохранное значение для формирующейся Обще-европейской экологической сети, богатое историко-культурное наследие, отражающее своеобразный уклад жизни и традиции местного населения. Протяженность белорусско-литовской границы составляет 462 км. Она проходит по цельным в структурно-функциональном отношении и территориально единым природным ландшафтам, которые имеют свое продолжение в Литве. В связи с прекращением деятельности ряда крупных военных полигонов, как правило, примыкающих к государственной границе, создаются дополнительные условия для расширения и создания трансграничных особо охраняемых природных территорий. Кроме функций сохранения природной среды эти территории обладают значительным рекреационным потенциалом и могут служить зонами кратковременного и длительного отдыха и туризма не только местного и республиканского, но и международного значения.

Характерной особенностью региона является широкое распространение эоловых песчаных отложений, дюн, гряд и котловин выдувания. Значительные по площади участки эолового рельефа распространены вдоль речных систем, вокруг озер, древних ложбин стока. Преобладающую роль в пространственной структуре природных комплексов водно-ледниковой низины играют болотные и заболоченные территории, которые занимают довольно крупные слабодренированные депрессии, а также тальвеги, ложбины, выходящие к долинам рек и располагающиеся на месте зарастающих озер. Незначительное сельскохозяйственное освоение территории приграничных районов, наличие девственной растительности, довольно слабое мелиоративное воздействие на экосистемы, редкая и территориально рассредоточенная система расселения делают возможным сохранение в наиболее близком к естественному состоянию расположенных здесь природных комплексов.

В настоящее время в белорусско-литовском приграничье расположен ряд особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Наиболее крупными ООПТ являются: с литовской стороны – государственный заповедник «Чяпкеляй» площадью 11,23 тыс. га, национальный парк «Дзукия» (58,52 тыс. га), региональные парки «Вейсей» (12,51 тыс. га), «Гражутес» (29,47 тыс. га), «Сирветос» (9,04 тыс. га), национальный парк «Аукштайтис» (41,15 тыс. га) и др., с белорусской стороны – ландшафтные заказники республиканского значения «Гродненская пуца» (20,9 тыс. га), «Котра» (10,46 тыс. га) и «Озеры» (23,87 тыс. га). Кроме того, ландшафтный заказник «Котра» имеет международный статус «Рамсарские территории», свидетельствующий об экологической ценности расположенных здесь водно-болотных угодий.

Благодаря им в трансграничном регионе обеспечиваются охрана среды обитания многочисленных редких и охраняемых видов растений и животных, а также территориальные условия их миграции. Кроме того, этот регион с обширными и неосвоенными природными комплексами на площади примерно 500,0 тыс. га относится к формирующейся в настоящее время Общеввропейской экологической сети, для которой в качестве перспективных узловых элементов, связывающих национальные экологические сети Беларуси, Литвы и Польши, определены трансграничная Рамсарская территория «Чяпкеляй-Котра» и трансграничный биосферный резерват (ТБР) «Августовская пуца» (Беларусь-Литва-Польша).

В соответствии с требованиями Рамсарской конвенции, Литва и Беларусь должны сотрудничать в управлении Рамсарской территорией «Чяпкеляй-Котра». Разработанные в рамках проекта планы управления природным заповедником «Чяпкеляй» и ландшафтным заказником «Котра» на основе общей концепции, единых методических подходов, были одобрены Координационным советом Республики Беларусь и Литовской Республики по реализации Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местобитаний водоплавающих птиц (25 марта 2015 г., г. Минск).

В основе концепции совместного управления трансграничной охраняемой природной территорией «Чяпкеляй-Котра» лежат следующие принципы:

- учет национальных требований и международных обязательств по сохранению природных ценностей и ландшафтного разнообразия трансграничной ООПТ;
- общие мероприятия по охране природных ценностей и улучшение состояния комплекса водно-болотных угодий «Чяпкеляй-Котра»;
- минимальное вмешательство в естественные природные процессы, поэтому объём мероприятий и туристической деятельности в заповеднике «Чяпкеляй» ограничивается;

– в заказнике «Котра» необходимо повышение «натуральности» экосистем и уровня защиты охраняемых видов, сообществ и местообитаний, создание системы познавательного (экологического) туризма;

– приоритетные направления – сохранение открытых местообитаний (в первую очередь пойменных лугов в долине реки Котра по обеим сторонам государственной границы), постепенное восстановление гидрологического режима в заказнике «Котра», регулирование охоты с целью сохранить популяции глухарей и тетеревов, снижение интенсивности лесного хозяйства в заказнике «Котра», развитие познавательного туризма, трансграничного сотрудничества и системы мониторинга трансграничной ООПТ.

С целью дифференциации режима охраны и использования, исходя из необходимости осуществления мероприятий по поддержанию и восстановлению природных комплексов, сохранению биологического и ландшафтного разнообразия, развития туристической инфраструктуры проведено зонирование трансграничной охраняемой природной территории «Чяпкеляй-Котра». При зонировании ставилась цель гармонизации и интеграции мероприятий и режимов хозяйственной и иной деятельности на сопредельных территориях Беларуси и Литвы. В качестве критериев зонирования использовались следующие факторы:

- *ландшафтный* (структура и особенности ландшафтного строения);
- *гидрологический* (водоемы и водотоки, в первую очередь, естественные, осушительные системы, болотные массивы, гидрологический режим);
- *биотопический* (редкие биотопы в соответствии с Директивой ЕС о местообитаниях);
- *созологический* (местообитания видов растений и животных с охраняемым статусом в Европе и/или на региональном уровне);
- *эксплуатационный* (пограничный режим, функционирование природоохранного учреждения, лесничеств, сельскохозяйственных организаций, формы традиционного землепользования);
- *пространственный* (квартальная сеть, дороги и другая линейная инфраструктура, населенные пункты и т.д.).

Это позволило трансграничную ООПТ «Чяпкеляй-Котра» разделить на пять зон управления, которые плавно переходят от природного ядра (верхового болота) к окраинам охраняемого трансграничного комплекса и отличаются предлагаемым режимом.

Другая группа предлагаемых мероприятий связана с развитием туристической инфраструктуры и материальной базы туризма. В трансграничной ООПТ «Чяпкеляй-Котра» упор делается на развитие познавательного (экологического, природоохранного) туризма. Для этого необходима туристическая инфраструктура – визит-центры, туристические маршруты (тропы), места отдыха и смотровые площадки.

На литовской стороне предлагается создать новый туристический маршрут для пеших и велотуристов «Мустейка-Погаренда-Марцинконис» (25 км), который частично (10 км) будет проходить по территории Чяпкеляйского природного заповедника и соединит его с туристической системой Дзукийского национального парка и визит-центром заповедника в селе Марцинконис. Также необходимо обновление действующей туристической инфраструктуры (учебной тропы и 2 смотровых площадок) на северо-западной окраине болота Чяпкеляй.

Развитие туристической инфраструктуры на территории ландшафтного заказника «Котра» включает в себя:

- развитие экологического и научного туризма, включая разработку экологических и краеведческих маршрутов, в частности 4 наземных маршрутов для пеших и велотуристов;

– создание эколого-просветительского центра (или визит-центра) в ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Котра» с необходимой инфраструктурой (включая интерактивную экспозицию и гостиничные номера) и оборудованием. Создание эколого-просветительского центра (или визит-центра) в поселке Первомайск на базе ГПУ значительно улучшит туристическую активность на территории ландшафтного заказника «Котра». Заказник будет располагать всеми возможностями для организации экологического и научного туризма. На экотуристических маршрутах туристы смогут познакомиться с уникальной природой Котранской пуши. Будет организован прокат лодок, велосипедов, палаток и др. туристического снаряжения, обеспечены комфортные условия в гостиничных номерах эколого-просветительского центра.

В настоящее время в южных окрестностях озера Красково функционирует оборудованная экологическая тропа, протяженностью ~1,5 км. На территории заказника «Котра» предлагается создать четыре новых туристических маршрута для пеших и велотуристов: «Моторка 1» (2,2 км), «Моторка 2» (3,5 км), «Катранская скарбы» (23,2) и «Волчьи Ямы-Иваче» (10,3). Возле этих маршрутов предлагается оборудовать 9 туристических стоянок.

В совместном плане управления трансграничной ООПТ «Чяпкеляй-Котра» также предлагаются *перспективные соединения* туристических маршрутов Дзукийского национального парка, Чяпкеляйского природного заповедника и ландшафтного заказника «Котра» с использованием бывших мостов через реку Котра.

Одна из важных задач совместного управления трансграничной ООПТ «Чяпкеляй-Котра» - укрепить сотрудничество в области мониторинга и исследовательской деятельности. Однако создание общей программы по мониторингу и научным исследованиям пока является трудно осуществимой задачей из-за различий в методиках мониторинга (наиболее сопоставимы методики мониторинга растений), квалификации исследователей (в Беларуси мониторинг проводят научные сотрудники, а в Чяпкеляйском заповеднике – сотрудники дирекции охраняемой территории), разного объема работ мониторинга и наблюдаемых видов. Поэтому усилия надо сосредоточить в первую очередь на обмене данными наблюдений и исследований, опытом и специалистами.

Для совместного управления трансграничным комплексом водно-болотных угодий «Чяпкеляй-Котра» особенно важен гидрологический мониторинг. Пока он проводится только на литовской стороне (Чяпкеляйском болоте и речке Мустейка), усилиями дирекции Чяпкеляйского природного заповедника и Центра исследований природы. Необходимо расширить сеть гидрологического мониторинга, чтобы она охватывала и реку Котра с притоками, так как нет достоверных гидрологических данных по верховью р. Котра, дающих точное представление о гидрологических процессах, происходящих на болотном комплексе Чяпкеляй-Котра и самой реки. Также необходимо организовать 3–4 пункта гидрологического мониторинга на главных притоках реки Котра в пределах заказника – в устье р. Скорбянка, в устье р. Моторка или/и на ручье Козлишка (Боханово) в юго-западном направлении от хутора Зуброво и обеспечить непрерывность гидрологических наблюдений, которые теперь ведутся на литовской стороне по научной программе Центра исследований природы.

В итоге сеть гидрометрических пунктов в заказнике «Котра», Чяпкеляйском заповеднике и Дзукийском национальном парке позволит получить полные гидрологические данные по всему трансграничному водно-болотному комплексу «Чяпкеляй–Котра» и оценить происходящие гидрологические процессы и изменения, планировать (моделировать) мероприятия по восстановлению гидрологического режима в заказнике «Котра» и определять уровень их эффективности.

Контроль состояния биоразнообразия охраняемых природных территорий в заказнике «Котра» важен не только с точки зрения его сохранения, но и для принятия эффективных мер по рациональному использованию растений и животных. Эти решения должны основываться на научно обоснованной оценке текущего состояния и основных тенденций в изменении числа видов и численности животных и растений.

Мониторинг биоты проводится по следующим направлениям:

- мониторинг диких животных, относящихся к объектам охоты;
- мониторинг видов животных и растений, включенных в Красную книгу и другие охранные списки;
- мониторинг среды обитания диких животных, относящихся к объектам охоты, а также включенным в Красную книгу;
- мониторинг редких биотопов.

С 2006 г. на территории республиканского ландшафтного заказника «Котра» организована и функционирует сеть комплексного мониторинга экосистем. Целью комплексного мониторинга экосистем (КЭМ) на территории заказника является контроль за состоянием биологического и ландшафтного разнообразия, информационное обеспечение принятия управленческих решений в области охраны и устойчивого целевого использования ресурсов заказника на основе оценки состояния природных экосистем, их динамики и прогноза развития.

Задачи КЭМ:

- контроль и качественная оценка состава и структуры экосистем заказника «Котра» (в разрезе их категорий);
- оценка состояния лесных экосистем заказника по совокупности критериев, основанных на биоиндикационных показателях;
- оценка состояния луговых и болотных экосистем ООПТ по совокупности критериев, основанных на биоиндикационных показателях;
- выявление основных угроз, оказывающие негативное влияние на состояние лесных экосистем заказника «Котра»;
- оценка эффективности режимов охраны и природопользования на территории указанного заказника;
- прогноз динамики состояния экосистем заказника «Котра» по результатам мониторинговых наблюдений;
- анализ флоры и фауны ООПТ, выявление мест произрастания и обитания видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь или подлежащих профилактической охране;
- выработка рекомендаций для принятия управленческих и проектных решений в отношении природных комплексов заказника «Котра»;
- создание информационных систем сбора, хранения, обработки, обобщения и передачи данных о состоянии экосистем ООПТ органам государственного управления, государственным природоохранным учреждениям, научным организациям, общественности и другим.

Локальная сеть пунктов наблюдения КЭМ заказника «Котра» состоит из 33 пунктов наблюдений, в том числе: в лесных экосистемах – 26 пунктов наблюдения (из которых 21 – в части растительного мира и 5 – в части животного мира), в луговых и болотных экосистемах – 3 пункта наблюдения (в части растительного мира); оценка степени проявления угроз экосистемам ООПТ оценивается на 4 мониторинговых маршрутах (по 2 в части растительного и животного мира).

Для проведения биологического мониторинга в заказнике «Котра» определены 7 видов растений и 25 видов животных, соответствующие показатели и методы учета, ориентированные на аналогичные исследования в Чяпкеляйском заповеднике, что позволит получать сравнимые данные и адекватно оценивать состояние экосистем всего водно-болотного комплекса.

Заключение

Содержание международного сотрудничества согласно разработанному плану управления трансграничного природного комплекса «Чяпкеляй - Котра» включает:

- координацию природоохранной деятельности трансграничной ООПТ «Чяпкеляй - Котра» через Координационный совет, проведение регулярных рабочих встреч и ежегодного совещания по подведению итогов работы ООПТ;
- постоянный обмен данными мониторинга биоты и гидрологических объектов, проведение исследований и инвентаризации биоты трансграничной ООПТ;
- создание общей геоинформационной системы (ГИС) трансграничной ООПТ и картографической базы;
- координацию исследовательской деятельности и слежения за природой (в т.ч. гидрологическим режимом), исследование миграционных путей животных, обмен специалистами, стажировки, совместные экспедиции, проведение мастер-классов (workshop) по методикам и методам сбора и обработки информации;
- проведение регулярных (1 раз в 3 года) международных научных конференций по трансграничной ООПТ и совместные публикации по результатам исследований;
- обмен опытом по разработке и реализации природоохранных мероприятий, в т.ч. по осуществлению биотехнических мероприятий, направленных на восстановление численности редких животных и минимизацию ущерба для субъектов хозяйствования от деятельности животных; по восстановлению и поддержанию в устойчивом состоянии редких и уязвимых биотопов ООПТ, по разработке и реализации системы мероприятий, направленных на борьбу с инвазивными видами растений;
- обмен опытом и сотрудничество по развитию экологического туризма и природоохранного просвещения, развитию туристической инфраструктуры и услуг;
- организацию и проведение обучающих семинаров для представителей органов государственного управления, субъектов туристической деятельности, средств массовой информации, экскурсоводов, гидов-переводчиков.

Список литературы

1. Национальный план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2016–2020 гг. Утвержден Постановлением СМРБ от 03.09.2015 г., № 743.
2. Юргенсон, Н.А. Трансграничные ООПТ и биосферные резерваты как инструмент интеграции экологической сети Республики Беларусь в Общеввропейскую экологическую сеть / Н.А. Юргенсон, Е.В. Шушкова, Е.А. Шляхич / Природные ресурсы. – 2012. – № 2. – С.112–118.
3. Yatsukhno, V. Transboundary nature protected areas forcing as a tool of the development of regional collaboration and tourism (fa case study Belarus – Lithuanian borderlands) / V. Yatsukhno, E. Davydik, G. Dudko // International Geographical Union Regional Conference “Changes, Responsibility”. Krakow, Poland, 18-22 August. 2014. Krakow. – P. 455-456.
4. От Марыхи до Котры: охраняемые природные территории Белорусско-Литовского пограничья (на русском и литовском языках). – Гродно: ООО «Нотис-Арт», 2014. – 70 с.

СПИСОК АВТОРОВ

В		Захаренко Т.В.	171
Bajkiewicz-Grabowska El.	68	Зиновьев А.А.	177
Ж		И	
Jeziarska-Thöle Aleksandra	72		
К		Ильина О. В.	183
Kirschenstein Małgorzata	78	К	
Kluba Mieczysław	72	Кадырова Э.М.	134
Р		Калюк В.А.	93
Rudnicki Roman	72	Климович Н.А.	42
А		Ковалева И.В.	246
Абрамова И.В.	87	Козорез А.И.	188
Азаренок Т.Н.	93	Коцун Б.Б.	195
Антонюк Е.К.	148	Коцун Л.А.	195
Б		Крутько Н.П.	115
Басов С.В.	108, 304	Кузьмишина И.И.	195
Белоус Н.Х.	115	Кушнер Н.Н.	299
Богдасаров М.А.	100	Л	
Бондарь К.В.	120	Лаевская Е.В.	200
Боровенко В.В.	58	Лаппо П.О.	205
Босак В.Н.	108	Логинов В.Ф.	16, 210
Буко И.Ю.	124	М	
Булак Т.В.	246	Маевски Марек	217
В		Мажайский Ю.А.	32
Войтюк В.П.	195	Маршалек Лукаш	222
Волкова Г.А.	65	Матрунчик Ю.В.	200
Волчек А.А.	3, 100	Матыченков Д.В.	93
Волчек Ан.А.	100, 128	Матыченкова О.В.	93
Воробьев П.Д.	171	Мельник В.И.	228, 235
Воробьева Е.В.	200	Мешик О.П.	42
Г		Микуцкий В.С.	16
Гаджиева С.Р.	134	Монтик С.В.	148
Глушко К.А.	139	Мороз М.Ф.	3
Головач А.П.	148	Мохова Е.В.	352
Голуб В.А.	152	Н	
Голуб Г.С.	152	Новосельцев В.Г.	58
Голуб С.Н.	152	О	
Гриб А.Д.	158	Опанасенко О.Н.	115
Грищенко М.Ю.	162	П	
Гройсман П.Я.	235	Партасенок И.С.	235
Грядунова О.И.	100	Пасичник М. П.	183
Гусева Т.М.	32	Пасичник Н. В.	183
Д		Пилипенко М.В.	192
Давыдик Е.Е.	328	Писарчук Н.М.	168
Дудко Г.В.	328	Поддубная О.В.	246, 252
Е		Поленчук Н.Н.	243
Еловичева Я.К.	168	Помендиева Е.Н.	269
З		Прилуцкая О.Е.	108
Залыгина И.А.	262	Прищепа А.Н.	256

Р		Тур А.В.	304, 309
Рафиева Х.Л.	134	Тур Э.А.	108, 304, 309, 313
Родцевич С.П.	115	Х	
Рустамова У.Н.	134	Халецкий В.А.	313
Рыбак В.А.	158	Хевук П.В.	128
Рябова Л.Н.	262	Ч	
С		Чередниченко Д.В.	171
Сац С.М.	65	Ш	
Селевич Т.А.	269	Шевкунова Л.В.	316
Сергиевич А.А.	299	Шибут Л.И.	93
Скрипчук М.П.	274	Шпак Г.Н.	274
Скрипчук П.М.	274	Шпарык Ю.С.	322
Смычник А.Д.	115	Шпока Д.А.	128
Соколов А.С.	279	Шульгина С.В.	93
Соколовская Я.А.	285	Я	
Стрельникова Л.М.	292	Ялковская Т.А.	49
Т		Яловая Н.П.	120, 313
Табальчук Т.Г.	210	Яновская И.Н.	322
Тищиков И.Г.	294	Яцухно В.М.	328
Трифорова Н.Г.	299		

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Волчек А.А., Мороз М.Ф. ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭКОЛОГИИ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА.....	3
Логинов В.Ф., Микуцкий В.С. ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОЦЕНОК ГЛОБАЛЬНОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	16
Мажайский Ю.А., Гусева Т.М. РЕЖИМЫ КОМПЛЕКСНОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ И ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ	32
Климович Н.А., Мешик О.П. МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ.....	42
Ялковская Т.А. ОБ ИТОГАХ РАБОТЫ БРЕСТСКОГО ОБЛАСТНОГО КОМИТЕТА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЗА 2015 ГОД И ЗАДАЧАХ НА 2016 ГОД.....	49
Новосельцев В.Г., Боровенко В.В. СОВРЕМЕННАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ НА КАФЕДРЕ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ В КОНТЕКСТЕ СОТРУДНИЧЕСТВА С ПРУП «БРЕСТОБЛГАЗ»	58
Волкова Г.А., Сац С.М. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ОБЛАСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....	65
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	
Elzbieta Bajkiewicz-Grabowska LAKE GEOECOSYSTEM AS AN INDICATOR OF NATURAL LAKE CHANGES	68
Kluba Mieczysław, Rudnicki Roman, Jezierska-Thöle Aleksandra ОБРАБОТКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ В ПОЛЬШЕ.....	72
Kirschenstein Małgorzata ZJAWISKA BURZOWE W PÓŁNOCNO-ZACHODNIEJ POLSCE.....	78
Абрамова И.В. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА РЕКИ ЯСЕЛЬДА.....	87
Азаренок Т.Н., Шульгина С.В., Матыченкова О.В., Шибут Л.И., Калюк В.А., Матыченков Д.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ТРАНСФОРМАЦИИ ОСУШЕННЫХ АГРОТОРФЯНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ	93
Богдасаров М.А., Волчек А.А., Волчек Ан.А., Грядунова О.И. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	100

Босак В.Н., Басов С.В., Тур Э.А., Прилуцкая О.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНО-ЭРОЗИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ КРУТОСКЛОНОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ГОМЕЛЬСКИЙ ДВОРЦОВО-ПАРКОВЫЙ АНСАМБЛЬ»	108
Белоус Н.Х., Родцевич С.П., Опанасенко О.Н., Крутько Н.П., Смычник А.Д. КОМПЛЕКСНЫЕ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЕ ДОБАВКИ, ПОВЫШАЮЩИЕ ВОДО- И СОЛЕСТОЙКОСТЬ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	115
Бондарь К.В., Яловая Н.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ АММОНИЯ ВО ВЛАЖНОМ БЕТОНЕ	120
Буко И.Ю. ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ПРИБРЕЖНЫХ ПОЛОС НА ВОДОЕМАХ И ВОДОТОКАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСИ	124
Волчек Ан.А., Хевук П.В., Шпока Д.А. ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ НУЖД ГОРОДА БРЕСТА	128
Гаджиева С.Р., Кадырова Э.М., Рустамова У.Н., Рафиева Х.Л. АКТУАЛЬНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ЗАГРЯЗНЕННЫМИ ВОДАМИ	134
Глушко К.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФИЛЬТРАЦИИ ТАЛЫХ ВОД ПРИ ПЕРЕМЕННОМ УРОВНЕ ГРУНТОВЫХ ВОД И ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНИКАХ	139
Головач А.П., Монтик С.В., Антонюк Е.К. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАХОВАНИЯ В ЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	148
Голуб В.А., Голуб С.Н., Голуб Г.С. ДЕФЛЯЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ	152
Гриб А.Д., Рыбак В.А. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧНОСТИ РЕСУРСОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ	158
Грищенко М.Ю. ДЕШИФРИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ТЕПЛОВЫМ КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ С РЕСУРСНЫХ СПУТНИКОВ	162
Еловичева Я.К., Писарчук Н.М. ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА МЕЖЛЕДНИКОВЫХ ЭПОХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 800 ТЫС. ЛЕТ	168
Захаренко Т.В., Чередниченко Д.В., Воробьев П.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ ТОКСИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, АДСОРБИРОВАННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ХЛОРИДА НАТРИЯ	171
Зиновьев А.А. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ПОЛОВОДЬЯ НА РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ	177

Ильина О. В., Пасичник М. П., Пасичник Н. В. ЛИМНОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ОХНИЧ, УКРАИНСКОЕ ПОЛЕСЬЕ	183
Козорез А.И. РЕВАЙЛДИНГ – КАК МЕХАНИЗМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	188
Кузьмишина И.И., Коцун Л.А., Войтюк В.П., Коцун Б.Б. ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ НОВОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕРРИТОРИИ В МАНЕВИЧСКОМ РАЙОНЕ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ (УКРАИНА)	195
Лаевская Е.В., Воробьева Е.В., Матрунчик Ю.В. РЕСУРСЫ ОАО “БЕЛАРУСЬКАЛИЙ” ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ.....	200
Лаппо П.О. ОПЕРАТИВНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МЕЗОМАСШТАБНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ WRF-ARW. РЕАЛИЗАЦИИ СЧЕТА В ГИДРОМЕТЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	205
Логинов В.Ф., Табальчук Т.Г. СВЯЗЬ БАРИКО-ЦИРКУЛЯЦИОННОГО РЕЖИМА В ЕВРОПЕ И ТЕМПЕРАТУР БЕЛАРУСИ	210
Маевски Марек РАЗВИТИЕ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАННЕМ СРЕДНЕВЕКОВЬЕ (НА ПРИМЕРЕ ДВУХ РАЗРЕЗОВ В РАЙОНЕ ОЗЕРА ЯСЕНЬ).....	217
Маршалек Лукаш ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАВСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ТУРИЗМА.....	222
Мельник В.И. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	228
Партасенок И.С., Мельник В.И., Гройсман П.Я. ПОВТОРЯЕМОСТЬ ЦИКЛОНОВ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКАХ БЕЛАРУСИ.....	235
Поленчук Н.Н. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	243
Поддубная О.В., Ковалева И.В., Булак Т.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ПРИЕМОВ И ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	246
Поддубная О.В., Мохова Е.В. БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИГМЕНТОВ В ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМАХ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ	252
Прищепка А.Н. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АГРОСФЕРЫ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ УРБОСИСТЕМ	256

Рябова Л.Н., Залыгина И.А. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	262
Селевич Т.А., Помендиева Е.Н. СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ПРУДОВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ Г. БОБРУЙСКА	269
Скрипчук П.М., Шпак Г.Н., Скрипчук М.П. ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ	274
Соколов А.С. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ БЕЛАРУСИ.....	279
Соколовская Я.А. ГРОЗЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ: УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПРОГНОЗ.....	285
Стрельникова Л.М., Пилипенко М.В. СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	292
Тишиков И.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСККУСТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ВОДОТОКОВ	294
Трифонова Н.Г., Кушнер Н.Н., Сергиевич А.А. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЛИГОНА ТКО Г.БРЕСТА	299
Тур Э.А., Басов С.В., Тур А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИХ СТЕКЛОШАРИКОВ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	304
Тур Э.А., Тур А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ПЛЁНКООБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РЕЦЕПТУР ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ ЭКОЛОГИЧНЫХ ФАСАДНЫХ КРАСОК	309
Халецкий В.А., Яловая Н.П., Тур Э.А. ФАСАДНЫЕ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СИЛИКОНОМ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	313
Шевкунова Л.В. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОХРАНОЙ И РАЦИОНАЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	316
Шпарык Ю.С., Яновская И.Н. МЁРТВАЯ ЛЕЖАЩАЯ ДРЕВЕСИНА БУКОВОГО ПРАЛЕСА УКРАИНСКИХ КАРПАТ	322
Яцухно В.М., Давыдик Е.Е., Дудко Г.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛОРУССКО-ЛИТОВСКОГО ПОГРАНИЧЬЯ.....	328
СПИСОК АВТОРОВ	334

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

**Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции**

Часть I

6-8 апреля 2016 г.

Текст печатается в авторской редакции

Ответственный за выпуск: Волчек А.А.
Редактор: Боровикова Е.А.
Компьютерный набор: Зубрицкая Т.Е.
Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.
Корректор: Будник О.А., Игнатюк Т.Н.

Издательство БрГТУ.

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.

Подписано в печать 28.03.2016 г. Гарнитура «Arial».
Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка». Заказ № 208.
Уч. изд. л. 21,25. Усл. печ. л. 19,76. Тираж 75 экз.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования
"Брестский государственный технический университет".
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

ISBN 978-985-493-359-7



9 789854 933597