

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

УДК 556.18:556.121.2:556.131.12(476)

МЕШИК
Олег Павлович

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОВЛАГОРЕСУРСОВ
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.23.16 «Гидравлика и инженерная гидрология»

Минск, 2009

Работа выполнена в Учреждении образования «Брестский государственный технический университет»

Научный руководитель – **Валуев Владимир Егорович**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Учреждения образования «Брестский государственный технический университет»

Официальные оппоненты: **Лихацевич Анатолий Павлович**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, главный научный сотрудник Республиканского научного дочернего унитарного предприятия «Институт мелиорации»

Вихров Владимир Иванович кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства Учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Оппонирующая организация – **Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси»**

Защита состоится «20» марта 2009 г. в 15⁰⁰ час. на заседании совета по защите диссертаций Д 02.05.10 при Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) по адресу: 220013, г. Минск, пр. Независимости, 65, корп. 1, ауд. 202; тел. / факс ученого секретаря (017) 265 97 29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке БНТУ.

Автореферат разослан «18» февраля 2009 г.

Ученый секретарь совета Д 02.05.10 по защите диссертаций, кандидат технических наук, доцент



Л.В.Нестеров

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В результате хозяйственной деятельности расширяется состав пользователей естественными тепловлагоресурсами, возрастает необходимость учета антропогенных факторов в структурных изменениях теплового и водного балансов больших территорий. При проектировании водохозяйственных мероприятий важно оценить трансформации тепловлагоресурсов локальных участков земель под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов. Качественная и количественная оценка тепловлагоресурсов, находящихся в состоянии сложных взаимодействий, является комплексной задачей, решаемой при использовании адаптированных к местным условиям балансовых методов, прикладных рабочих методик и расширенных баз данных, позволяющих учесть современные тенденции и пространственно-временную изменчивость балансовых характеристик. При отсутствии и/или недостаточности специальных экспериментальных данных, используемых в инженерном проектировании, должны быть разработаны и усовершенствованы методики их аналитических расчетов, отличающиеся высокой точностью конечных результатов и возможностью оперативной оценки тепловлагоресурсов по имеющимся массовым данным за различные, включая суточные, интервалы времени.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами

Диссертационная работа связана с темами, выполненными по заданиям Министерства образования Республики Беларусь, результаты исследований включены в отчеты: «Количественная оценка тепловлагоресурсов сельскохозяйственной зоны Беларуси, их рациональное и безопасное использование», № 19961016, 1994–1996 гг.; «Теоретические основы реконструкции, переустройства, разукрупнения и технической эксплуатации существующих в условиях Полесья гидромелиоративных систем при формировании многоукладной экономики», № 19991148, 1997–1999 гг.; «Комплексные исследования агроклиматических и эколого-хозяйственных характеристик сельхозугодий Беларуси с разработкой серии карт для землепользователей» № 20031328, 2003–2005 гг. Научные исследования по теме диссертации выполнялись по гранту № Х00М-126 БРФФИ «Методология картографирования агроклиматических характеристик Беларуси (с созданием серии карт, информационным и научно-техническим сопровождением)», № 2003126, 2001–2004 гг. Результаты диссертационных исследований использованы при выполнении работы «Провести исследования и разработать методы определения снеговых нагрузок, определить нормативные снеговые нагрузки на конструкции зданий и сооружений. Разработать рекомендации по назначению нагрузок от снегового покрова» по заданиям Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, БелНИИС, № 2007689, 2006–2007 гг.

Цели и задачи исследования

Целью диссертационной работы является разработка и усовершенствование методик расчета характеристик естественных тепловлагоресурсов, используемых в проектировании водохозяйственных мероприятий на территории Беларуси.

Основными задачами диссертационной работы являются:

— создание банка характеристик гидролого-климатических условий и тепловлагоресурсов Беларуси, включающего данные по режиму увлажнения (атмосферным осадкам, снежному покрову, влажностям воздуха и почвы, дефицитам влажности воздуха), теплообеспеченности и термическим ресурсам (радиационным характеристикам климата, турбулентному теплообмену приземной атмосферы, температурам воздуха и почвы, суммам накопленных температур воздуха), циркуляционным факторам (атмосферному давлению и ветру), стихийным гидрометеорологическим явлениям;

— комплексная качественная и количественная оценка естественных тепловлагоресурсов (с использованием экспериментальных данных) при учете особенностей их формирования на территории Беларуси;

— разработка методик аналитических расчетов тепловлагоресурсов для случаев отсутствия и/или недостаточности экспериментальных данных;

— пространственно-временное обобщение измеренных и рассчитанных показателей тепловлагоресурсов, их структурный анализ, оценка вклада антропогенной составляющей в режим естественной тепловлагообеспеченности;

— картографирование средних многолетних месячных и годовых значений атмосферных осадков, сумм накопленных температур воздуха, максимально возможного испарения, дефицитов влажности воздуха, влажности метрового слоя почвы, абсолютных суточных максимумов атмосферных осадков, абсолютных максимумов и минимумов температур воздуха; анализ и сравнение разработанных карт, предлагаемых для практического применения проектным и эксплуатационным водохозяйственным организациям;

— разработка структуры мелиоративного мониторинга, установление функций управления качеством использования тепловлагоресурсов в условиях мелиоративных систем Беларуси;

— практическое внедрение полученных результатов.

Объектом исследований являются тепловлагоресурсы Беларуси и их составляющие (атмосферные осадки, радиационные характеристики климата, максимально возможное испарение, почвенно-гидрологические константы (влагоемкости) и др.). *Предметом исследования* являются количественные оценки и закономерности пространственно-временного распределения величин составляющих тепловлагоресурсов на территории Беларуси.

Положения, выносимые на защиту

1. *Впервые полученные для территории Беларуси результаты оценки синхронности колебания годовых и месячных величин атмосферных осадков, позволившие выполнить районирование исследуемой территории по синхронности выпадения атмосферных осадков, подтвердить ведущую их роль как гидролого-климатического фактора в почвообразовательном процессе, предложить использовать фактор синхронности при районировании территории Беларуси по снегозапасам и снеговым нагрузкам, в том числе на здания и сооружения водохозяйственных объектов.*

2. *Усовершенствованная методика количественной оценки атмосферных осадков*, позволяющая получать при отсутствии / недостаточности экспериментальных данных месячные и годовые нормы осадков в любой географической точке (на водохозяйственной системе) с ошибками, не выходящими за пределы инструментальных измерений, а также разработанная для территории Беларуси методика, позволяющая получать суточные значения атмосферных осадков.

3. *Усовершенствованные методики расчетов теплоэнергетических ресурсов климата Беларуси (радиационного баланса и его положительной составляющей, турбулентного теплообмена приземной атмосферы) и их водного эквивалента – максимально возможного испарения*, отличающиеся высокой точностью результатов и возможностью оперативной оценки затрат тепла на суммарное испарение с земной поверхности, их оптимизации за годовые, месячные, декадные, суточные интервалы времени.

4. *Методики аналитической оценки почвенно-гидрологических констант (влагоемкостей) дерново-подзолистых почв Беларуси (максимальной гигроскопичности, влажности устойчивого завядания, влажности разрыва капиллярных связей, наименьшей влагоемкости, полной влагоемкости)*, позволяющие выполнять оценку констант: на основе их взаимосвязей; послойно в границах однометрового почвенного профиля; в характерных слоях почвы (0-30 см, 0-50 см, 0-100 см); по параметрам, характеризующим гранулометрический состав почв (процентному содержанию фракций различных размеров).

5. *Результаты оценки современных трансформаций тепловлагоресурсов с анализом антропогенной составляющей в структуре тепловодобалансовых показателей*, позволившие установить статистическую значимость изменений режимов гидролого-климатических характеристик Беларуси (атмосферных осадков, температур воздуха, суммарного испарения) за последнее тридцатилетие (1975–2004 гг.) и определить роль антропогенных процессов, в частности, широкомасштабных осушительных мелиораций, в совокупности с общепланетарными факторами, воздействующими на климатические условия исследуемой территории.

Личный вклад соискателя

Из 31 цитируемой работы, опубликованной по теме диссертации, 24 подготовлены в соавторстве. В этих работах соискателем осуществлены сбор, подготовка, обработка и анализ используемой информации. Им разработаны и реализованы методики, вошедшие в диссертационную работу.

Апробация результатов диссертации

Результаты диссертационной работы докладывались на 27 научных конференциях, основные из них: Международная научно-практическая конференция по проблемам водохозяйственного, промышленного и гражданского строительства и экономико-социальных преобразований в условиях рыночных отношений (г. Брест, 1998 г.); Международная конференция «Научные аспекты рационального использования природных ресурсов» (г. Брест, 1998 г.); Международная научно-практическая конференция «Проблемы мелиорации и водного хо-

зяйства на современном этапе» (г. Горки, 1999 г.); IV Международная научно-техническая конференция «Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов» (г. Гродно, 2000 г.); Международная научная конференция «Научные и прикладные аспекты изменений климата и использования климатических ресурсов» (г. Минск, 2000 г.); Международная конференция «Экологические проблемы больших городов и промышленных зон» (г. Санкт Петербург, 2000 г.); Международная научно-производственная конференция «Современные проблемы землеустройства и земельного кадастра» (г. Горки, 2000 г.); Международная научно-практическая конференция «Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе» (г. Горки, 2001 г.); Международная научная конференция «Прыроднае асяроддзе Палесся: сучасны стан і яго змены» (г. Брест, 2002 г.); II и IV Международная научно-практическая конференция «Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий» (г. Гомель, 2000 и 2002 гг.); II Республиканская научно-практическая конференция «Антропогенная динамика ландшафтов и проблемы сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия» (г. Минск, 2004 г.); Международная научная конференция «Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии» (г. Минск, 2005 г.); II и III Международный экологический симпозиум «Региональные проблемы экологии: пути решения» (г. Полоцк, 2005 и 2006 гг.); III Международная научная конференция «Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця» (г. Брест, 2006 г.); Международная научно-практическая конференция «Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и перспективы» (г. Минск, 2007 г.); Международная научно-практическая конференция «Система управления экологической безопасностью» (г. Екатеринбург, 2007 г.); V Symposium Environmental Effects on Building and People – actions, influences, interactions, discomfort (Poland, 2007).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 9 научных статей, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь. В том числе, 7 работ подготовлено в соавторстве. Общий объем публикаций составляет 4,2 авторских листа.

Общее количество других опубликованных работ – 39, в том числе: монографий (в соавторстве) – 2, депонированных статей – 1, материалов конференций – 23, тезисов докладов – 11, нормативно-технических документов – 1, методических указаний – 1. В рецензируемых изданиях опубликовано 15 работ. Общее количество страниц опубликованных материалов – 427.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, библиографического списка (219 наименований, в том числе 31 авторской публикации), шести приложений. Полный объем диссертации составляет 269 страниц, в том числе: 65 иллюстраций на 38 страницах, 50 таблиц на 22 страницах, библиографический список на 16 страницах, 92 страницы приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В первой главе, «Изученность гидролого-климатических условий, методы их исследований и тепловоднобалансовых расчетов для проектирования водохозяйственных мероприятий на территории Беларуси», дается классификация тепловлагоресурсов. В группе водных ресурсов выделяются работы А.А. Волчека, А.Г. Гриневиц, В.В. Дрозда, М.Ю. Калинина, В.Т. Климкова, И.И. Кирвеля, А.Н. Колобаева, Э.И. Михневича, А.М. Пеньковской, В.Н. Плужникова, В.П. Рогуневича, В.С. Усенко, Б.В. Фашевского и др. Водный режим мелиорированных земель подробно рассматривается в трудах А.П.Лихацевича, В.И.Вихрова. В группе ресурсов тепла наиболее значимы работы М.И. Будыко, К.Я.Кондратьева, И.В.Карнацевича и др. Методы водного и теплоэнергетического балансов подробно разработаны В.С.Мезенцевым, В.Ф.Шебеко, А.Г.Булаво, М.Г.Голченко и др.; на дальнейшее их развитие нацелена теоретическая часть диссертации. Востребованы новейшие научные труды А.П.Лихацевича, А.С.Мееровского, Н.К.Вахонина и др., посвященные современным принципам мелиораций и использования земель. Особую значимость при оценке антропогенной составляющей имеют исследования Н.Н.Бамбалова, И.И.Лиштвана, В.Ф.Логинова, В.М.Яцухно и др.

Отмечается, в целом, достаточно хорошая гидролого-климатическая изученность исследуемой территории. Однако обеспеченность (в комплексе) исходными данными, необходимыми для инженерного проектирования недостаточна. Планирование мелиоративных, водохозяйственных мероприятий может осуществляться за пределами обслуживания действующих метеостанций. В настоящей работе средние многолетние значения исследуемых характеристик тепловлагообеспеченности в любом расчетном пункте Беларуси – $\bar{M}_j = f(\varphi_j; \lambda_j; h_j; t_j)$ устанавливаются, при недостаточности / отсутствии экспериментальных данных, в функции от его координат (φ_j - широта, λ_j - долгота, h_j - высота пункта) и ординаты времени (t_j). Обозначается проблема корректного установления средних многолетних значений (норм) используемых в расчетах тепловоднобалансовых характеристик. Например, нормы атмосферных осадков, по различным авторам и источникам, отличаются практически до 200 мм в год, что, в итоге, чревато грубыми просчетами при решении проектных мелиоративных и водохозяйственных задач. Разработка и совершенствование гидромелиоративных режимов осуществляется с использованием созданной информационно-методической базы и соответствующего научного сопровождения.

Во второй главе, «Атмосферные осадки – основной источник в формировании водных ресурсов», исследована цикличность колебаний атмосферных осадков за период 1945–2001 гг. по 50 метеостанциям. Нормированные разностные интегральные кривые и кривые скользящих 5-летних средних представлены на рисунках 1 и 2. Оценку климатических норм осадков рекомендуется осуществлять по 43-летнему периоду (1951–1993 гг.), в границах которого установлена однородность статистических характеристик при 5 и 10%-ном уровне значимости (по критерию Колмогорова). Пространственное обобщение осадков проводится по 15-летнему периоду (1951–1965 гг.) и данным 124 пунктов наблюдений.

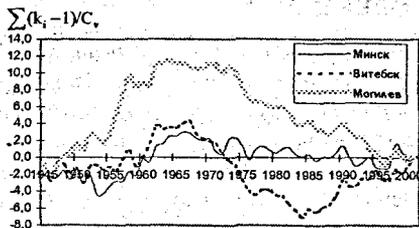


Рисунок 1 - Нормированные разностные интегральные кривые годовых сумм атмосферных осадков для ряда пунктов Беларуси

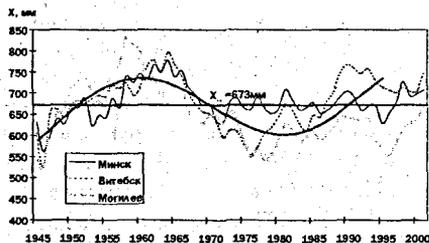


Рисунок 2 - Кривые скользящих средних 5-ти летних сумм атмосферных осадков для ряда пунктов Беларуси

Исследование изменчивости (C_v) пространственно-временного распределения годовых и месячных сумм осадков указывает на ее снижение при увеличении периода осреднения. В сравнение с временной, пространственная изменчивость значительно выше. Величины (C_v) годовых сумм осадков возрастают на территории Беларуси по направлению с северо-запада на юго-восток (0,14-0,25), в отдельные сезоны значения (C_v) варьируются от 0,17 до 0,27 в теплый период, месячные величины (C_v) возрастают до 0,34-0,80. Статистическая структура полей атмосферных осадков непостоянна в течение года, что установлено при анализе пространственных корреляционных функций $r=f(\rho_h)$. Поля изокоррелят атмосферных осадков (рисунок 3) указывают на их анизотропность (наибольшую – в апреле, мае; наименьшую – в июне, июле, ноябре и в целом за год), что согласуется с фактическими данными по переносу воздушных масс Л.П. Кузнецовой.

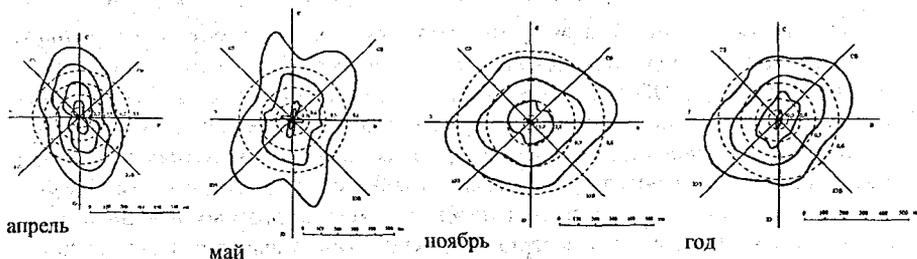


Рисунок 3 - Поля изокоррелят атмосферных осадков

Выявлена синхронность колебания годовых и месячных величин осадков, территория Беларуси районирована по данному признаку. Районирование территории по синхронности выпадения осадков в июне представлено на рисунке 4. Количество районов изменяется в течение года (таблица 1). Обнаруживается связь границ районов с границами почвенных районов и районов с различной степенью эродированности почв. «Пятнистость» выпадения атмосферных осадков априори согласуется с пестротой почвенного покрова, его генезисом.

Массовую количественную оценку норм атмосферных осадков в любой географической точке Беларуси предлагается осуществлять по функции $X=f(\varphi, \lambda, h)$

$\bar{X}_j = \alpha_{0j} + \alpha_{1j} \cdot \varphi + \alpha_{2j} \cdot \lambda + \alpha_{3j} \cdot h + \alpha_{4j} \cdot \varphi^2 + \alpha_{5j} \cdot \lambda^2 + \alpha_{6j} \cdot h^2 + \alpha_{7j} \cdot \varphi \lambda + \alpha_{8j} \cdot \varphi h + \alpha_{9j} \cdot \lambda h$, мм, (1)
 где φ , λ - широта, долгота расчетного пункта, принимаемые относительно Минска, км; h - абсолютная отметка поверхности земли в расчетном пункте, м; $\alpha_{0j} - \alpha_{9j}$ - коэффициенты частных уравнений регрессии.



Таблица 1 - Количество районов синхронного выпадения атмосферных осадков на территории Беларуси

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7
Районы, штг	31	31	19	27	39	34	42

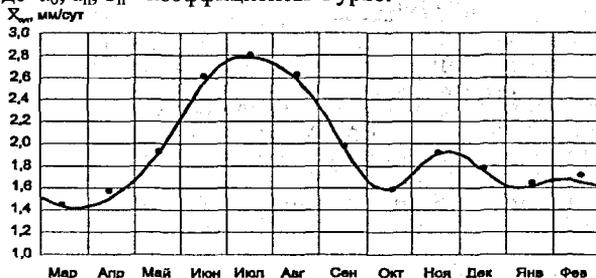
Месяцы	8	9	10	11	12	Год
Районы, штг	46	40	25	31	39	37

Рисунок 4 - Схема районирования территории Беларуси по синхронности выпадения атмосферных осадков в июне

Для решения прикладных гидромелиоративных и других водохозяйственных задач на основе среднесуточных величин осадков ($\bar{X}_{сут}$), предлагается использовать их значения, полученные разложением аппроксимирующей функции в ряд Фурье (рисунок 5)

$$f(X) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cdot \cos nX + b_n \cdot \sin nX) \quad (2)$$

где a_0, a_n, b_n - коэффициенты Фурье.



на рисунке 5 точками отражены значения среднесуточного количества осадков в привязке к точному их ходу

Рисунок 5 - Среднесуточное количество осадков ($\bar{X}_{сут}$, мм/сут) на территории Беларуси

Методом Монте-Карло разыгрывается распределение во времени периодов с осадками и без осадков, для чего используются полученные помесечные данные о количестве этих периодов и их продолжительности. Суммарное количество выпавших атмосферных осадков ($X_{j-пер}$) при имитационном моделировании определяется по системе формул с учетом соответствующих поправок. Теоретические функции распределения используются при моделировании сумм осадков различной обеспеченности в увязке с необходимостью реализации задач управления водным балансом / режимом мелиорируемых земель.

В третьей главе, «Теплоэнергетические ресурсы, участвующие в теплообмене на земной поверхности», исследованы теплоэнергетические ресур-

сы процесса суммарного испарения. Для расчетного периода (i) по В.С. Мезенцеву уравнение имеет вид

$$LZ_{mi} = R_i^+ + P_i^+ \pm \Delta B_i \pm \Delta LZ_{mi}, \quad (3)$$

где $L=2,514 \text{ мДж/м}^2=0,06 \text{ ккал/см}^2$ - скрытая теплота испарения; Z_{mi} - водный эквивалент теплоэнергетических ресурсов климата (максимально возможное испарение); R_i^+ - положительная составляющая радиационного баланса; P_i^+ - то же, турбулентного теплообмена; $\pm \Delta B_i$ - изменение теплозапасов деятельного слоя почвы; $\pm \Delta LZ_{mi}$ - расход (приход) тепла в результате фазовых переходов почвенной и поверхностной влаги.

Расход тепла в зимний период определяется с учетом предлагаемой рабочей зависимости, при $r=0,76 \pm 0,05$, по определению суточного испарения снега

$$Z_{\text{сн}} = a_1 + a_2 \rho_{\text{сн}} + a_3 \frac{t}{v} + a_4 \frac{u}{v} + a_5 \frac{e_p}{v} + a_6 \frac{\rho_{\text{сн}}}{v} + a_7 t u + a_8 e_p \rho_{\text{сн}} + a_9 t \rho_{\text{сн}} + a_{10} u e_p + a_{11} u \rho_{\text{сн}}, \quad (4)$$

где $Z_{\text{сн}}$ - суточные величины испарения снега, мм; $\rho_{\text{сн}}$ - плотность снега, г/см³; t - среднесуточная температура воздуха, °С; u - скорость ветра, м/с; e_p - максимальная уругость водяного пара по температуре воздуха, мб; v - относительная влажность воздуха, %; a_1 - a_{11} - коэффициенты уравнения регрессии.

Сравнение рассчитанных по независимым данным и измеренных величин испарения снега (рисунок 6), в т.ч. опыт использования зависимости (4) в тепловоднобалансовых расчетах, свидетельствует о ее достаточной точности.

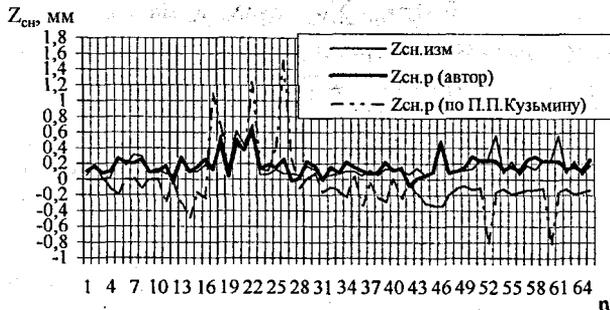


Рисунок 6 - График сравнения величин испарения снега ($Z_{\text{сн. изм}}$) и ($Z_{\text{сн. р}}$)

Недостаточность актинометрических данных не позволяет массово применять уравнение (3). В этой связи М.И. Будыко, В.С. Мезенцев, А.Р. Константинов, В.Ф. Шебеко, М.Г. Голченко, В.Е. Валуев, К.П. Березников, Г.В. Белоненко, И.В. Карнацевич и др. предложили методы и способы аналитической оценки составляющих теплоресурсов.

По материалам 88 актинометрических станций (территория СНГ), получены эмпирические связи годового радиационного баланса (R) и его положительной составляющей (R_i^+) с массовыми данными ($\Sigma t > 5^\circ\text{C}$ и $> 10^\circ\text{C}$; продолжительностью солнечного сияния). Уравнения сводятся к простому виду $Y = aX^b$, $Y = a + bX$. Степень тесноты связей $r = 0,83-0,99$. С учетом установленных показателей, по

формуле (3), определяются годовые нормы максимально возможного испарения ($Z_{m \text{ год}}$).

Месячные нормы (Z_{mi}) устанавливаются двумя способами: распределением годовых величин ($Z_{m \text{ год}}$) по месяцам, согласно выявленным закономерностям внутригодового хода максимально возможного испарения и величин его определяющих, или расчетом величин (Z_{mi}) по формуле (3) с интервалом времени (i)-месяц, при использовании региональных зависимостей для определения (R_i^+ , P_i^+ , $\pm \Delta B_i$, $\pm \Delta L Z_{mi}$), входящих в уравнение (3).

Внутригодовое распределение ($R_{\text{год}}^+$) и ($Z_{m \text{ год}}$) осуществляется по одному из семи, установленных ранее В.Е. Валуевым, типов. Внутригодовой ход величин (R_i^+) и (Z_{mi}) аппроксимирован кривой Гаусса (рисунок 7).

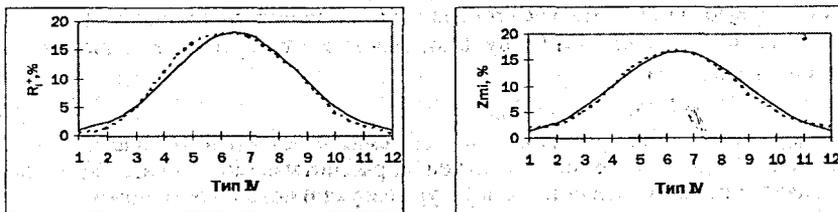


Рисунок 7 – Внутригодовое распределение величин (R_i^+) и (Z_{mi}) на территории Беларуси (пунктирная линия – табличное распределение по В.Е.Валуеву, сплошная линия – аппроксимация кривой Гаусса)

При расчете месячных норм (Z_{mi}) вторым способом используются усовершенствованные региональные зависимости А.А. Волчека. Учтена часть теплоэнергетических ресурсов, расходуемых на компенсацию потоков холода (отрицательной адвективной составляющей турбулентного теплообмена приземной атмосферы (P_{ai})), до 318-335 МДж/м² в год по Беларуси. Наибольшее количество тепла компенсации (P_{ai}) приходится на летние месяцы и увязывается с влажностью атмосферы ($W_{атм i}$, мм). Оценка месячных значений (P_{ai}) на территории Беларуси осуществляется по полученной зависимости

$$P_{ai} = 41,9(-0,54 + 0,084 W_{атм i}), \text{ МДж/м}^2, \text{ при } r = 0,98 \pm 0,01. (5)$$

Результаты расчетов декадных величин (Z_{mi}) по разработанным методикам и отдельным пунктам Беларуси за теплый период приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Средние многолетние декадные значения максимально возможного испарения (Z_{mi} , мм) для теплого периода на территории Беларуси

Метеостанция	апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Витебск	23	24	27	30	33	36	37	35	37	39	41	41	40	36	32	26	20	14	10	4	6
Минск	23	24	28	30	33	36	37	36	38	39	41	40	39	36	33	28	23	17	12	6	6
Брест	25	27	30	32	35	37	38	39	41	42	44	44	43	40	37	32	27	23	19	13	8

Для аналитической оценки части энергии Солнца, участвующей в непрерывных процессах теплообмена на уровне земной поверхности, предложена методика ее расчета за суточные интервалы времени. На первом этапе определяется суточная инсоляция (Q_s) при отсутствии земной атмосферы (Л.Т.Матвеев)

$$Q_i = \frac{2Q_0}{(r_i/r_0)^2} \left[t_{\text{в}} \sin \varphi \sin \delta_i + \frac{\Pi}{2\pi} \cos \varphi \cos \delta_i \sin \left(\frac{2\pi}{\Pi} t_{\text{от}} \right) \right], \text{ МДж/М}^2, \quad (6)$$

где Q_0 - солнечная постоянная; $r_0=149597870$ км - среднегодовое расстояние между Землей и Солнцем; r_i - расстояние между Землей и Солнцем в i -сутки, км; $t_{\text{от}}$ - момент восхода (захода) Солнца в i -сутки, час; $\Pi=24$ часа - продолжительность солнечных суток; φ - географическая широта местности, °; δ_i - геоцентрическое склонение Солнца в i -сутки, °.

Далее, по уравнениям связи находится коротковолновая радиация (Q_i)

$$Q_i = a + bQ_i', \quad \text{при } r = 0,997 \pm 0,001, \quad (7)$$

где $a = -1,542$, $b = 0,575$ - коэффициенты уравнения регрессии (для Минска).

Пространственная изменчивость параметров (а) и (b) незначительна, о чем свидетельствуют результаты расчета для пункта Василевичи (рисунок 8).

Затем, по уравнению М.И. Будыко, вычисляются суточные значения радиационного баланса

$$R_i = Q_i - R_{\text{отр}} - E_{\text{изф}}, \quad (8)$$

где $R_{\text{отр}}$ - отраженная радиация, определяемая через альbedo подстилающей поверхности; $E_{\text{изф}}$ - эффективное излучение, рассчитываемое по разработанным нами зависимостям в функции температур воздуха и поверхности почвы.

В итоге, находятся суточные значения максимально возможного испарения

$$Z_{\text{ми}} = a + bR_i, \quad \text{при } r = 0,99 \pm 0,001, \quad (9)$$

где $a = 0,50 - 0,99$; $b = 0,26 - 0,33$ - эмпирические коэффициенты.

График сравнения рассчитанных и полученных из среднемесячных значений ($Z_{\text{ми}}$) способом полиномиальной интерполяции среднесуточных значений максимально возможного испарения для Василевичей представлен на рисунке 9.

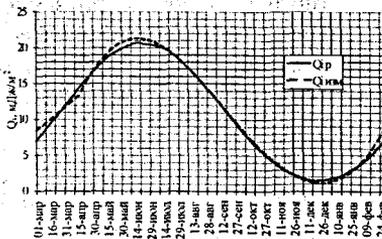


Рисунок 8 - График связи измеренных ($Q_{\text{изм}}$) и рассчитанных ($Q_{\text{р}}$) среднесуточных величин суммарной коротковолновой радиации в пункте Василевичи

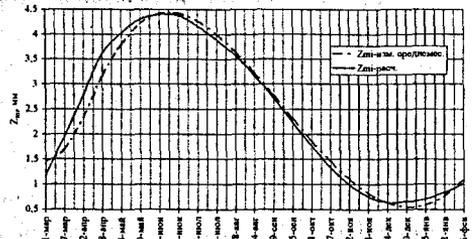


Рисунок 9 - График сравнения среднесуточных величин ($Z_{\text{ми}}$), полученных различными способами для пункта Василевичи

В четвертой главе, «Практические результаты комплексной оценки тепловлагоресурсов Беларуси при недостаточности гидролого-климатических данных», рекомендуются пути реализации практических задач на основе апробированных методик и комплекса полученных характеристик тепловлагоресурсов. В водном балансе мелиорируемых земель имеет место инфильтрация, которая рассчитывается по разработанной зависимости

$$J_1 = \frac{a_1 KX_i + a_2 (W_{i-1} / t_1^0) - a_3 W_{\text{нв}}}{h_{\text{угн}(i-1)}}, \text{ М}, \quad (10)$$

где KX_i - сумма атмосферных осадков за расчетный период, м; W_{i-1} - почвенные влагозапасы расчетного слоя на начало расчетного периода, м; t_1^0 - среднедекадная температура воздуха, °C; $W_{\text{нв}}$ - наименьшая влагоемкость почвогрунтов, м; $h_{\text{угн}(i-1)}$ - слой почвогрунтов до УГВ на начало расчетного периода, м; a_1, a_2, a_3 - эмпирические коэффициенты.

Результаты расчетов инфильтрации по уравнению (10) показывают высокую сходимость измеренных (п. Василевичи) и рассчитанных величин. Величина инфильтрации атмосферных осадков может превышать 100 мм/год.

Для случая недостаточности экспериментальных данных, предложены методики оценки почвенно-гидрологических констант (влагоемкостей) дерново-подзолистых почв (максимальной гигроскопичности - $W_{\text{мг}}$, влажности устойчивого завядания - $W_{\text{вз}}$, влажности разрыва капиллярных связей - $W_{\text{врк}}$, наименьшей влагоемкости - $W_{\text{нв}}$, полной влагоемкости - $W_{\text{пв}}$). Их оценка осуществляется: послойно в границах метрового почвенного профиля; в характерных слоях почвы (0-30см, 0-50см, 0-100см); по параметрам, характеризующим гранулометрический состав почв; по соответствующим взаимосвязям. Обоснована репрезентативная глубина взятия проб (установки влагомеров) ($h=35$ и 45 см) для целей описания влажностной картины метрового почвенного профиля. Практическое решение предопределяется наличием данных и требуемой точностью расчетов. В таблице 3 представлены сводные результаты по различным вариантам решений.

Таблица 3 - Результаты аналитической оценки основных почвенно-гидрологических констант по независимому разрезу №206 (Пружанский р-н Брестской обл.)

Слой (h_k), см	Вариант решения	Почвенно-гидрологические константы ($W_{[h_k]}$), мм			
		$W_{\text{мг}}$	$W_{\text{вз}}$	$W_{\text{нв}}$	$W_{\text{пв}}$
пахотный 0-30	эксп. данные	6,4	9,0	74,5	114,6
	1	6,0	8,7	52,8	86,3
	2	6,7	8,4	73,5	118,5
	3	3,9	5,8	64,7	117,2
корнеоби- таемый 0-50	эксп. данные	10,7	15,2	112,5	183,9
	1	10,1	15,3	80,7	143,4
	2	11,4	13,7	114,0	187,6
	3	10,6	14,8	104,0	187,7
деятель- ный 0-100	эксп. данные	20,2	27,0	174,6	348,3
	1	23,4	33,5	130,4	240,6
	2	24,0	39,9	192,3	360,5
	3	26,4	36,2	198,2	355,1

Результаты оценки измеренных и рассчитанных по программе «Атмосферные осадки» норм (формула 1) приведены в таблице 4 (ошибки в пределах $\pm 14\%$).

Обоснованы методы построения и составлены карты основных характеристик тепловлагоресурсов (36 шт.), которые используются в решаемых задачах.

Тренд-анализ позволил установить районы, наиболее подверженные влиянию погодных аномалий. На рисунках 10-11 приведены карты разностей ряда исследованных характеристик и их тренд-поверхностей. Карты хорошо увязываются с повторяемостью анализируемых стихийных явлений.

Таблица 4 - Сравнение измеренных ($\bar{X}_{изм}$) и рассчитанных ($\bar{X}_{расч}$) средних многолетних сумм атмосферных осадков с учетом поправки на ветровой недоучет на территории Беларуси, мм

Метеостанция	Параметры	Месяцы												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Витебск	$\bar{X}_{изм}$	53	47	49	43	60	76	100	88	68	56	64	55	759
	$\bar{X}_{расч}$	54	49	50	46	60	78	93	85	67	58	60	57	757
	$\delta, \%$	1,9	4,1	2,0	6,5	0	2,6	7,5	3,5	1,5	3,4	6,7	3,5	0,2
Минск	$\bar{X}_{изм}$	63	63	54	50	66	83	91	88	62	52	67	62	801
	$\bar{X}_{расч}$	61	56	52	50	67	84	95	90	63	56	68	63	802
	$\delta, \%$	3,3	12,5	3,8	0	1,5	1,2	4,2	2,2	1,6	7,1	1,5	1,6	0,1
Брест	$\bar{X}_{изм}$	43	47	47	43	56	82	77	77	52	45	47	45	661
	$\bar{X}_{расч}$	41	46	43	39	54	77	77	75	48	44	46	44	634
	$\delta, \%$	4,9	2,2	9,3	10,3	3,7	6,5	0	2,7	8,3	2,3	2,2	2,3	4,3

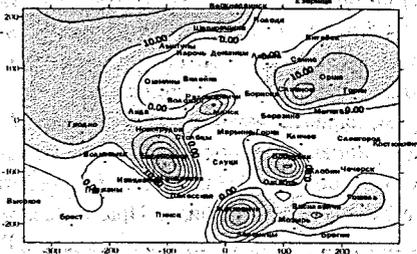


Рисунок 10 - Карта разности максимальных средних суточных сумм атмосферных осадков и линейной поверхности тренда, мм

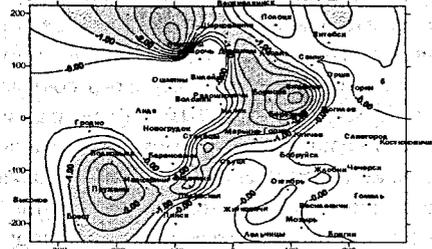
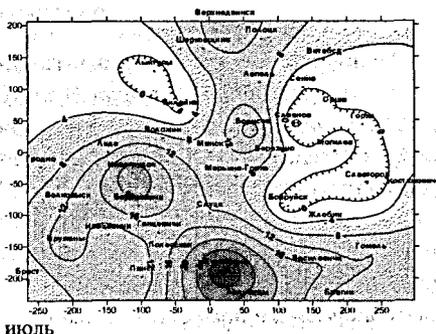
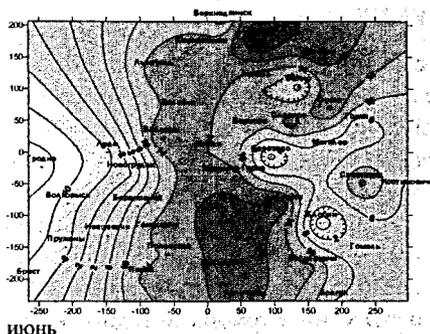


Рисунок 11 - Карта разности минимальной средней суточной температуры воздуха и линейной поверхности тренда, °C

В выделенных районах должны предусматриваться первоочередные комплексные защитные мероприятия, исключаящие, либо снижающие, негативное воздействие погодных аномалий на водохозяйственные объекты Беларуси.

Оценки вклада естественных и антропогенных факторов в режим увлажнения проведены по шестидесятилетним рядам наблюдений за атмосферными осадками с 1945 по 2004 гг. по 37 пунктам Беларуси. Ряды разбиты на два 30-летних периода: с 1945 по 1974 гг. – до активного влияния мелиоративного строительства на окружающую среду Беларуси и с 1975 по 2004 гг. – при стабильном функционировании построенных гидромелиоративных систем. Региональные различия в режимах формирования атмосферных осадков установлены во внутригодовом разрезе по картам разностей средних многолетних сумм осадков за 1975–2004 гг. и 1945–1974 гг. На рисунке 12 приведены характерные разности.

Учтено, что при интенсивном сельхозиспользовании мелиорируемых земель влажность воздуха увеличивается в первую половину лета и уменьшается во вторую. Максимальный прирост осадков (> 30 мм) имеет место в наиболее мелиорированной части Припятского Полесья (рисунок 12). В августе повсеместно осадки уменьшаются. Выявленные изменения статистически значимы и указывают на совокупное с общепланетарными факторами влияние широко-масштабных осушительных мелиораций на региональный климат Беларуси.



ИЮНЬ

ИЮЛЬ

Рисунок 12 – Разность средних многолетних сумм атмосферных осадков между периодами 1975-2004 гг. и 1945-1974 гг. на территории Беларуси, мм

Детально исследована юго-западная часть Беларуси. Установлена существенная трансформация термического режима, связанная с ростом зимних и весенних температур воздуха и теплого периода, в целом. Увеличились суммы накопленных температур воздуха $>10^{\circ}\text{C}$ (максимально на $96,3^{\circ}\text{C}$, 3,8%, в Пинске), сместились границы агроклиматических районов на расстояние около 40-50 км в направлении юго-запад – северо-восток. Повсеместно увеличилось суммарное испарение в целом за теплый период до 5,5%, в июне, июле до 7% (Пинск). Результаты согласуются с фактором мелиорированности исследуемой территории, увязываются с режимами естественной тепловлагообеспеченности.

Дефициты почвенных влагозапасов 75%-ной обеспеченности (таблица 5) снизились в среднем на 8%, за май-июль на 16 мм (от 2 мм – в Бресте до 26 мм – в Пинске), оросительные нормы – на 18 %. Смещение изолиний дефицитов почвенных влагозапасов за теплый период (до 50 км в том же направлении, что и тепловлагообеспеченности) представлено на рисунке 13.

Таблица 5 - Дефициты почвенных влагозапасов 75%-ной обеспеченности и их разности на исследуемой территории, мм

	Период	4	5	6	7	8	9	10	4-10
		Брест	1975-2004	44	50	47	41	37	25
	1945-1974	50	56	39	45	35	32	12	269
	разность	-6	-6	8	-4	2	-7	4	-9
Пужаны	1975-2004	40	41	37	33	32	15	9	207
	1945-1974	43	47	30	48	20	25	6	219
	разность	-3	-6	7	-15	12	-10	3	-12
Пинск	1975-2004	44	50	35	36	44	18	10	237
	1945-1974	51	51	50	46	36	37	5	276
	разность	-7	-1	-15	-10	8	-19	5	-39
Ганцешинский район	1975-2004	38	48	25	20	25	7	6	169
	1945-1974	43	42	40	33	16	17	3	188

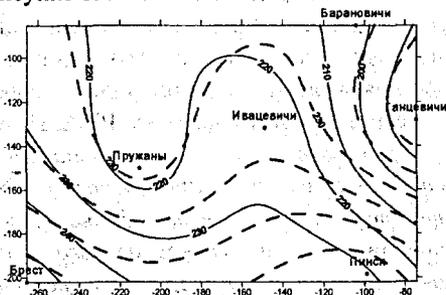


Рисунок 13 – Дефициты почвенных влагозапасов теплого периода 75 %-ной обеспеченности на территории Брестской области, мм: сплошная линия – 1975-2004 гг., пунктирная линия – 1945-1974 гг.

Использование показателей естественных тепловлагодобавочных ресурсов при разработке и совершенствовании режимов гидромелиораций на территории Беларуси осуществляется в рамках разработанной структуры мелиоративного мониторинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Впервые для территории Беларуси получены результаты, свидетельствующие о синхронности колебания годовых и месячных величин атмосферных осадков. Исследуемая территория районирована (от 19 до 46 районов в течение года) по установленному признаку. В июне очертания границ районов связаны с почвенным покровом, в том числе с эрозионно-опасными зонами. Синхронность выпадения атмосферных осадков в зимние месяцы предлагается учитывать при районировании территории Беларуси по накопленным снегозапасам и снеговым нагрузкам на здания и сооружения, в том числе водохозяйственных объектов [9–А].

2. Усовершенствована методика количественной оценки атмосферных осадков, включающая трехмерную нелинейную модель, которая позволяет, при отсутствии инструментальных данных, рассчитывать месячные и годовые нормы атмосферных осадков по функции их связи с географическими координатами и высотой местности. Ошибки расчета осадков не превышают 14 %. Предложена, для оценки суточных величин атмосферных осадков, методика имитационного моделирования, позволяющая получать любое количество реализаций выпадения осадков различной обеспеченности, в итоге, повысить точность разработки проектных гидромелиоративных режимов. Установлены характерные репрезентативные периоды, которые предлагается учитывать для оценки атмосферных осадков с целью решения прикладных гидромелиоративных и других водохозяйственных задач: 1975–2004 гг. (30 лет) – при инженерном проектировании, учитывая современные изменения климата, планируемый срок службы мелиоративных, водохозяйственных систем и их сооружений, а также рекомендации Всемирной метеорологической организации; 1951–1993 гг. (43 года) – для оценки климатических норм; 1951–1965 гг. (15 лет) – для исследования и оценки закономерностей пространственного распределения осадков по территории Беларуси [9–А, 10–А, 11–А].

3. Усовершенствованы методики расчетов теплоэнергетических ресурсов климата Беларуси (радиационного баланса и его положительной составляющей, турбулентного теплообмена приземной атмосферы) и их водного эквивалента – максимально возможного испарения. Разработанные расчетные зависимости позволяют оперативно, на основе массовых данных, получать годовые, месячные, декадные, суточные величины теплоэнергетических ресурсов и оценивать в динамике суммарное испарение с земной поверхности на мелиорируемых водосборах. Разработана зависимость для определения испарения с поверхности снега, дающая более точные результаты в сравнение с действующими методиками [3–А, 7–А].

4. Разработаны методики аналитической оценки основных почвенно-гидрологических констант (влазоемкостей) дерново-подзолистых почв Белару-

си (максимальной гигроскопичности, влажности устойчивого завядания, влажности разрыва капиллярных связей, наименьшей влагоемкости, полной влагоемкости), включающие оценку констант: на основе их взаимосвязей; сплошно в границах однометрового почвенного профиля; в характерных слоях почвы (0-30 см, 0-50 см, 0-100 см); по параметрам, характеризующим гранулометрический состав почв (процентному содержанию фракций различных размеров). Обоснованы репрезентативные глубины взятия проб (установки влагомеров) с целью оценки влажности расчетного почвенного профиля ($h=35$ и 45 см), позволяющие сократить объемы почвенно-мелиоративных изысканий до 50%, снизить материальные затраты, обеспечить для водохозяйственных задач точность расчетов в пределах $\pm 10\%$ (основных влагоемкостей) [5-А].

5. Разработана методология картографирования тепловоднобалансовых характеристик Беларуси для нужд мелиоративных, водохозяйственных организаций и сельхозпредприятий. Построенные карты предназначены для использования в практических прикладных расчетах и пространственно-временном обобщении исследуемых показателей. На основе тренд-анализа в структуре распределения атмосферных осадков по территории Беларуси выявлена глобальная, региональная и локальная составляющие. Установлено, что годовые суммы атмосферных осадков возрастают по направлению юго-запад – северо-восток с градиентом в пределах Беларуси около 90 мм. Наибольшие отклонения, до 60 мм от поверхности линейного тренда, наблюдаются в районах возвышенностей и согласуются с особенностями рельефа местности и вкладом региональных факторов в структуру распределения осадков [9-А].

6. Установлена статистически значимая трансформация режима выпадения атмосферных осадков за период 1975–2004 гг. по сравнению с периодом 1945–1974 гг. Отмечается практически повсеместное увеличение сумм атмосферных осадков в зимний период (до 20 мм). В начале и середине лета имеет место увеличение сумм осадков в центральной части Припятского Полесья (свыше 30 мм в районе Житковичей) и последующее их снижение в августе. Годовые суммы осадков увеличиваются практически по всей территории Беларуси, достигая наибольших разностей (свыше 60 мм) в районе Припятского Полесья и на северо-востоке Витебской области. Подтверждается вклад антропогенных факторов в выявленные изменения. Отмечается смещение границ агроклиматических районов Беларуси по условиям теплообеспеченности на 40-50 км по направлению юго-запад – северо-восток. Отмечаются более благоприятные для интенсификации сельхозпроизводства на мелиорируемых землях условия естественной теплолагообеспеченности в сравнение с периодом 1945–1974 гг. Дефициты почвенных влагозапасов 75 %-ной обеспеченности уменьшаются, что позволяет экономить оросительную воду (150-200 м³/га за сезон) и снижать сельхозиздержки [10-А, 11-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные результаты могут использоваться при решении прикладных гидромелиоративных и других водохозяйственных задач: аналитическая оценка составляющих тепловлагоресурсов – при разработке и совершенствовании различных вариантов рациональных эколого-безопасных режимов гидромелиораций; моделирование динамики почвенных влагозапасов – на стадии управления сооружениями мелиоративных систем [6–А]. Во внедрении результатов диссертационной работы заинтересованы проектные институты «Белгипроводхоз», «Полесьегипроводхоз», подразделения концернов «Белмелиоводхоз» и «Белгипрозем», сельскохозпредприятия, комитеты и инспекции по природным ресурсам и охране окружающей среды и др. Результаты диссертационной работы используются при подготовке инженеров для мелиоративного и водохозяйственного комплексов, в области экологии и охраны окружающей среды.

Результаты диссертации нашли отражение в действующем Пособии П1–98 к СНиП 2.01.14–83 [30–А] и используются при определении расчетных гидрологических характеристик.

По заказу Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды с использованием результатов диссертационной работы научно обоснована природоохранная зона СЭЗ «Брест» (*письмо о внедрении*). Детальный план СЭЗ «Брест» изменен путем перемещения центра зоны из между-речья рр. Лесная, Западный Буг северо-западнее Бреста, за пределы, восточнее города Бреста в район аэропорта. Результаты тепловоднобалансовых исследований послужили корректировке детального плана СЭЗ «Брест» и совершенствованию «Концепции развития СЭЗ «Брест» (проблемы окружающей среды при формировании СЭЗ «Брест» – 266.96-01.02ПЗ-2.7).

ГУП «Полесьегипроводхоз» использует разработанные методики аналитических расчетов почвенно-гидрологических констант дерново-подзолистых почв совместно с материалами изысканий при проектировании мелиоративных систем Белорусского Полесья (*акт внедрения*).

Разработанные карты используются ГУП «Брестмелиоводхоз» (*акт внедрения*) при обосновании планов водопользования, эксплуатационных режимов гидромелиораций, необходимости первоочередной реконструкции гидромелиоративных систем.

Материалы диссертации учтены при разработке рекомендаций по назначению нагрузок от снегового покрова на территории Республики Беларусь.

В учебный процесс в УО «Брестский государственный технический университет» при изучении студентами ряда дисциплин спец. 74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» внедрены: методики по аналитической оценке атмосферных осадков (*2 акта внедрения*); методики по аналитической оценке почвенно-гидрологических констант (*5 актов внедрения*); методика оценки инфильтрационного питания грунтовых вод (*акт внедрения*); алгоритм обоснования метода картографирования агроклиматических характеристик (*акт внедрения*).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монографии

1—А. Проблемы и гидролого-климатические аспекты экологической безопасности Беларуси. Гидролого-климатические основы автоматизации мелиоративных систем / П.В. Шведовский, В.Е. Валуев, А.А. Волчек, В.Г. Федоров, **О.П. Мешик**, В.В. Лукша, М.Ф. Мороз, В.Ю. Цилиндь // Эколого-социальные аспекты освоения водно-земельных ресурсов и технологий управления режимами гидромелиорации / П.В. Шведовский [и др.]. — Минск: Ураджай, 1998. — Гл. 1. — С. 9–95. — Гл. 5. — С. 176–213.

2—А. Волчек, А.А. Условия формирования водных ресурсов в бассейне р. Мухавец / А.А. Волчек, **О.П. Мешик**, М.Ю. Калинин // Мухавец: энциклопедия малой реки / А.А.Волчек [и др.].— Брест: Академия, 2006. — Гл. 1. — Разд. 1.1. — С. 5–48.

Статьи

3—А. Валуев, В.Е. Фазовые превращения атмосферных осадков на территории Беларуси в зимний период / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Вестник Брестского политехнического института. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. — 2000. — № 2(2). — С. 10–13.

4—А. **Мешик**, **О.П.** Исследование и моделирование инфильтрационного питания грунтовых вод на территории Белорусского Полесья / **О.П. Мешик** // Вестник Брестского политехнического института. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. — 2000. — № 2(2). — С. 13–17.

5—А. Валуев, В.Е. Взаимосвязь и аналитическая оценка почвенно-гидрологических констант / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Вестник Брестского политехнического института. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. — 2000. — № 2(2). — С. 26–30.

6—А. Валуев, В.Е., Моделирование динамики почвенных влагозапасов на стадии управления сооружениями мелиоративных систем / В.Е.Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Вестник Брестского политехнического института. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. — 2000. — № 2(2). — С. 30–35.

7—А. Валуев, В.Е. Внутригодовая динамика положительной составляющей радиационного баланса на территории Беларуси / В.Е. Валуев, **О.П. Мешик** // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. — 2001. — № 2(8). — С. 5–9.

8—А. Валуев, В.Е. Технические предпосылки мелиоративного мониторинга / В.Е. Валуев, **О.П. Мешик** // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. — 2001. — № 2(8). — С. 13–15.

9—А. Валуев, В.Е. Исследование синхронности колебаний атмосферных осадков и их математическое моделирование (на примере Беларуси) / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Гидрометеорология и экология. Ежекварталь-

ный научно-технический журнал. – Алматы: Мин-во охр. окруж. среды Республики Казахстан. Респ. гос. предпр. «Казгидромет», 2005. – № 2. – С.42–50.

10–А. **Мешик, О.П.** Трансформация режима выпадения атмосферных осадков на территории Беларуси / **О.П. Мешик, В.Е. Валуев** // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2005. – № 3(33). – С. 3–6.

11–А. **Мешик, О.П.** Влияние изменения климата на режимы гидромелиораций (на примере юго-западной части Беларуси) / **О.П. Мешик** // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2006. – № 2(38). – С. 5–10.

Материалы конференций

12–А. Валуев, В.Е. К вопросу установления границ природоохранных зон производственных комплексов / В.Е.Валуев, А.А.Волчек, **О.П. Мешик**, В.Ю. Циндиль // Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии: труды научн.-техн. конф., Гродно, 28–30 июня 1994 г.: в 2 ч. / Мин-во прир. рес. и охр. окр. среды Республики Беларусь; редкол.: А.И.Свириденко [и др.]. – Гродно, 1995. – Ч.1. – С. 327–334.

13–А. **Мешик, О.П.** Проблемы количественной оценки составляющих тепловлагоресурсов Беларуси / **О.П. Мешик** // Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды: труды Межд. научн.-практ. конф. Брест, 17–18 февр. 1998 г. / Брестский политехнический институт; редкол.: В.Е. Валуев [и др.]. – Биберах – Брест – Ноттингем: Центр Трансфера Технологий (ЦТТ), TEMPUS TACIS, 1998. – С. 73–83.

14–А. **Мешик, О.П.** Исследование и моделирование составляющих теплоэнергетических ресурсов климата Беларуси / **О.П. Мешик** // Рациональное использование природных ресурсов: труды Межд. конф., Брест, 20–22 окт. 1998 г. / Брестский политехнический институт; редкол.: В.Е. Валуев [и др.]. – Брест: Центр Трансфера Технологий (ЦТТ), 1998. – С. 40–50.

15–А. **Мешик, О.П.** Основы рационального использования тепловлагоресурсов Беларуси / **О.П. Мешик** // Рациональное использование природных ресурсов: труды Межд. конф., Брест, 20–22 окт. 1998 г. / Брестский политехнический институт; редкол.: В.Е. Валуев [и др.]. – Брест: Центр Трансфера Технологий (ЦТТ), 1998. – С. 103–106.

16–А. Валуев, В.Е. Опыт картографирования физико-географических характеристик Беларуси / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Рациональное использование природных ресурсов: труды Межд. конф., Брест, 20–22 окт. 1998 г. / Брестский политехнический институт; редкол.: В.Е. Валуев [и др.]. – Брест: Центр Трансфера Технологий (ЦТТ), 1998. – С. 106–115.

17–А. Валуев, В.Е. Аналитическая оценка почвенно-гидрологических констант дерново-подзолистых почв Беларуси / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Современные проблемы землеустройства и земельного кадастра: матер. Межд. научн.-произв. конф., посвящ 160-летию БГСХА, Горки, 21–23 сент. 2000 г. / БГСХА. – 2000. – С. 181–184.

18—А. Валуев, В.Е. Анализ временных рядов гидрометеозлементов на основе оптимизации аппроксимирующей функции / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Современные проблемы математики и вычислительной техники: труды регион. конф. молод. учен. и студ., Брест, 16–18 нояб. 1999 г. / Брестский политехнический ин-тут; редкол.: В.Г. Федоров [и др.]. — Брест, 2000. — С.111–114.

19—А. Валуев, В.Е. Оптимизация метеорологической сети и обоснование репрезентативного периода наблюдений за атмосферными осадками / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик**, В.Ю. Цилиндь // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: материалы областной научн.-техн. конф., Брест, 2001 г. / Брестский государственный технический университет; редкол. П.П. Строкач. — Брест, 2001. — С. 182–189.

20—А. **Мешик**, **О.П.** К вопросу рационального использования теплового ресурса Полесья / **О.П. Мешик** // Природное асяроддзе Полесья: сучасны стан і яго змены: матэрыялы Міжн. навук. канф., Брэст, 20–21 чэрв. 2002 г.: в 2 ч. / Адрз. праблем Полесья НАН Беларусі; рэдкал.: М.П.Ярчак [і інш]. — Брэст, 2002. — Ч. I. — С. 152–154.

21—А. Валуев, В.Е. О целесообразности проведения тренд-анализа в прогнозировании изменения природно-агроемелиоративных систем / В.Е. Валуев, **О.П. Мешик** // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий: мат. IV Межд. науч.-практ. конф., Гомель, октябрь 2002 г. / УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»; редкол.: А.Н. Кусенков [и др.]. — Гомель, 2002. — С. 30–31.

22—А. Волчек, А. Оценка локальной составляющей погодных аномалий на основе анализа поверхностей тренда / А. Волчек, **О. Мешик** // Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии: мат. Межд. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Г.В. Богомолова, Минск, 1–3 июня 2005 г. / НАН Беларусі; редкол.: Я.И. Аношко [и др.]. — Минск: ИГиГ НАН Беларусі, 2005. — Т. 2. — С. 225–227.

23—А. Валуев, В.Е. Климатические изменения и их последствия в режимах гидромелиораций на территории Брестской области / В.Е. Валуев, **О.П. Мешик** // Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и перспективы: мат. Межд. науч.-практ. конф., Минск, 20–22 марта 2007 г. / НАН Беларусі. — Минск: Институт мелиорации, 2007. — С. 60–64.

24—А. Волчек, А.А. Исследование трансформации режима выпадения атмосферных осадков на территории Беловежской Пущи / А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и перспективы: мат. Межд. науч.-практ. конф., Минск, 20–22 марта 2007 г. / НАН Беларусі. — Минск: Институт мелиорации, 2007. — С. 89–91.

25—А. Валуев, В.Е. Методологические аспекты использования естественных тепловлажностных ресурсов в мелиоративной отрасли Беларусі / В.Е. Валуев, **О.П. Мешик** // Система управления экологической безопасностью: мат. Межд. заочн. на-

уч.-практ. конф., Екатеринбург, 21–22 мая 2007 г. / УГТУ–УПИ; редкол.: Е.Р. Маргарил [и др.]. – Екатеринбург, 2007. – С. 67–70.

26–А. Tur, V. Ground Snow Loads in Belarusian Code / V. Tur, V. Valuev, S. Derechennik, O. Meshik // Environmental Effects on Building and People – actions, influences, interactions, discomfort: V Symposium; Kazimierz Dolny, Poland, October 24–27, 2007. – Lublin, 2007. – P. 73–79.

Тезисы докладов

27–А. Валуев, В.Е. Мониторинг и картографирование агроклиматических характеристик Беларуси / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Научные и прикладные аспекты оценки изменений климата и использования климатических ресурсов: тез. докл. Межд. научн. конф. Минск, 31 окт.–3 нояб. 2000 г. Белорус. гос. ун-т; редкол.: В.Ф. Логинов, П.А. Ковриго. – Минск, 2000. – С.93–95.

28–А. Волчек, А.А. Исследование пространственного распределения на территории Беларуси экстремальных температур воздуха / А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Региональные проблемы экологии: пути решения: тез. докл. II межд. экологического симпозиума, Полоцк, сентябрь 2005 г. / Полоцкий госуниверситет; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Полоцк: УО «ПГУ», 2005. – С. 9–11.

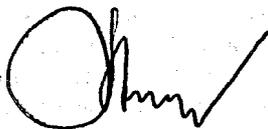
29–А. Волчек, А.А. Программа расчета средних многолетних сумм атмосферных осадков на территории Беларуси / А.А. Волчек, **О.П. Мешик** // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: тэзісы дакладаў III Міжн. навук. канф., Брэст, 7–9 чэрв. 2006 г. / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі; рэдкал.: М.В. Міхальчук [і інш.]. – Брэст, 2006. – С. 178.

Нормативно-технические документы

30–А. Определение расчетных гидрологических характеристик = Национальный комплекс нормативно-технических документов в строительстве. Пособие к строительным нормам и правилам: ПП–98 к СНиП 2.01.14–83 / Н.В. Шевцов, Н.А. Мишустин, В.Е. Валуев, А.А. Волчек, В.В. Лукша, **О.П. Мешик**, В.Ю. Цилиндь // Введ. 01.08.1999. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2000. – 181 с.

Методические указания

31–А. Методические указания по аналитической оценке почвенно-гидрологических констант в эколого – мелиоративных целях / Брестский политехнический институт; авт.-сост. В.Е. Валуев, А.А. Волчек, **О.П. Мешик**, В.Ю. Цилиндь. – Брест, 1996. – 31 с.



РЭЗЬЮМЭ

Мешык Алег Паўлавіч

Комплексная ацэнка цэплавільгацэрэсурсаў для праектавання водагаспадарчых мерапрыемстваў на тэрыторыі Беларусі

Ключавыя словы: рэсурсы, вільгаць, цяпло, атмасферныя ападкі, выпарэнне, баланс, вільгацяёмістасць, меліярацыя.

Мэта работы: распрацоўка і ўдасканаленне метадык разліку характарыстык натуральных цэплавільгацэрэсурсаў, выкарыстоўваемых у праектаванні водагаспадарчых мерапрыемстваў на тэрыторыі Беларусі.

Метады даследаванняў: водны і цэплаэнергетычны балансы.

Атрыманя вынікі і іх навізна:

Вызначаны характэрныя рэпрэзентатыўныя перыяды для ацэнкі атмасферных ападкаў. Іх велічыні ўпершыню даследаваны на сінхроннасць хістання. Тэрыторыя Беларусі раёнirавана па адзначанай прыкмеце. Распрацаваны мадэль і праграма ацэнкі нормаў ападкаў. Распрацавана метадыка імітацыйнага мадэліравання сутачных велічынь атмасферных ападкаў. Ўдасканалены метадыкі разлікаў цэплаэнергетычных рэсурсаў клімату і максімальна магчымага выпарэння. Распрацавана метадыка разліку інфільтрацыі атмасферных ападкаў па масавых даных. Распрацаваны комплекс метадык аналітычнай ацэнкі асноўных вільгацяёмістасцей дзярнова-падзолістых глебаў. Абгрунтаваны рэпрэзентатыўныя глыбіні ўзяцця пробаў і ўстаноўкі датчыкаў вільготнасці глебаў. Распрацавана метадалогія картаграфіравання цэплаводнабалансавых і агракліматычных характарыстык для патрэб водагаспадарчай галіны Беларусі. Складзены карты даследаваных характарыстык. Устаноўлена трансфармацыя рэжыму выпадзення атмасферных ападкаў за апошнія трыццацігоддзе. Пацверджаны ўклад у яе антрапагенных фактараў. Адзначаецца зрушэнне межаў агракліматычных раёнаў Беларусі па ўмовах цэплазабеспечанасці на 40-50 км у накірунку паўднёвы захад – паўночны ўсход. Адзначаны функцыі меліярацыйнага маніторынгу, неабходнага для распрацоўкі і ўдасканалення рэжымаў гідрамеліярацый.

Ступень выкарыстання атрыманых вынікаў: атрыманя вынікі выкарыстоўваюцца Брэсцкім дзяржаўным тэхнічным універсітэтам, ДУП «Палессегіправадгас», ДУП «Брэстмеліявадгас», Брэсцкім абласным камітэтам прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя.

Галіна прымянення атрыманых вынікаў: атрыманя вынікі накіраваны на выкарыстоўванне пры вырашэнні прыкладных водагаспадарчых і гідрамеліярацыйных задач.

РЕЗЮМЕ

Мешик Олег Павлович

Комплексная оценка тепловлагоресурсов для проектирования водохозяйственных мероприятий на территории Беларуси

Ключевые слова: ресурсы, влага, тепло, атмосферные осадки, испарение, баланс, влагоемкость, мелиорация.

Цель работы: разработка и усовершенствование методик расчета характеристик естественных тепловлагоресурсов, используемых в проектировании водохозяйственных мероприятий на территории Беларуси.

Методы исследований: водный и теплоэнергетический балансы.

Полученные результаты и их новизна:

Установлены характерные репрезентативные периоды для оценки атмосферных осадков. Их величины впервые исследованы на синхронность колебания. Территория Беларуси районирована по отмеченному признаку. Разработаны модель и программа оценки норм осадков. Разработана методика имитационного моделирования суточных величин атмосферных осадков. Усовершенствованы методики расчетов теплоэнергетических ресурсов климата и максимально возможного испарения. Разработана методика расчета инфильтрации атмосферных осадков по массовым данным. Разработан комплекс методик аналитической оценки основных влагоемкостей дерново-подзолистых почв. Обоснованы репрезентативные глубины взятия проб и установки влагомеров. Разработана методология картографирования тепловоднобалансовых и агроклиматических характеристик для нужд водохозяйственной отрасли Беларуси. Построены карты исследованных характеристик. Установлена трансформация режима выпадения атмосферных осадков за последнее тридцатилетие. Подтвержден вклад в нее антропогенных факторов. Отмечается смещение границ агроклиматических районов Беларуси по условиям теплообеспеченности на 40-50 км по направлению юго-запад – северо-восток. Обозначены функции мелиоративного мониторинга, необходимого для разработки и совершенствования режимов гидромелиораций.

Степень использования полученных результатов: Полученные результаты используются Брестским государственным техническим университетом, ГУП «Полесьегипроводхоз», ГУП «Брестмелиоводхоз», Брестским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Область применения полученных результатов: Полученные результаты нацелены на использование при решении комплекса прикладных водохозяйственных и гидромелиоративных задач.

SUMMARY

Oleg P. Meshik

Complex evaluation of warmth and moisture resources for designing waterworks on the territory of Belarus

Keywords: resources, moisture, warmth, precipitation, vaporization, balance, moisture capacity, land reclamation.

The purpose of the operation: the working out and the improvement of computation methods of the characteristics of natural warmth and moisture resources used in designing waterworks on the territory of Belarus.

Methods of studies: water and heat power balances.

Obtained results and their novelty:

The characteristic representative periods for the estimation of precipitation are determined. The precipitation quantities have been studied on synchronism of oscillating for the first time. According to this indication the territory of Belarus is divided into regions. A pattern and a programme for estimation of normal precipitation are worked out. A method of twenty-four hours' precipitation simulation has been worked out for the first time. A method of computation of climatic heat power resources and the most possible vaporization has been improved. A method of computation of precipitation infiltration based on mass data has been worked out. A complex of methods of analytical estimation of basic moisture capacities of turf-podzol soil has been devised. Representative depths at which soil samples were taken and at which sensing elements for soil moisture were installed have been substantiated. The methodology of mapping of warmth and water balance characteristics as well as agri-climatic characteristics for waterworks of Belarus. The maps have been drawn. The transformation of precipitation conditions has been established for the latter 30 (thirty) years. There has been corroborated an influence of anthropogenous factors on it. According to the distribution of warmth there has been observed a displacement of boundaries of agroclimatic regions in Belarus 40-50 km to the south-west and north-east. The functions of meliorative monitoring are indicated for development and perfection of hydromelioration regime.

The degree of the usage of the obtained results: the obtained results are used by the Brest State Technical University, the organisation «Polesyeghiprovodkhoz», the organisation «Brestmeliovodkhoz», the Brest regional committee of natural resources and environmental protection.

The sphere of the application of the obtained results: the obtained results can be used in solution of hydromeliorative and water problems.

МЕШИК Олег Павлович

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОВЛАГОРЕСУРСОВ
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

05.23.16 «Гидравлика и инженерная гидрология»

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Подписано к печати 16.02.2009. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка».
Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,4 Уч.-изд. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ № 216.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Брестский
государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Лицензия № 02330/0133017 от 30.04.2004.