

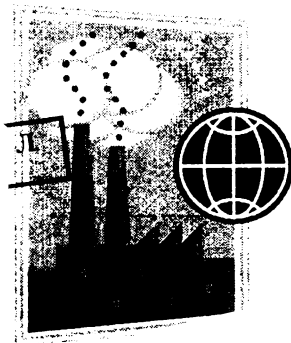
**МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
Учреждение образования
**«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
Кафедра инженерной экологии и химии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным занятиям
по дисциплине

«ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ»

для студентов специальностей
36 01 01, 36 01 03, 37 01 06, 40 02 01,
53 01 01, 53 01 02, 70 01 01, 70 02 01
дневного и заочного обучения



Брест 2002

УДК 574 (075)

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Основы экологии» студентами строительного и электронно-механического факультетов. Они содержат сведения, позволяющие правильно оценивать экологическую обстановку на производстве, а также проектировать объекты народного хозяйства с учетом мероприятий по охране окружающей среды.

Составители: **Н.Г. Яковлева**, старший преподаватель кафедры инженерной экологии и химии.

Рецензент: **В.Н. Босак.**, зав. сектором новых сельскохозяйственных технологий отдела проблем Полесья НАН РБ, к.б.н.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	5
1.1. РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА В СИСТЕМЕ АНТРОПОГЕННОГО ЛАНДШАФТА	5
1.2. ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОСВОЕНИЯ НОВЫХ РЕГИОНОВ	12
1.3. АНАЛИЗ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ	21
1.3.1. ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (микроклиматические наблюдения)	23
1.3.2. ИЗУЧЕНИЕ ЭДАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	28
1.4. АНАЛИЗ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ---	33
1.4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ	36
1.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ	40
1.5. БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ---	47
1.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРУЖЕННОСТИ УЛИЦ АВТОТРАНСПОРТОМ --	54
1.7. ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАННЫМИ ГАЗАМИ АВТОТРАНСПОРТА	57
2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	61
2.1. Общие требования безопасности.....	61
2.2. Требования безопасности перед началом работы	62
2.3. Требования безопасности при выполнении работ	62
2.4. Требования безопасности в аварийных ситуациях	63
2.5. Требования безопасности по окончании работы	63

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Основы экологии» изучает взаимоотношения живых организмов с окружающей природной средой. Антропогенное загрязнение среды существенно воздействует на популяции, биотические сообщества и экологические системы в целом.

В результате активной хозяйственной деятельности все составляющие биосферы в последние десятилетия значительно преобразованы человеком, и им нанесен непоправимый ущерб. Поэтому усилия ученых и специалистов должны быть направлены на изменение сложившейся экологической ситуации.

В связи с этим изучение одного только теоретического материала основ экологии не дает полного представления о происходящих в окружающей среде процессах, связанных с ее загрязнением. Требуется научно-практический подход в решении многих экологических проблем. Опираясь на теоретические знания, будущие специалисты должны уметь на практике правильно оценивать экологическую обстановку и своевременно принимать необходимые решения при выполнении проектных, строительно-монтажных работ, эксплуатации автомобилей, вычислительной техники, машин и механизмов, автоматизации производственных процессов.

С этой целью авторами предусмотрены лабораторные работы, выполнение которых окажет помощь студентам в решении вопросов охраны окружающей среды на производстве.

1. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1.1. РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА В СИСТЕМЕ АНТРОПОГЕННОГО ЛАНДШАФТА*

Цель работы: *изучить основные принципы формирования зеленых насаждений, их значение в урбанизированной среде и способы создания в населенных пунктах.*

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Роль зеленых насаждений

Ландшафт - природный географический комплекс, в котором все основные компоненты (рельеф, климат, вода, почва, растительность, животный мир) находятся в сложном взаимодействии, образуя по условиям развития однородную систему, в которой растительные сообщества являются важнейшим звеном. Они поддерживают ее устойчивость, обеспечивают саморегуляцию круговорота веществ, выполняют водоохранные, климаторегулирующие, почвозащитные и оздоровительные функции, служат местом обитания различных видов животных. Растениям, особенно древесным, принадлежит огромная роль в поддержании гидрологического режима рек, в борьбе с засухами и суховеями, в регулировании кислородного баланса в атмосфере, и, следовательно, в создании необходимых условий жизни на земле.

Свойства зеленых насаждений

Зеленые насаждения - неотъемлемый элемент урбанизированной среды. Они выполняют важные санитарно-гигиенические, целебные, структурно-планировочные, декоративно-художественные и др. функции.

В городах воздух сильно загрязнен пылью, дымом и газами от выбросов транспорта и промышленных предприятий. Это отрицательно влияет на здоровье людей, сохранность зданий, сооружений. Проходя через кроны деревьев, как через фильтр, воздух очищается от взвешенных в нем частиц пыли, сажи, аэрозолей, которые осаждаются на поверхности листьев и смываются в дальнейшем дождем. Фильтрующая способность насаждений снова восстанавливается. На гектаре елового леса оседает 32 т пыли, соснового- 36 т, букового- 68 т за лето. Наиболее высокими пылезадерживающими свойствами обладают: *Акация белая, Вяз гладкий, Вяз листовой, Ель колючая, Каштан конский, Клен полевой, Липа мелколиственная, Можжевельник вергинский, Орех*

* Лабораторные работы 1.1. и 1.2. подготовлены совместно с доцентом Химиным П.Ф.

грецкий и черный, Тополь белый и канадский, Черемуха вергинская и обыкновенная.

Помимо механической очистки с помощью зеленых насаждений происходит и биологическая очистка воздуха. Большие скопления людей, бытовые и промышленные отходы способствуют размножению вредных микроорганизмов, значительная часть которых оказывается в воздухе и переносится его потоками, попадая в жилые и производственные помещения. Часть микроорганизмов убивается фитонцидами¹. В 1м³ воздуха леса содержится около 500 патогенных бактерий, в городах их количество повышается в 5-6 раз. Высокими фитонцидными свойствами обладают: *Акация белая, Барбарис обыкновенный, Граб обыкновенный, Дуб красный и черешчатый, Клен татарский и остролистный, Лох узколистный, Можжевельник обыкновенный, Облепиха, Орех грецкий и черный, Рябина обыкновенная, Сосна Банкса и крымская, Тополь бальзамический и берлинский, Туя восточная и западная, Черемуха обыкновенная.*

Под влиянием зеленых насаждений улучшается химический состав и физическое состояние воздуха. Древесные растения поглощают углекислый газ, выделяют кислород и способствуют его ионизации. Один гектар леса за летний день создает 120-150 кг сухого органического вещества, при этом поглощает из окружающего воздуха 220-280 кг углекислого газа и выделяет в атмосферу 180-220 кг кислорода. Для человека далеко не безразлично, каким кислородом он дышит. Биологической активностью обладает только ионизированный кислород. Минимально необходимая для человека концентрация легких отрицательных ионов составляет 25 шт/см³ воздуха. Степень ионизации кислорода воздуха зависит от характера поверхности земли и многих других условий. Количество легких отрицательных ионов в 1 см³ воздуха составляет: в лесу и в горах - 3000, в море - 900, в закрытых многолюдных помещениях - 25-100 шт.

Зеленые насаждения внутри города создают оазисы прохлады и чистого воздуха. Причем, прохлада определяется не только тенью деревьев, но и тем, что кроны их почти не нагреваются солнечными лучами, так как основная часть физиологически активной радиации расходуется на транспирацию² и фотосинтез³, а тепловые лучи отражаются поверхностью листьев. Наиболее полно задерживают прямую солнечную радиацию следующие деревья: *Вяз листовый, Каштан конский, Липа мелколистная, Тополь канадский и черный.*

¹ Фитонциды – образующие растениями биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие др. организмов.

² Транспирация – физиологическое испарение воды растением.

³ Фотосинтез - синтез растениями органических веществ из диоксида углерода, воды, минеральных солей азота, фосфора и других элементов под воздействием световой солнечной энергии.

Кроны деревьев способны также уменьшать городской шум на 5-10 дБ. Деревья поглощают 26% падающих на них звуковых волн, 74% - рассеивают. Поэтому на озелененных улицах в 5 раз тише, чем на не озелененных.

Растения проявляют высокую чувствительность к газообразным токсикантам в связи с автотрофным характером жизнедеятельности. Однако газоустойчивость различных их видов неодинакова. Благодаря различиям в структурно-функциональной организации некоторые виды растений способны поглощать без заметного ущерба для себя в 5-50 раз большую концентрацию вредных газов, чем другие. Устойчивость к промышленным газам - способность растений противостоять их вредному действию и сохранять энергию роста, долговечность и ежегодный прирост. Зеленые насаждения аккумулируют и детоксируют различные промышленные выбросы. Если поглотительную способность *Ели обыкновенной* принять за 100%, то эффективность *Сосны обыкновенной* будет 164%, *Липы крупнолистной* - 254%, *Дуба черешчатого* - 450%, *Тополя берлинского* - 691%. Наиболее газоустойчивыми деревьями и кустарниками являются: *Акация белая*, *Боярышник обыкновенный*, *Бузина красная*, *Ель колючая*, *Клен ясенелистный*, *Смородина золотистая*, *Тополь канадский*, *Туя западная*, *Шелковица белая*.

Виды зеленых насаждений

В урбанизированной среде различают следующие виды зеленых насаждений: *лесные массивы, рощи, куртины, группы, одиночные растения, линейные посадки, зеленые зоны, лесопарки, парки, скверы (сады), бульвары, рядовые посадки, лицевые сады (палисадники)*.

Лесной массив - совокупность большого числа деревьев, произрастающих на значительной площади. Различают сомкнутые и разомкнутые лесные массивы. Они могут быть естественного и искусственного происхождения, чистые и смешанные, образуют закрытые и полукрытые ландшафты.

Роща - небольшой *лесной массив*, чаще всего чистого насаждения. Наиболее распространены березовые, дубовые, сосновые, еловые рощи. Они могут быть естественного и искусственного происхождения.

Куртины состоят из 10-15 древесных растений. Чаще всего их создают искусственно, размещая на открытых местах, для формирования полукрытого ландшафта. Куртины создают смешанными с кустарниковой опушкой. При сочетании деревьев, различных по высоте и форме кроны, окраске листьев и цветков получают своеобразные букеты, образующие живописные виды на общем зеленом фоне пространств, покрытых травянистой растительностью.

Группы состоят из 3-5 деревьев или кустарников. Обычно их создают искусственно, размещая на полянах, перекрестках дорог и опушках лесных массивов и роц для внесения разнообразия в однотонность пей-

зажа. Группы должны хорошо выделяться на имеющемся фоне. На белой березовой опушке хороши зеленые куртины из рябины с красными гроздьями ягод; на зелено-бронзовой опушке соснового леса - белоствольная группа из березы; на темной дубовой опушке - белolistные *Клены серебристые* или *Лох узколистный*.

Одиочные растения высаживают для украшения на небольших полянах и газонах. Для этого используют красивоцветущие кустарники (например, *Роза*, *Сирень*, *Жасмин*, *Стерea*) или деревья с красивой формой и цветом кроны (например, *Ель голубая*, *Клен остролистный*, *Липа мелколистная*).

Линейные посадки - вытянутые в ряд посадки деревьев или кустарников. Среди них различают *аллеи*, *живые изгороди*, *бордюры*, *шпалеры*. Кроме деревьев и кустарников широко используют при озеленении травянистые растения: красивоцветущие однолетники, многолетники и зеленые злаковые травы для создания газонов, клумб, рабатов, цветников. Рассмотренные виды зеленых насаждений используются при озеленении площадей различного назначения.

Зеленые зоны вокруг городов включают естественные и искусственные леса, сельскохозяйственные угодья и коллективные фруктовые сады. Они служат резервуаром свежего воздуха для города и базой развития туризма, спорта и массового отдыха населения.

Лесопарк - обширный естественный или искусственный лес обычно недалеко от города или внутри его, приспособленный для массового посещения отдыхающих. Лесопарки устраивают в наиболее живописных лесных массивах путем простейшего их благоустройства для создания удобства посетителям.

Внутри населенного пункта площади озеленения могут быть общего пользования (*парки*, *скверы*, *бульвары*), ограниченного пользования (*внутриквартальные*, *приусадебные*, *лицевые сады*, или *палисадники*) и специального назначения (*больничные*, *школьные*, *спортивные площади*, *детские садики*).

Парк - значительная озелененная площадь, служащая для проведения спортивных мероприятий, культурно-просветительных целей и отдыха. Планирование парка осуществляется в двух стилях: регулярном и свободном. Регулярный стиль характеризуется правильно геометрической планировкой дорожной сети. Обычно его применяют при разбивке небольшого парка на ровном месте. На пересеченной местности используют свободную, то есть ландшафтную планировку с учетом элементов рельефа. При планировании парка 40-70% его площади отводят под древесные и кустарниковые насаждения; 20-40% - под газоны и лужайки; 1-3% - под цветники и 15-25% - под дорожки и сооружения.

Сквер (сад) разбивают в жилой зоне на площадях у общественных зданий. Представляет собой небольшую (0,1-0,5га) площадь озеленения, служит для украшения и кратковременного отдыха пешеходов. Сквер имеет различную планировку, обилие газонов и цветников, ска-

мейки, хорошо развитую сеть дорожек. Границы сквера и дорожек обсаживают кустарниками. Деревья высаживаются группами и одиночно в небольшом количестве.

Бульвар - многорядная полоса озеленения, разделяющая широкую улицу на две продольные части. Его можно устроить на центральной улице при ширине ее не менее 30 м, отводя под него 10-12 м. Бульвар служит украшением улицы, делит ее на два транспортных направления и служит местом отдыха пешеходов и вечерних прогулок. По центру бульвара размещают аллею из деревьев и кустарников со скамейками для отдыха, а по границе с проезжей частью улицы - живую изгородь из кустарников и деревьев. Остальное пространство занимают газонами. Отдельные участки (у входов, у скамеек) могут быть оформлены клумбами, одиночными и групповыми посадками декоративных кустарников.

Рядовые посадки деревьев и кустарников вдоль тротуаров украшают улицу, превращая ее в аллею, защищают пешеходов от солнечных лучей и пыли, а жилые дома - от транспортного шума.

Лицевой сад (палисадник) - небольшой участок озеленения вдоль фасада дома. Его ширина 2-5 м. По границе обсаживают декоративными кустарниками, а внутри размещают цветочную клумбу. Лицевой сад украшает фасад дома, задерживает пыль, заглушает уличные шумы.

Озеленение хозяйственно-производственных территорий

Зеленые насаждения на территории промышленного предприятия с учетом санитарно-гигиенических требований выполняют следующие функции: санитарно-гигиеническую, архитектурно-композиционную, хозяйственно-эксплуатационную, противопожарную, психофизиологическую и эмоциональную.

Решая проблему оптимизации условий труда и быта средствами озеленения, очень важно подбирать такие растения, которые, во-первых, способны произрастать в условиях загрязненного воздуха, во-вторых, обладают повышенной способностью к поглощению этих соединений и, в-третьих, отличаются определенными фитонцидными свойствами. Необходимым условием является также высокая их декоративность.

По характеру действия насаждения подразделяются на *изолирующие* и *фильтрующие* насаждения.

Изолирующими называются посадки плотной структуры, которые создают на пути воздушного потока механическую преграду, заставляя поток обтекать лесную полосу. Используются в санитарно-защитных зонах для усиления их положительного эффекта. Состоят из двух и более ярусов.

Фильтрующие посадки, продуваемые и ажурные по конструкции, выполняют роль механического и биологического фильтра при прохождении загрязненного воздуха сквозь зеленый массив. Для образования

большого фильтрующего фронта насаждения этого типа должны обладать двумя качествами - быть хорошо проветриваемыми и иметь по возможности наибольшую поверхность зеленой листвы. Состоят, как правило, из одного яруса.

Подбор видового ассортимента растений является наиболее ответственным моментом в деле создания устойчивых насаждений, эффективно отфильтровывающих воздух от вредных газов и аэрозолей, особенно на территории промышленных предприятий и санитарно-защитных зон. Древесно-кустарниковые насаждения на территории и в окрестностях промышленных предприятий целесообразно квалифицировать как *промышленный фитофильтр*. Необходимость в его создании вызвана значительными технолого-экологическими трудностями полной утилизации промышленных отходов, а также реальной возможностью слабой утечки или интенсивного выброса токсических веществ в атмосферу при аварийных ситуациях. Располагая характеристикой фитофильтра, можно наладить экологически корректные отношения между промышленностью и лесной растительностью в интересах здоровья человека.

В зонах загрязнения воздуха смесью оксидов азота, ксилола, толуола и фенолов (например, тракторный завод, машиностроительное объединение) необходим следующий ассортимент растений для озеленения:

- территорий промышленных предприятий: *Барбарис обыкновенный, Бузина красная и черная, Клен остролистный и ясенелистный, Каштан конский, Лох узколистный, Тополь белый, канадский и черный;*

- санитарно-защитных зон: *Береза пушистая и повислая, Бузина красная и черная, Вяз перистоветвистый, Дерен белый, Дуб черешчатый, Ель колючая, Ива белая и козья, Липа крупнолистная и мелколистная, Лиственница сибирская и европейская, Тополь белый, канадский и черный.*

Для озеленения зон загрязнения воздуха смесью оксидов азота (например, автотрассы с интенсивным движением, автомобильный завод) рекомендуется следующий ассортимент растений:

- на территориях промышленных предприятий: *Аморфа кустарниковая, Барбарис обыкновенный, Бузина красная и черная, Клен остролистный и полевой, Каштан конский, Тополь бальзамический, белый и черный, Шелковица белая;*

- в санитарно-защитных зонах: *Алыча пурпурнолистная, Аморфа кустарниковая, Арония черноплодная, Береза пушистая, Бузина красная и черная, Груша обыкновенная, Дуб черешчатый, Ель колючая, Клен остролистный и полевой, Лещина обыкновенная, Липа мелколистная, Лиственница европейская и сибирская, Сирень обыкновенная, Туя западная, Ясень зеленый и обыкновенный.*

Ассортимент растений для озеленения промышленной зоны, загрязненной оксидами азота и серы (например, ТЭЦ, котельные):

- территорий промышленных предприятий: *Боярышник колючий, Бузина красная и черная, Виноград амурский, Дерен белый, Ива белая,*

Лох серебристый и узколистный, Малина обыкновенная, Тополь белый и черный, Черемуха обыкновенная, Ясень зеленый и обыкновенный;

- санитарно-защитных зон: Айва японская, Барбарис обыкновенный, Береза повислая, Боярышник колючий, Бук лесной, Дуб черешчатый, Ель колючая серебристая, Жимолость татарская, Ива белая и козья, Сирень обыкновенная, Черемуха обыкновенная, Ясень зеленый и обыкновенный.

Для создания зеленых насаждений требуется не только понимание биологических закономерностей леса, газоустойчивости растений, но и умение использовать богатство живых красок, дополняя и подчеркивая ими красоту пейзажа.

ЗАДАНИЕ

Учитывая природные и экономические условия, состояние окружающей среды (запыленность, загазованность территории и т.д.), составьте проект озеленения городского района, состоящего из санитарно-защитной зоны промышленного предприятия, территории учебного учреждения и автотрассы с интенсивным движением.

При составлении проекта зеленых насаждений руководствуйтесь общебиологическими и эстетическими требованиями. Особое внимание уделяйте состоянию окружающей среды, и, в зависимости от ее качества, подбирайте виды деревьев и кустарников, обладающие необходимыми специфическими свойствами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы роль и свойства зеленых насаждений в антропогенном ландшафте?
2. Перечислите виды зеленых насаждений.
3. Выделите функции изолирующих и фильтрующих зеленых насаждений.
4. Дайте понятие промышленного фитофилтра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов В.Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам. - Мн.: Наука и техника, 1979. - 216 с.
2. Вронский В.А. Прикладная экология: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. - 512 с.
3. Колесниченко М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства. - М.: Колос, 1981. - 335 с.
4. Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 15. - Мн., 1996. - 135
5. Яловая Н.П., Строкач П.П. Экология и гидрохимия. Словарь – справочник: Справ. пособие. – Брест: БГТУ, 2002. – 244с.: ил.

1.2. ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОСВОЕНИЯ НОВЫХ РЕГИОНОВ

Цель работы: оценить состояние окружающей среды природно-промышленного комплекса, определить демографическую емкость исследуемого района.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Одной из наиболее важных задач охраны природы является охрана, рациональное использование и преобразование природных и природно-антропогенных (природно-техногенных) систем - ландшафтов. Ландшафт - один из главных объектов рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей человека среды.

Наряду с охраной естественных и культурно-исторических ландшафтов задача инженеров-строителей и архитекторов - искусно создавать новые ландшафты, не уступающие существующим по своим экологическим и эстетическим качествам.

Города и другие населенные пункты уникальны по силе воздействия на природу. Наиболее крупные из них стали источником загрязнения воздуха, акваторий, почвы, причиной многих нежелательных явлений. От того, насколько эффективно будут решены вопросы взаимодействия искусственного и естественного в окружающей среде, выиграют города, люди, природа.

Важным условием успешной реализации задач охраны природы является рассмотрение природоохранных проблем не только для городов, но и на более высоком уровне - в сфере регионального планирования, поскольку *урбанизация*¹ вовлекает в процесс взаимодействия природы и общества обширные территории.

Роль районной планировки в охране окружающей среды заключается, главным образом, в разработке мероприятий по охране основных природных компонентов - воды, атмосферного воздуха, почвенно-растительного покрова, животного мира. В схемах и проектах районной планировки обосновываются технико-экономические, планировочные и инженерные мероприятия, связанные с размещением объектов народного хозяйства и инженерного оборудования, расселением, организацией массового отдыха людей. Определяются оптимальные масштабы использования и преобразования сложившегося природно-культурного комплекса, допустимые нагрузки на ландшафты и их элементы, т.е. проводится система экологических исследований урбанизированной территории.

¹ *Урбанизация природы* – процесс превращения естественных ландшафтов в искусственные под влиянием городской застройки.

Анализ белорусской градостроительной практики послевоенного периода показал, что вследствие недостаточного внимания к научно-техническому обоснованию перспектив развития промышленности и городов были допущены ошибки при размещении предприятий химии, энергетики, машиностроения, добывающей промышленности в г.г. Гомель, Гродно, Новополоцк, Солигорск. Отмечено потребительское отношение некоторых министерств и ведомств к природному ландшафту. В результате при строительстве нарушался рельеф, уничтожалась растительность, осушались заболоченные земли с механическим спрямлением естественных водотоков, проводилась сквозная трассировка дорог и линий электропередач без учета ценности лесных массивов и назначения территорий. Это усугублялось тем, что не были разработаны методы ландшафтного проектирования и оценки ландшафтов.

Общая экологическая характеристика природно-промышленного комплекса

Создание здоровой и эстетически полноценной городской среды - задача многих специалистов. Она связана с охраной природных компонентов от отрицательного воздействия промышленности и транспорта, с формированием новых элементов городского ландшафта - *природно-промышленного комплекса (ППК)*.

ППК - относительно самостоятельная природно-промышленная система, в структуру которой входят промышленные, природные, коммунально-бытовые и аграрные объекты, функционирующие как единое целое (рис.1).

На первом этапе экологических исследований все структурные единицы ППК разбиваются на три звена: промышленное, аграрное и коммунально-бытовое:

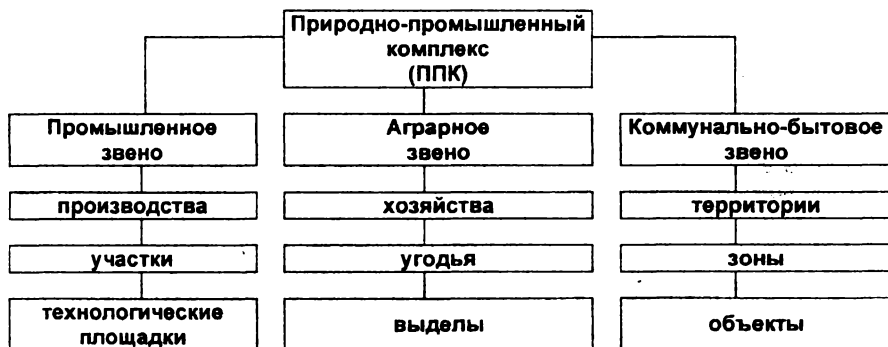


Рис.1. Схема функциональной структуры ППК

Далее проводится анализ окружающей среды, основанный на изучении природных условий, ресурсов производств, хозяйств и территорий, т.е. составляется *общая экологическая характеристика ППК*. Ее цель состоит в том, чтобы вскрыть состояние окружающей среды ППК, в общих чертах сопоставить ее с состоянием окружающей среды смежных районов, а также определить общие экологические параметры - *инженерно-экологические характеристики*.

Инженерно-экологические характеристики (*демографическая емкость, репродуктивная способность, геохимическая активность и экологическая емкость территории*) - являются предельно общими, но весьма важными показателями экологической ситуации в районе и имеют между собой тесные взаимосвязи. Эти характеристики служат необходимой исходной базой для анализа и прогнозирования состояния всех основных компонентов природной среды. Они являются также общими экологическими ограничениями при определении перспективных параметров хозяйственного развития района, численности его населения и влияют на характер намечаемых мероприятий по охране окружающей среды.

Демографическая емкость, или **пороговая демографическая емкость территории** - максимальное число жителей района, которое может быть размещено в его границах при условии обеспечения наиболее важных повседневных потребностей населения за счет ресурсов рассматриваемой территории и с учетом необходимости сохранения экологического равновесия.

Репродуктивная способность территории - это способность территории какого-либо района (объекта районной планировки) воспроизводить основные элементы окружающей среды: атмосферный кислород, воду, почвенно-растительный покров, фауну.

Геохимическая активность территории - это способность территории перерабатывать и выводить продукты техногенеза: минеральные и органические загрязнения, попадающие в атмосферный воздух, воду и почву со сточными водами и выбросами промышленных и энергетических предприятий, транспорта, жилищно-коммунального сектора.

Экологическая емкость территории - это максимально возможная в конкретных условиях данного района биологическая продуктивность всех его биогеоценозов, агроценозов и урбоценозов с учетом оптимального для данного района состава представителей растительного и животного мира.

Расчет демографической емкости территории

В данной работе предлагается более подробно изучить и рассчитать *демографическую емкость территории*.

Результаты комплексной оценки территории и природных ресурсов должны сопоставляться с общими нормативами потребностей народно-

хозяйственного комплекса и населения района в площадях для промышленного и гражданского строительства. Они позволяют выявить ориентировочную демографическую емкость того или иного района в свете представлений о возможности и целесообразности освоения тех или иных территорий, эксплуатации водных ресурсов, использования лесов и водоемов в целях отдыха, а также о возможных масштабах развития пригородного сельского хозяйства.

Демографическую емкость необходимо устанавливать, когда перспективная плотность населения области или района превышает 50-60 чел. на 1 км². Рассчитывается она по следующим показателям:

1. По наличию территорий, пригодных для промышленного и гражданского строительства (D_1):

$$D_1 = \sum_{i=1}^n T_i \cdot \frac{1000}{H}, \quad (1)$$

где D_1 - частная демографическая емкость по наличию территорий, пригодных для ПГС, чел.;

T_i - i -я территория, получившая наивысшую оценку, га;

H - ориентировочная потребность в территории 1 тыс. жителей в зависимости от характера производственной базы района, 20-30 га.

2. По обеспеченности водными ресурсами (D_B , D_2 , D_3):

$$D_B = D_2 + D_3, \quad (2)$$

где D_B - общая демографическая емкость территории по водным ресурсам, чел.;

D_2 - частная демографическая емкость территории по поверхностным водам, чел.;

D_3 - частная демографическая емкость территории по подземным водам, чел.

$$D_2 = \sum_{i=1}^n \frac{P \cdot K \cdot 1000}{p}, \quad (3)$$

где P - сумма расходов воды в водотоке, которую можно изъять для данной территории, исходя из общего водохозяйственного баланса водосборных бассейнов водотоков, м³/сут.:

$$P = R \cdot h \cdot l \cdot v \cdot 3600 \cdot 24 / 100,$$

где R - часть стока, безвозвратно потребляемая на участке водотока, %;

h - глубина водотока, м;

l - ширина водотока, м;

v - скорость течения воды в водотоке, м/с;

K - коэффициент, учитывающий необходимость разбавления

сточных вод (на реках южного стока $K=0,25$; на реках северного стока $K=0,1$);

p - нормативная водообеспеченность 1 тыс. жителей, в зависимости от характера производства, $1000-2000 \text{ м}^3/\text{сут.}$

$$D_3 = \sum_{i=1}^n \frac{\mathcal{E} \cdot T_p \cdot 1000}{p_o}, \quad (4)$$

где $\mathcal{E}$ - эксплуатационный модуль подземного стока, $\text{м}^3/(\text{сут.} \cdot \text{км}^2)$;

T_p - территория района проектирования, км^2 ;

p_o - норматив водоснабжения 1 тыс. жителей (для централизованного водоснабжения составляет $250 \text{ м}^3/\text{сут.}$, для шахтных колодцев – $40 \text{ м}^3/\text{сут.}$)

3. По наличию рекреационных ресурсов (D_4 , D_5).

Ориентировочно принимается, что численность отдыхающих в "пиковый" период составляет 40% населения района. В местностях с умеренным климатом численность отдыхающих распределяется следующим образом: в лесу - 75%, у воды - 25%. В районах с жарким климатом: в лесу - 25%, у воды - 75%. Таким образом, частная демографическая емкость территории по условиям организации отдыха в лесу (D_4) составит:

$$D_4 = \frac{T_p \cdot \Pi \cdot 0,5 \cdot 1000}{100 \cdot H \cdot M}, \quad (5)$$

где T_p - территория района, га;

Π - лесистость района, %;

0,5 - коэффициент, учитывающий необходимость организации зеленых зон городов;

H - ориентировочный норматив потребности 1 тыс. жителей в лесных территориях, 200 га (для смешанных хвойно-лиственных лесов – 250 га, для лесопарков с преобладанием хвойных пород – 65 га);

M - коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих в лесу и у воды (для районов с умеренным климатом $M=0,3$, для районов с жарким климатом $M=0,1$).

Частная демографическая емкость территории по условиям отдыха у воды (D_5) составит:

$$D_5 = \frac{2 \cdot B \cdot C \cdot 1000}{0,5 \cdot M_1}, \quad (6)$$

где B - длина водотоков, пригодных для купания, км;

C - коэффициент, учитывающий возможность организации пляжей (для районов с умеренным климатом $C=0,5$, в районах с жарким климатом $C=0,3$);

0,5 - ориентировочный норматив потребности 1 тыс. жителей в

пляжах, км;

M_1 - коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих в лесу и у воды (для районов с умеренным климатом $M_1=0,1-0,15$, для районов с жарким климатом $M_1=0,3-0,4$).

4. По наличию сельскохозяйственных земель (D_6).

Частная демографическая емкость территории по условиям организации пригородной сельскохозяйственной базы (D_6) определяется с учетом возможности выделения земель, на которых предполагается организовать пригородное сельское хозяйство (при условиях сохранения пропорциональности севооборотов и целесообразности производства значительной части мало транспортабельных скоропортящихся продуктов).

$$D_6 = \frac{T_c \cdot E \cdot 1000}{\Pi}, \quad (7)$$

где D_6 - частная демографическая емкость территории, чел.;

T_c - территории, включенные по результатам комплексной оценки в категории "благоприятные" и "ограниченно благоприятные" для сельского хозяйства, га;

E - коэффициент, учитывающий возможность использования сельскохозяйственных земель под пригородную базу, 0,2- 0,3;

Π - ориентировочный показатель потребности 1 тыс. жителей в землях сельскохозяйственного назначения, 500-2000 га.

Частные демографические емкости района (D_1 , D_2 , D_4 , D_5 , D_6) сопоставляются между собой, и в качестве окончательного показателя демографической емкости территории района принимается наименьшее значение.

Зонирование урбанизированной среды

На втором этапе экологических исследований производится зонирование урбанизированной среды, т.е. выделение на территории следующих экологических зон: *экологической зоны (экозоны) генерации и экологической зоны (экозоны) потребления.*

Экозона генерации (ЭЗГ) является мощным источником концентрированных веществ (энергии) направленного действия. Если источник обладает отрицательными характеристиками - выделяет в атмосферу выбросы загрязняющих веществ, создает электромагнитные и звуковые вибрации, - он отмечается знаком «-», например, «ЭЗГ⁻». Если это источник с положительными характеристиками - выделяет в атмосферу кислород, фитонциды, - он отмечается знаком «+», например, «ЭЗГ⁺».

В любой урбанизированной среде существует достаточное количество отрицательных и положительных ЭЗГ: первые – это промышленные предприятия, котельные, транспортные магистрали, автопарки, карьеры

и др.; вторые – это парки, скверы, зеленый защитный пояс города, лесополосы и др. Указанные зоны характеризуются важной закономерностью: ЭЗГ с отрицательным знаком имеют повсеместную тенденцию к объединению и усилению своего влияния; ЭЗГ с положительным знаком, как правило, дробятся, и радиус их влияния постоянно уменьшается. Следовательно, экозоны отрицательной генерации нужно разграничивать, т.е. изолировать их влияние в круговороте элементов, или сделать это влияние прерывистым. И, наоборот, экозоны положительной генерации необходимо объединять и использовать их общее влияние в едином цикле жизнедеятельности города.

Экозона потребления (ЭЗП) в основном поглощает вещества или энергию, а не выделяет их. Как правило, это среда жилых районов (селитебная зона).

Организация санитарно-защитных зон (СЗЗ)

Третий этап экологических исследований предусматривает организацию *санитарно-защитных зон (СЗЗ)* предприятий в зависимости от степени вредности производства, планировку жилых районов, озеленение населенных мест.

Согласно требованиям СН 245-71, в целях снижения вредного влияния на здоровье людей выбрасываемых в атмосферу пыли и газов, промышленные предприятия, загрязняющие воздух, надо располагать вдали от жилых массивов, с подветренной стороны и отделять санитарно-защитными зонами. **СЗЗ** представляют собой территории определенной протяженности и ширины, располагающиеся между предприятиями или источниками загрязнения и границами зон жилой застройки. В СЗЗ высаживаются деревья и кустарники, создаются лесопарки. В этих зонах можно располагать административно-служебные здания, склады, гаражи, пожарное депо, прачечные, бани, торговые помещения. Каждое предприятие, имеющее источники загрязнения среды, должно иметь СЗЗ. Для этой цели все предприятия сгруппированы по отраслям в зависимости от совокупности выделяемых ими вредных веществ. В пределах каждой группы выделяется пять классов предприятий по степени их опасности, и в зависимости от класса устанавливается нормативная ширина СЗЗ (табл. 1).

Таблица 1. Размеры санитарно-защитных зон в зависимости от класса опасности предприятия

Класс предприятия	Размер санитарно-защитной зоны, м
I	1000
II	500
III	300
IV	100
V	50

СЗЗ не должна использоваться для расширения производства, размещения спортивных сооружений, парков отдыха, школ, оздоровительных учреждений.

Она должна быть благоустроена и озеленена по проекту благоустройства, разрабатываемому одновременно с проектом строительства или реконструкции объекта.

Выявление последствий воздействия технологических процессов на природную среду

Четвертый этап экологических исследований ставит цель выявить последствия воздействия технологических процессов на природную среду. В первую очередь выделяются реципиенты: выделы (пашни, пастбища, сенокосы, лесные насаждения, водотоки, водоемы и т.п.) и объекты (жилые массивы, парки, санатории, заповедники и заказники и др.), в разной степени испытывающие воздействие и обладающие различной устойчивостью. Для определения степени воздействия выделяют технологические площадки, которые включают источники нарушения и загрязнения природной среды, что позволяет в дальнейшем определить качественные и количественные показатели воздействия.

При выборе площадок для промышленного производства необходимо учитывать *организационно-планировочные мероприятия соблюдения нормативов качества окружающей среды*, как на предприятиях, так и в зонах жилой застройки (селитебных зонах):

- отвод под застройку предприятий повышенных элементов рельефа, проветриваемых склонов, свободных от явлений инверсии и кумуляции загрязнения в приземном слое воздуха;

- правильное взаимное размещение источников выбросов загрязняющих веществ и селитебных зон с учетом направления ветров, расположение предприятий с подветренной стороны по отношению к селитебным зонам;

- размещение вновь строящихся промышленных, энергетических и других объектов с учетом зонирования территории;

- установление соответствующих режимов использования территории в соответствии с ее инженерно-экологическими характеристиками.

По результатам инженерно-экологических изысканий составляется карта-схема ППК.

ЗАДАНИЕ

1. Для экологических исследований на предлагаемых географических картах выберите участок территории размером от 400 до 800 га (от 4 до 8 км²).

2. Рассчитайте демографическую емкость исследуемой территории.

3. Схематически расположите на выбранном участке территории ППК с учетом организационно-планировочных мероприятий соблюдения нормативов качества окружающей среды.

4. Произведите зонирование урбанизированной территории с выделением экологических зон: ЭЗП, ЭЗГ и ЭЗГ⁺.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите этапы экологических исследований на урбанизированных территориях.

2. Дайте экологическую характеристику природно-промышленного комплекса.

3. Какими показателями оценивается экологическая ситуация в исследуемом районе?

4. Назовите экологические зоны урбанизированных территорий.

5. Для чего необходима организация санитарно-защитных зон предприятий?

6. Какие организационно-планировочные мероприятия предусматриваются при проектировании промышленных производств?

ЛИТЕРАТУРА

1. Вронский В.А. Прикладная экология: Учебное пособие. - Ростов-на-Дону.: Изд-во "Феникс", 1996. - 512 с.

2. Гетов Л.В., Сычева А.В. Охрана природы: Учебное пособие для строительных вузов и фак. - Мн.: Высш. шк., 1986. - 240 с.

3. Иванов Б.А. Инженерная экология. - Л.: Издательство Ленинградского университета, 1989. - 152 с.

4. Полторак Г. И. Проблемы архитектурной экологии. - М.: Знание, 1985. - 64 с.

5. Рекомендации по охране окружающей среды в районной планировке/ ЦНИИП градостроительства. - 2-е изд. - М.: Стройиздат, 1986. - 160 с.

6. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий: СН 245-71. - М.: Стройиздат, 1972.

7. Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология: Учебное пособие для вузов - 2-е изд., исправл. - СПб.: Химия, 1996. - 240 с.: ил.

8. Чистякова С.Б. Охрана окружающей среды: Учеб. для вузов. Спец. "Архитектура". - М.: Стройиздат, 1988. - 272 с.: ил.

9. Яловая Н.П., Строкач П.П. Экология и гидрохимия. Словарь – справочник: Справ. пособие. – Брест: БГТУ, 2002. – 244с.: ил.

1.3. АНАЛИЗ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Цель работы: описать и проанализировать состояние абиотических факторов окружающей среды, воздействующих на наземные экосистемы

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Существование живого организма или группы организмов зависит от комплекса определенных условий, или *экологических факторов среды*.

Экологический фактор - это движущая сила какого-либо процесса, любой элемент окружающей среды, способный оказать прямое или косвенное воздействие на живой организм хотя бы на одном из этапов его индивидуального развития, или любое условие среды, на которое организм отвечает приспособленческими реакциями.

Экологические факторы различаются происхождением, качеством, количеством, временем действия, режимом. Они подразделяются на *абиотические, биотические и антропогенные факторы*.

Абиотические экологические факторы - это компоненты и явления неживой, неорганической природы, так называемые силы и явления природы, прямо или косвенно воздействующие на живые организмы.

Абиотические факторы подразделяются на: *климатические*, или *атмосферные* (свет и лучистая солнечная энергия, температура, влажность воздуха, осадки, снежный покров, атмосферное давление, газовый состав и движение воздуха (ветер), атмосферное электричество и др.); *почвенно-грунтовые (эдафические)*; *орографические (геоморфологические)* и *гидрологические*.

Абиотические факторы в значительной мере определяют состав, свойство и качество биосферы.

Климатические факторы оказывают на организмы как непосредственное, так и косвенное влияние. Известно, что от климатических условий зависит развитие растительности. Вместе с тем местные условия оказывают существенное влияние на климат. В частности, это относится к растительным сообществам, которые сильно трансформируют климат. Так, под пологом леса возникает особый микроклимат, резко отличающийся от микроклимата соседних открытых пространств.

Свет также считается наиболее важным физическим фактором, так как от него зависит процесс фотосинтеза земных растений и создание растительной биомассы, от использования которой зависит жизнь на Земле.

В жизни всех животных и растений большую роль играет фотопериодизм, то есть воздействие света на группы организмов в зависимости

от определенной продолжительности дня и ночи. По этому признаку животных, например, разделяют на дневных и ночных. Многие явления в сезонной жизни растений, динамика их роста и развития зависят от фотопериодических реакций. Изменения режима освещенности в течение суток оказывают влияние на жизнедеятельность растений и, в первую очередь, на интенсивность процесса фотосинтеза, который прекращается в темное время суток.

Между различными видами животных, растений и окружающей средой существуют сложные термические отношения. Последние обусловлены тем, что между температурой внешней среды и потребностями животных и растений в тепле существует определенное равновесие. При нарушении этого равновесия животные или растения могут погибнуть.

Важнейшими **гидрологическими факторами** существования растений и животных являются физические и химические свойства воды. Для нормального образа жизни живых организмов необходимо, чтобы постоянно поддерживался баланс между потреблением воды и ее испарением. Отдельные виды животных и растений характеризуются весьма различными потребностями во влаге и в связи с этим предпочитают соответствующие местообитания.

Почвенно-грунтовые (эдафические) факторы по сравнению с другими факторами являются весьма своеобразными и изменчивыми в пространстве. Своеобразие этих факторов состоит в том, что, во-первых, они не только воздействуют на организмы, но и принадлежат к средообразующим факторам, поскольку почва является также средой обитания для многих видов микроорганизмов, животных и растений. Во-вторых, почва представляет собой результат взаимодействия между горной породой, климатом и органическим миром (главным образом, микроорганизмами). В настоящее время на процесс почвообразования значительное влияние оказывает человек. В-третьих, почва является биокосным телом, поскольку она образуется в результате взаимодействия абиотических факторов (горной породы, климата) с биотическими факторами (растения, их остатки и микроорганизмы). Количество микроорганизмов в почве весьма велико. Так, например, в 1 г плодородной возделанной почвы содержится около 2 млрд. бактерий.

Орографический (геоморфологический) фактор - комплексный экологический фактор. От характера рельефа зависят степень увлажнения почвы и воздуха, температура поверхности, особенности освещения и др.

Большое значение имеет ориентировка склонов по отношению к сторонам света и, следовательно, к Солнцу, называемая экспозицией склонов. От экспозиции зависит распределение и характер биогеоценозов. Так, например, склоны, обращенные к северу, - обычно холоднее и лучше увлажнены, почва на них более мощная, а склоны, обращенные

на юг, - более сухие и теплые и характеризуются менее мощным почвенным покровом.

В современных условиях действие факторов окружающей среды часто определяется не природной обстановкой, а теми изменениями, которые внесены в нее человеком. Вся разнообразная деятельность человека, которая приводит к изменению природы как среды обитания всех живых организмов или непосредственно сказывается на их жизни, называется *антропогенными* (от греч. «anthropos» - человек и «genes» - происхождение) *факторами*. Причем деятельность человека может оказывать на природу прямое и косвенное воздействие. К прямому воздействию относятся истребление, размножение и расселение человеком как отдельных видов животных и растений, так и целых биоценозов. Косвенное воздействие осуществляется путем изменения среды обитания организмов, например, изменения климата, режима рек, распашка земель и т. д.

В настоящее время влияние человека на природу в значительной степени утратило локальный характер и имеет глобальное распространение. К сожалению, это влияние чаще всего имеет негативное значение и отрицательно сказывается на развитии животного и растительного мира, чистоте атмосферного воздуха и качестве природных вод и т.д.

Непосредственное влияние на живые организмы, а также на характер их отношений друг с другом оказывает вся совокупность экологических факторов среды: биотических, абиотических и антропогенных. Число всевозможных экологических факторов потенциально является неограниченным.

В данной лабораторной работе предлагается проанализировать состояние абиотических экологических факторов с помощью микроклиматических наблюдений и исследований состава и свойств почвы, т.е. климатические и эдафические факторы среды.

1.3.1. ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (микроклиматические наблюдения)

ХОД РАБОТЫ

Оборудование, *максимальный и минимальный термометры; термометр-пращ;*
материалы: *совок; термометр-щуп; гигрограф или психрометр; компас; анемометр; фотометр; лопата; дозиметр-радиометр бытовой (ИРД-02Б1); стеклянная посуда и др.*

Микроклиматические наблюдения проводятся в следующем порядке. С учетом конкретных условий задается маршрут и точки наблюдений на нем. В тетради дается подробное описание точек наблюдений. Протяженность маршрута - в пределах 300 м. Количество точек не менее трех.

В каждой точке необходимо определить температуру и влажность воздуха на высоте 20 и 150 см, направление и скорость ветра, температуру почвы на глубине 5 и 15 см, облачность, интенсивность света, уровень радиационного фона и радиационной безопасности.

Определение температуры и влажности воздуха

Минимальный и максимальный термометры устанавливаются горизонтально на месте, защищенном от прямого действия солнца, на опоре высотой 20 см. В момент наблюдения производится встряхивание максимального термометра, а затем он закрепляется на опоре не менее чем на 20 мин.

Минимальный термометр устанавливается резервуаром кверху, штифтик приводится в соприкосновение с поверхностью спирта в трубке, и в таком положении термометр закрепляется на опоре на то же время, что и максимальный.

В каждом периоде наблюдения по максимальному термометру отмечаются и записываются не только наибольшая температура, но и показания после встряхивания, которые близки к показанию сухого термометра-психрометра и фиксируют температуру воздуха на высоте 20 см.

Для определения температуры воздуха на высоте 150 см удобнее пользоваться термометром-пращем, который берется за привязанный к нему шнурок и быстро вращается над головой в течение одной минуты, после чего снимаются показания. При этом мениск столбика ртути в термометре должен находиться на уровне глаз.

Влажность воздуха определяется с помощью гигрометра, или психрометра Августа.

Определение температуры почвы

При определении температуры почвы термометр-щуп опускается на глубину 5, а затем 15 см. Фиксирование показаний производится не менее чем через 6 мин после каждого погружения.

Для измерения температуры поверхности почвы обычный ртутный термометр кладется на поверхность почвы так, чтобы резервуар с ртутью был наполовину погружен в землю.

Определение направления и скорости ветра

Средняя скорость ветра измеряется ручным чашечным анемометром Фусса. Прибор имеет 3 шкалы. Перед его включением снимаются показания вначале со шкалы, показывающей тысячи оборотов, затем - сотни, затем показания большой стрелки (десятки, единицы). Во всех случаях берется меньшая из двух цифр, между которыми стоит стрелка. Прибор закрепляется на шесте или поднимается на вытянутой руке, при этом предварительно записываются показания стрелок. Через 5-10 мин прибор включается, и снова снимаются показания. Разница между ними

указывает число оборотов за данный промежуток времени. Минуты переводятся в секунды, и таким образом вычисляется число оборотов в секунду.

Для определения скорости ветра можно также пользоваться шкалой Бофорта (табл. 2).

Направление ветра определяется с помощью вымпела, или флага, и компаса. Название ветра дается по названию той стороны горизонта, откуда он дует, и замеряется в румбах. Румб – одна из шестнадцати равных частей, на которые делится окружность горизонта. Установив по компасу сторону света, нетрудно определить и румбы направления ветра, которые записываются согласно принятым обозначениям: северный (С); южный (Ю); восточный (В); западный (З); северо-восточный (С-В); северо-западный (С-З); юго-восточный (Ю-В); юго-западный (Ю-З).

Таблица 2. Шкала Бофорта

Баллы	Сила ветра	Признаки для оценки силы ветра	Скорость ветра, м/с
0	Штиль	Листья на деревьях не колеблются, дым из труб поднимается вертикально, огонь от спички отклоняется	0
1	Тихий	Дым несколько отклоняется, но ветер не ощущается	1-2
2	Легкий	Листья на деревьях колышутся, чувствуется ветер	2-3
3	Слабый	Качаются мелкие ветки, заметное ощущение ветра	3-5
4	Умеренный	Качаются ветки средней величины, поднимается пыль	5-7
5	Свежий	Качаются тонкие стволы деревьев и толстые ветки, образуется рябь на воде	8-10
6	Сильный	Качаются толстые стволы деревьев	10-12
7	Крепкий	Качаются большие деревья, идти против ветра трудно	12-15
8	Очень крепкий	Ветер ломает ветки и сучья	15-18
9	Шторм	Ветер ломает легкие постройки, валит заборы	18-22
10	Сильный шторм	Деревья вырывает с корнем, сносит более прочные постройки	22-25
11	Жестокий шторм	Ветер производит большие разрушения, валит телеграфные столбы, вагоны и т.п.	25-29
12	Ураган	Разрушает дома, каменные стены	Более 30

Определение облачности

Определение облачности производится визуально по 10-балльной системе. Если небо безоблачное или на нем имеется одно или несколько небольших облаков, занимающих менее одной десятой части всего небосвода, то облачность считается равной 0 баллов. При облачности, равной 10 баллам, все небо закрыто облаками. Если облаками покрыто 1/10, 2/10, или 3/10 частей небосвода, то облачность считается равной соответственно 1, 2, или 3 баллам.

Определение интенсивности света и уровня радиационного фона¹

Для измерения освещенности применяются фотометры. По отклонению стрелки гальванометра определяется освещенность в люксах. Можно пользоваться фотоэкспонетрами.

Для измерения уровня радиационного фона и радиоактивной загрязненности используются дозиметры-радиометры ("Белла", "ЭКО", ИРД-02Б1 и др.). Обычно указанные приборы имеют два режима работы:

1) оценка радиационного фона по величине мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (мкЗв/ч), а также загрязненности по гамма-излучению проб воды, почвы, пищи, продуктов растениеводства, животноводства и т.д.;

2) оценка степени загрязненности бета-, гамма - излучающими радионуклидами поверхностей и проб почвы, пищи и др. (частиц/мин.·см² или кБк /кг).

Предельно допустимая доза облучения составляет 5 мЗв /год.

¹ Единицы измерения радиоактивности:

Активность радионуклида (А) - уменьшение числа ядер радионуклида за определенный интервал времени:

$$[A] = 1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ расп./с} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк.}$$

Поглощенная доза излучения (D) составляет энергию ионизирующего излучения, переданную определенной массе облучаемого вещества:

$$[D] = 1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад.}$$

Эквивалентная доза облучения (H) равна произведению поглощенной дозы на средний коэффициент качества ионизирующего излучения (K), учитывающий биологическое действие различных излучений на биологическую ткань:

$$[H] = 1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр.}$$

Экспозиционная доза (X) является мерой ионизирующего действия излучения, единицей которой является 1 Ки/кг или 1 Р:

$$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Ки/кг} = 0,88 \text{ рад.}$$

Мощность дозы (экспозиционной, поглощенной или эквивалентной) - это отношение приращения дозы за определенный интервал времени к величине этого временного интервала:

$$1 \text{ Зв/с} = 100 \text{ Р/с} = 100 \text{ бэр/с.}$$

Определение уровня радиационной безопасности

Определение уровня радиационной безопасности проводится на примере использования дозиметра-радиометра бытового (ИРД-02Б1):

1. Установить переключатель режима работы в положение «мкЗв/ч».
2. Включить прибор, для чего установить переключатель «выкл.- вкл.» в положение «вкл.». Примерно через 60 с после включения прибор готов к работе.

3. Поместить прибор в то место, где определяется мощность эквивалентной дозы гамма-излучения. Через 25-30 с на цифровом табло высветится значение, которое соответствует мощности дозы гамма-излучения в данном месте, выраженной в микрозивертах в час (мкЗв/ч).

4. Для более точной оценки необходимо брать среднее из 3-5 последовательных показаний.

Показание на цифровом табло прибора 0,14 означает, что мощность дозы составляет 0,14 мкЗв/ч или 14 мкР/ч (1 Зв = 100 Р).

Через 25-30 с после начала работы прибора необходимо снять три последовательных показания и найти среднее значение. Результаты оформить в виде табл. 3.

Таблица 3. Определение уровня радиации

№ опыта	Показания прибора			Среднее значение мощности дозы	
	1-е	2-е	3-е	мкЗв/ч	мкР/ч
1					
2					
3					

Оформление результатов микроклиматических наблюдений

Данные всех микроклиматических наблюдений фиксируются в тетради, а затем обрабатываются и оформляются в виде табл. 4.

Таблица 4. Результаты обработки микроклиматических наблюдений

№ п/п	Дата и время наблюдения	Температура воздуха на высоте, °С		Температура воздуха, °С		Влажность воздуха на высоте, %		Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Температура почвы на глубине, °С		Температура поверхности почвы, °С	Облачность, баллы	Освещенность, лк/м
		20 см	150 см	max	min	20 см	150 см			5 см	15 см			
1														
2														
3														

ЗАДАНИЕ

Проанализируйте климатические факторы разных точек маршрута на основании полученных экспериментальных данных (табл.4).

1.3.2. ИЗУЧЕНИЕ ЭДАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ХОД РАБОТЫ

Оборудование, лабораторный ионометр, или pH-метр; **весы лабораторные;**
реактивы: линейка; совок; лопата; стеклянная посуда; бумажные
фильтры; 5 или 10%-ная соляная кислота HCl; раствор хло-
рида бария BaCl₂.

При изучении экологии животных и растений, их вертикального и горизонтального распределения в биогеоценозе, а также приуроченности к различным биотопам необходимо различать физические и химические свойства почвы, а также ее механический состав.

Проводя исследования, прежде всего, следует выяснить, свойства каких горизонтов почвы экосистемы (табл. 5) имеют первостепенное значение для живых организмов:

Таблица 5. Профиль подзола

Горизонт	Подгоризонт	Внешний вид	
A	L	Подстилка (1-5), рыхлая, пористая	
	F	Темно-коричневый слой, активные редуценты	
	H	Черный гумусовый слой	
	A	Темный серо-коричневый слой	Слой выщелачивания
B	Ea	Пепельно-серый слой	
	Bh	Слой с большим содержанием гумуса, рыхлый	
	Btr	Железистый слой, твердый, темного оранжево-коричневого цвета	
	Bs	Слой плотного песка оранжевого цвета с большим содержанием железа и биогенных элементов	
C		Материнская порода. Глубина залегания горизонта C различна (обычно 80-120 см)	

Основная масса корней растений и животные почвы сосредоточены на глубине залегания подгоризонтов A и Ea, или слоя выщелачивания.

Во время проведения исследований измеряется толщина слоя каждого обнаруженного горизонта и подгоризонта, и изучаются их физико-химические свойства.

Определение физических свойств почвы

Влажность почвы обуславливает наличие дождевых червей, глущину залегания личинок насекомых, их окукливание. Определяется прямыми наблюдениями по шкале Раменского:

Балл 1: почва сухая, не холодит руки, почти не светлеет. Песок сыпучий, глина сбита в крепкие комки.

Балл 2: почва свежая, слегка холодит руки, очень слабо светлеет при высыхании. Прижатая к почве фильтровальная бумага увлажняется.

Балл 3: почва влажная, заметно холодит руки, высыхая значительно светлеет и увлажняет придавленную к ней фильтровальную бумагу. Песок легко формируется, глина и суглинок скатываются, при высыхании трескаются.

Балл 4: почва сырая, при высыхании сильно светлеет. На ощупь холодная. Приложенная обыкновенная бумага промокает.

Балл 5: почва мокрая, блестит, лоснится от покрывающей ее пленки воды, обнаруживается текучесть, не скатывается.

Плотность (твердость) почвы имеет большое значение для продвижения в ней организмов. Определяется по следующим признакам:

1) *очень твердая почва* представляет собой компактную массу, почти неподдающуюся копанью лопатой;

2) *почва средней твердости* (лопата входит в нее с некоторым усилием, в несколько приемов, но все же значительно легче, чем в первом случае, из ямы почва достается целыми пластами);

3) *рыхлая почва* (лопата входит сразу на весь штык, и при выбрасывании из ямы почва легко рассыпается).

Пластичность (скатываемость) почвы имеет значение для живых организмов при прокладывании и заделке нор. Она определяется на ощупь следующим образом: кусочек почвы сильно увлажняют (почти до состояния текучести, размазываемости), затем между ладонями раскатывают в наиболее тонкую "колбаску". Легкие почвы скатываются только в виде шарика. Чем тяжелее почва, тем легче она скатывается.

Механический состав почвы определяет ее термический режим. Глинистые и суглинистые почвы характеризуются большой теплоемкостью, что влияет, в свою очередь, на влажность.

В лабораторных исследованиях выделяют следующие механические различия почв:

1) *глинистые*: почвенная масса с большим трудом растирается на ладони, в сухом состоянии твердая, во влажном – вязкая, пластичная и при скатывании образует тонкую длинную «колбаску», которая при сгибании в кольцо не разрывается; след от ножа дает узкую, мелкую и блестящую черту;

2) *суглинистые*: почва растирается без труда, хорошо видны песчинки, в сухом виде довольно плотная, во влажном – пластична, но «колбаска» при сгибании в кольцо разваливается; бороздка от ножа получается матовая и широкая;

3) *супесчаные*: почва растирается без труда, преобладают песчаные частицы, ссыхается в непрочные комки, по ходу движения ножа ощущается характерный хруст, края бороздки крошатся, в «колбаски» не скатывается;

4) *песчаные*: почва состоит исключительно из песчинок, в сухом состоянии сыпуча, во влажном – текучая масса.

Определение химических свойств почвы

От химических свойств почвы часто зависит распределение почвенной фауны и характер растительности. Во время проведения исследований определяются: *реакция почвы; наличие карбонатов; наличие сульфатов.*

1. **Реакция почвы (рН).** Для проведения химического анализа почвенной пробы необходимо приготовить почвенную вытяжку с извлеченными водорастворимыми солями:

- 50 г пробы почвы, пропустив через сито, помещают в коническую колбу;
- приливают 100 мл дистиллированной воды;
- колбу закрывают пробкой и встряхивают 3 мин.;
- раствор фильтруют через складчатый фильтр;
- полученную почвенную вытяжку используют для химического анализа.

Определение реакции почвы проводится с помощью *лабораторного ионометра, или рН-метра*. Настройку рН-метра проводят по стандартным буферным растворам. Перед каждым определением рН электроды промывают дистиллированной водой, высушивают фильтровальной бумагой, затем погружают в исследуемый фильтрат. Определение рН каждой пробы проводят 2 раза.

2. **Наличие карбонатов.** Определение карбонатов проводится 5 или 10%-ным раствором соляной кислоты *HCl*:

- несколько капель *HCl* капают на каждую исследуемую пробу почвы;
- отмечают реакцию и ее интенсивность: *бурное вскипание, вскипание или вспучивание.*

3. **Наличие сульфатов.** Определение сульфатов основано на осаждении сульфат-ионов SO_4^{2-} в кислой среде хлоридом бария $BaCl_2$:

- 50 г почвенной пробы помещают в складчатый фильтр;
- фильтруют разведенной соляной кислотой HCl ;
- на полученную вытяжку воздействуют несколькими каплями раствора хлорида бария $BaCl_2$.

Наличие сульфатов подтверждается выпадением осадка белого цвета.

Оформление результатов исследований

Данные о составе и свойствах почвы суммируются в виде табл. 6.

Таблица 6. Характеристика эдафических факторов наземных экосистем

№ п/п	Состав и свойства почвы	Горизонты и подгоризонты почвы*								
		А				В				С
		L	F	H	A	Ea	Bh	Btr	Bs	
1	Толщина слоя, см									
2	Влажность, балл									
3	Плотность (тв., ср.тв., рыхл.)									
4	Пластичность									
5	Механический состав (гл., сугл., супесч., песч.)									
6	pH почвы									
7	Наличие карбонатов**									
8	Наличие сульфатов**									

ЗАДАНИЕ

Сделайте краткий анализ полученных данных, с помощью которого должен быть выявлен характер взаимосвязи свойств почвы с микроклиматом, рельефом, растительностью и факторами антропогенного влияния.

* Физико-химические свойства изучаются на почвенных пробах обнаруженных горизонтов и подгоризонтов.

** Наличие или отсутствие карбонатов (сульфатов) следует отметить соответственно знаком «+» или «-».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите экологические факторы среды.
2. Дайте характеристику абиотических экологических факторов и их классификацию.
3. Какие экологические факторы относятся к антропогенным?
4. Как проводятся климатические наблюдения?
5. Каковы роль и значение абиотических экологических факторов в жизни организмов?
6. Как определяются физические свойства почвы?
7. Как проводится определение химических свойств почвы?

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисова С.И. Полевая практика по экологии: Учеб. Пособие. – Мн.: Універсітэцкае, 1999. – 120 с.
2. Кормилицын В.И., Цицкишвили М.С., Яламов Ю.И. Основы экологии. – М.: МПУ, 1997. 368 с.
3. Маврицев В.В., Основы общей экологии: Учеб. пособие. – Мн.: Выш. шк., 2000. – 317 с.:ил.
4. Челноков А.А., Ющенко П.Ф. Основы промышленной экологии: Учеб. пособие. – Мн.: Выш. шк., 2001. – 343 с.
5. Яловая Н.П., Строкач П.П. Экология и гидрохимия. Словарь – справочник: Справ. пособие. – Брест: БГТУ, 2002. – 244 с.: ил.

1.4. АНАЛИЗ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Цель работы: *изучить причины появления в воде загрязняющих веществ, методы контроля содержания их в воде и оценить пригодность источника для хозяйственно-питьевого водоснабжения на основе данных о качестве воды.*

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Гидросфера - прерывистая водная оболочка Земли, расположенная между атмосферой и земной корой и представляющая собой совокупность океанов, морей и водных объектов суши (реки, озера, водохранилища, болота, подземные воды), включая скопления воды в твердой фазе (снежный покров, ледники). Мировой океан занимает 71% поверхности Земли, его средняя глубина 3704 м, наибольшая - 11034 м, масса воды $1,5 \cdot 10^{18}$ т. Гидросфера служит естественным аккумулятором большинства загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу или литосферу. Это связано с большой растворяющей способностью воды, с круговоротом воды в природе, а также с тем, что водоемы являются конечным пунктом на пути движения различных сточных вод.

Присутствие загрязняющих веществ в водной среде оказывает влияние на жизнедеятельность отдельных живых организмов и на функционирование всей водной системы.

Природная вода является неоднородной средой. В ней присутствуют вещества в твердом, газообразном и истинно растворенном состоянии, множество микроорганизмов, находящихся в равновесии с окружающей средой.

Воздействие загрязнителей на природные водоемы различно. Тепловое загрязнение вызывает интенсификацию процессов жизнедеятельности водных организмов, что нарушает равновесие экосистемы. Минеральные соли опасны для одноклеточных организмов, обменивающихся с внешней средой осмотическим путем. Взвешенные вещества уменьшают прозрачность воды, снижают фотосинтез водных растений и аэрацию водной среды, способствуют заилению дна в зонах с малой скоростью течения, оказывают неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность водных организмов-биофильтров. На взвешенных частицах могут сорбироваться различные загрязняющие вещества; оседая на дно, они могут стать источником вторичного загрязнения воды.

Загрязнение вод тяжелыми металлами не только оказывает экологический вред, но и наносит значительный экономический ущерб. Источниками загрязнения воды тяжелыми металлами служат гальванические цехи, предприятия горнодобывающей промышленности, черной и цветной металлургии. При загрязнении воды нефтепродуктами на поверхности образуется пленка, препятствующая газообмену воды с атмосферой.

В ней, а также в эмульсии тяжелых фракций накапливаются другие загрязнители, кроме того, сами нефтепродукты аккумулируются в водных организмах. Основными источниками загрязнения вод нефтепродуктами являются водный транспорт и поверхностный сток с городских территорий. Загрязнение водной среды биогенными элементами ведет к *эвтрофированию водоемов*¹.

Органические вещества-красители, фенолы, ПАВ, диоксины, пестициды и др. создают опасность возникновения токсикологической ситуации в водоеме. Особенно токсичными и устойчивыми в окружающей среде являются диоксины. Это две группы хлорсодержащих органических соединений относящихся к дибензодиоксинам и дибензофуранам. Один из них - 2,3,7,8-тетрахлордибензодиоксин (2,3,7,8 - ТХДД) является очень токсичным соединением. Токсическое действие различных диоксинов проявляется одинаково, но отличается по интенсивности. Диоксины накапливаются в окружающей среде, и концентрация их растет.

Изучение загрязнения воды имеет свои особенности. Как и при определении атмосферных загрязнений приходится определять малые количества веществ непостоянного состава в присутствии других загрязнителей. Отличие в том, что в незагрязненной воде постоянно содержатся органические и неорганические вещества сложного строения, кроме того, в воде протекают химические и фотохимические процессы, приводящие к изменению состава химических веществ. В химических превращениях большое участие принимают биологические объекты животного и растительного происхождения. Поэтому содержание кислорода является одним из важнейших показателей состояния водной системы.

Особое значение для правильной оценки загрязнения воды, и в том числе для отбора проб, имеет распределение веществ, которое зависит от многих локальных условий: скорости и характера движения воды, осадков, физико-химических свойств загрязняющих веществ, их устойчивости в воде и т. д. Обычно устанавливается динамическое равновесие между ними. Если условно рассеять водную массу вертикальной плоскостью, можно выделить места различной реакционной способности: поверхностную пленку, основную водную массу и донный осадок.

Донный осадок и поверхностная пленка являются зонами концентрации загрязняющих веществ. На дно оседают нерастворимые в воде соединения, а осадок является хорошим сорбентом для многих веществ.

В воду могут попадать неразлагаемые загрязняющие вещества. Но они способны реагировать с другими химическими соединениями, образуя устойчивые конечные продукты, которые накапливаются в биологи-

¹ *Эвтрофирование водоемов* – чрезмерное обогащение водной среды питательными веществами (биогенными элементами и органическими веществами), способствующими усиленному развитию растительных и животных организмов.

ческих объектах (планктоне, рыбах и т. д.) и через пищевую цепь попадают в организм человека.

При выборе места отбора пробы воды учитываются все обстоятельства, которые могут оказать влияние на состав взятой пробы.

Различают две основные пробы: *разовую* и *среднюю*. **Разовую пробу** получают путем отбора требуемого объема воды за один раз. **Средняя проба** получается смешением равных объемов проб, отобранных через равные промежутки времени. Средняя проба тем точнее, чем меньше интервалы между отдельно взятыми составляющими ее пробами.

В зависимости от цели исследований *отбор проб* может быть *разовым* и *регулярным (серийным)*. **Разовый отбор проб** используется, когда:

- 1) измеряемые параметры подвержены большим изменениям во времени или (и) по глубине и акватории водоема;
- 2) известны закономерности изменений определяемых параметров;
- 3) требуются лишь самые общие представления о качестве воды в водоеме;
- 4) требуется периодическое определение возможных изменений состава вод в ранее хорошо изученных водоемах.

Регулярный (серийный) отбор проб – такой отбор проб, при котором каждая проба отбирается в определенной временной и (или) пространственной взаимосвязи с другими. Он дает наиболее определенную и надежную информацию о качестве вод.

При контроле качества вод поверхностных водоемов место отбора пробы выбирают в соответствии с целями анализа и на основании исследования местности. Чтобы исключить влияние случайных факторов местного характера, особенно внимательно надо обследовать притоки реки и источники загрязнения бассейна водоема, находящиеся выше места взятия пробы. За исключением наблюдений в специальных целях, не следует брать пробы воды на химический анализ в следующих пунктах:

- 1) подверженных непосредственному влиянию вод притоков;
- 2) вблизи вывода сточных вод или если берега загрязняются отбросами;
- 3) в участках слабого водообмена.

В поверхностных водоемах, в тех случаях, когда целью исследования не является поверхностный или придонный слой, пробу отбирают на глубине 20-30 см от поверхности и на таком расстоянии от дна, какое допускает аппаратура для отбора пробы. Пробы отбирают или смешанные по длине, или в ряде точек в поперечном сечении.

Пробу воды на анализ отбирают в чистую посуду, предварительно 2-3 раза сполоснув ее исследуемой водой. С открытых водоемов пробы отбирают в фарватере реки с глубины 50 см. Бутыль с грузом опускают

на глубину, после чего пробку открывают с помощью прикрепленного к ней держателя. Лучше для этой цели использовать специальные приборы - батометры, которые позволяют применять посуду разной формы и емкости. Батометр состоит из зажима, плотно обхватывающего посуду, и приспособления для открывания пробки на нужной глубине.

При длительном стоянии пробы могут произойти существенные изменения в составе воды, поэтому, если нельзя начать анализ воды сразу после отбора или через 12 часов после отбора, ее консервируют для стабилизации химического состава. Универсального консервирующего средства не существует.

Для определения качества воды выделяется 4 группы показателей:

группа 1 - показатели, характеризующие органолептические свойства воды;

группа 2 - показатели, характеризующие химический состав воды;

группа 3 - показатели, характеризующие эпидемиологическую безопасность воды;

группа 4 – показатели, характеризующие радиологические свойства воды.

В данной лабораторной работе предлагается рассмотреть определение показателей, характеризующих органолептические свойства и химический состав воды.

ХОД РАБОТЫ

1.4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Органолептические свойства нормируются по интенсивности их восприятия человеком. Это – температура, прозрачность, мутность, цветность, запах, вкус и привкус, примеси (пленка, водные организмы).

Определение температуры воды

Оборудование, *ртутный термометр для измерения температуры воды со*
материалы: *стоградусной шкалой и ценой деления 0,1°С; пробы воды.*

Температура воды является важнейшей характеристикой, в значительной мере определяющей скорость, а иногда и направление изменений ее качества. От температуры воды зависят протекающие в водоеме физические, химические, биологические и биохимические процессы.

Летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более, чем на 3°С по сравнению со среднемесячной температурой за последние 10 лет.

Измерение температуры воды производят во время или сразу после отбора пробы. Для этого обычно используют комбинированные ртутные термометры с ценой деления 0,1°С.

Определение прозрачности воды

Оборудование, *стеклянный цилиндр с внутренним диаметром 2,5 см, высотой материалы:* *50 см и плоским дном; шрифт (высота букв составляет 2 мм, а толщина линий букв - 0,5 мм); линейка; пробы воды.*

Прозрачность (или светопропускание) воды обусловлена ее цветом и мутностью, т.е. содержанием в ней различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ.

Степень прозрачности воды выражается высотой столба жидкости в см, через который отчетливо виден специальный шрифт. Воду в зависимости от степени прозрачности подразделяют на: прозрачную; слегка мутную; мутную; сильно мутную.

Прозрачностью не менее 30 см должны обладать воды, подаваемые для питьевого водоснабжения без осветления. Речные воды, кроме горных, могут иметь прозрачность 25 см. Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

Исследуемую воду наливают в цилиндр, под дно которого подкладывают шрифт. Воду наливают до тех пор, пока сверху через слой воды можно будет отчетливо прочесть подложенный шрифт. Высоту столба воды в цилиндре измеряют линейкой. Определение производят при хорошем дневном рассеянном освещении на расстоянии 1 м от светонесущей стены. Измерения повторяют несколько раз (не менее 3-4-х), и за окончательный результат принимают среднее значение единичных измерений.

Определение осадка в воде

Оборудование, *стеклянный цилиндр; пробы воды.*
материалы:

Взболтанную в бутылке воду наливают в цилиндр слоем примерно 30 см и оставляют в покое на 1 час, если вода отобрана из открытого водоема, или на 1 сутки, если вода взята из подземных источников. Осадок оценивают количественно (нет, незначительный, заметный, большой) и качественно (песчаный, глинистый, илистый, кристаллический, хлопьевидный). Отмечают также цвет осадка. Большой осадок свидетельствует о загрязнении воды.

Определение цветности воды

Оборудование, *фотокolorиметр; цилиндр на 100 мл; мерные колбы на 1 л; реактивы,* *дистиллированная вода; стандартный раствор №1 (0,0875 г материалы:* *бихромата калия, 2 г сульфата кобальта и 1 мл серной кислоты с плотностью 1,84 г/мл растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1 л. Раствор соответствует цветности 500 град.); раствор №2 (1 мл конц. H₂SO₄ доводят дистиллированной водой до 1 л); пробы воды.*

Цветность - природное свойство воды, обусловленное наличием гуминовых веществ, которые придают ей окраску от желтоватого до коричневого цвета. Гуминовые вещества образуются при разрушении органических соединений в почве, вымываются из нее и поступают в открытые водоемы. Поэтому цветность свойственна воде открытых водоемов и резко увеличивается в паводковый период. Цветность воды определяется в градусах. Вода, имеющая цветность 20 град., считается бесцветной. Вода, не подвергающаяся перед подачей потребителю обесцвечиванию, должна иметь цветность не выше 20 град. При цветности выше 35 град. водопотребление ограничивают.

Цветность определяется визуальным и фотокolorиметрическим методами. Для визуального определения в колориметрический цилиндр наливают 100 мл профильтрованной исследуемой воды и, просматривая окраску контрольных растворов сверху вниз, находят цилиндр, окраска жидкости в котором совпадает с окраской воды в цилиндре с исследуемой водой.

Более точное определение цветности производится на фотозлектрокolorиметре. Для этого строят градуированный график по хромово-кобальтовой шкале цветности. Растворы с различной цветностью фотометрируют в кювете на 5 см в синей части спектра относительно профильтрованной дистиллированной воды.

Для приготовления шкалы цветности приготавливают растворы №1 и №2 и смешивают их в цилиндрах в следующих соотношениях (табл.7.):

Таблица 7. Хромово-кобальтовая шкала цветности

Раствор №1, мл	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16
Раствор №2, мл	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	84
Градусы цветности, град.	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Определение запаха воды

Оборудование, водяная баня; **термометр** для измерения температуры воды;
материалы: колбы конические; пробирки; пробы воды.

Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в нее:

- в результате процессов жизнедеятельности водных организмов;
- при биохимическом разложении органических веществ;
- при химическом взаимодействии компонентов, содержащихся в водоеме;
- со сточными водами предприятий химической, металлургической, нефтеперерабатывающей, машиностроительной, и др.;
- при обработке питьевой воды.

Вид, интенсивность и устойчивость запаха могут быть различны и зависят от состава обуславливающих его веществ, температуры, активной реакции среды (pH), степени загрязненности и др. Чистые природные воды запахов не имеют.

Выделяют следующие основные характерные запахи (табл. 8):

Таблица 8. Виды запаха

Сокращение	Характер запаха
А	Ароматный
Б	Болотный
Г	Гнилостный
Д	Древесный
З	Землистый
П	Плесневый
Р	Рыбный
С	Сероводородный
Т	Травянистый
Н	Неопределенный

Запах оценивается в баллах. Водой, не имеющей запаха, считается такая вода, запах которой не превышает 2 баллов. Наличие запаха в воде в значительной мере ухудшает органолептические свойства, делая ее непригодной для питья. Для определения интенсивности запаха обычно пользуются следующей системой баллов (табл. 9.):

Таблица 9. Интенсивность запаха воды

Интенсивность запаха, балл	Характеристика	Проявление запаха
0	Никакого запаха	Отсутствие ощутимого запаха
1	Очень слабый	Запах, не замечаемый потребителем, но определяемый потребителем в исследованиях
2	Слабый	Запах, обнаруживаемый потребителем
3	Заметный	Запах, легко обнаруживаемый (вода неприятна для питья)
4	Отчетливый	Запах, обращающий на себя внимание, заставляющий воздержаться от питья и делающий воду непригодной для питья
5	Очень сильный	Запах настолько сильный, что делает воду совершенно непригодной

Определение запаха производят вскоре после отбора пробы. Пробы не фильтруют и не консервируют.

Метод основан на определении вида и интенсивности запаха при температурах 20 и 60 °С.

Определение запаха необходимо производить в помещении, изолированном от проникновения посторонних запахов. Обязательно следует указывать температуру окружающего воздуха. Для исключения субъективной ошибки целесообразно сотрудничество нескольких лиц.

В коническую колбу при 20 °С приливают исследуемую пробу воды и сразу закрывают ее пробкой. Для определения используют 100-250 мл пробы. Содержимое несколько раз встряхивают. Затем колбу открывают и немедленно органолептически определяют характер запаха и его интенсивность.

В другую колбу также приливают исследуемую пробу объемом 100-250 мл, и горлышко закрывают стеклом. Колбу подогревают на водяной бане до 60 °С, перемешивают содержимое осторожным встряхиванием, открывают колбу и немедленно органолептически устанавливают характер и интенсивность запаха.

Определение вкусов и привкусов воды

Оборудование, *термометр для измерения температуры воды; колбы конические; пробирки; пробы воды.*

Вкусы и привкусы определяются в баллах. Водой без привкусов называется такая вода, привкусы которой не превышают 2 баллов.

Определение ведется с заведомо безопасной водой при 20 °С. Воду набирают в рот малыми порциями, не проглатывая. Отмечают наличие *вкуса (солёный, горький, кислый, сладкий) или привкуса (щелочной, железистый, металлический, вяжущий и т. д.)* и их интенсивность в баллах по шкале, аналогичной определению интенсивности запаха (см табл.3).

При интенсивности вкусов и привкусов выше 2 баллов ограничивается водопотребление, т.к. сильные вкусы и привкусы могут быть показателями загрязнения воды загрязненными сточными водами или свидетельствуют о наличии биологически активных веществ, выделяемых сине-зелеными водорослями.

1.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ

Природный состав воды характеризуется следующими показателями: сухой остаток, общая жесткость, водородный показатель pH, общая щелочность, содержание катионов и анионов: Ca^{2+} , Na^{+} , Mg^{2+} , HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} . Показателем присутствия химических веществ, поступающих в водоисточник со сточными водами, является содержание в воде *Al, Be, Mn, Cu, полифосфатов Pb, Zn, Ag, V, радия-226, стронция-*

90, As и др. Железо содержится в чистых природных водах, но поступает оно также в водоемы и со сточными водами.

Определение состава и свойств воды по водородному показателю (pH)

Оборудование, материалы: лабораторный ионометр, или pH-метр; термометр ртутный со столбчатой шкалой; стеклянные стаканы вместимостью 50 мл; бумажные фильтры; пробы воды.

Водородный показатель, или активная реакция среды (pH), характеризует активность или концентрацию ионов водорода в растворах и представляет собой отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов:

$$pH = -\lg[H^+].$$

Согласно классической теории электролитической диссоциации, произведение концентрации водородных и гидроксильных ионов при определенной температуре представляет постоянную величину - константу диссоциации:

$$[H^+] \times [OH^-] = K_w \text{ (при температуре } 20^\circ\text{C } K_w \text{ равна } 10^{-14}).$$

Нейтральность воды и водных растворов характеризуется равенством концентраций водородных и гидроксильных ионов, следовательно,

- при $[H^+] > 10^{-7}$, $[OH^-] < 10^{-7}$ растворы имеют кислую реакцию;
- при $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ - нейтральную реакцию;
- при $[H^+] < 10^{-7}$, $[OH^-] > 10^{-7}$ - щелочную реакцию.

В соответствии с этим в кислых растворах $pH < 7$, в нейтральных - $pH = 7$, в щелочных - $pH > 7$.

Водородный показатель играет важную роль в определении качества воды. В речных пресных водах его значение обычно колеблется от 6,5 до 8,5; в атмосферных осадках - от 4,6 до 6,1; в болотных водах - от 5,5 до 6,0; в воде океана от 7,9 до 8,3; в шахтных и рудных водах иногда достигает 1,0; а в воде содовых озер и термальных источников - 10,0. Концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям - зимой водородный показатель для большинства речных вод составляет 6,8-7,4, летом - 7,4-8,2.

Концентрация ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, протекающих в природных водах. От водородного показателя зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, степень агрессивности воды по отношению к металлам и бетону и др. На его величину влияют: повышенная концентрация в воде гуминовых кислот (например, в водах болотного характера, подверженных гидролизу солей), «цветение» водоемов, загрязнение их стоками промышленных предприятий и другие факторы.

Постоянство pH, от которого зависит протекание в воде различных биологических и физико-химических процессов, поддерживается в при-

родных водах гидрокарбонатной буферной системой, состоящей из растворенной в воде угольной кислоты H_2CO_3 , гидрокарбонатных HCO_3^- и карбонатных CO_3^{2-} ионов.

Для определения pH воды применяются специальные реактивы – индикаторы, а также приборы - pH-метры со стеклянными электродами. С помощью универсальной индикаторной бумаги можно определить pH с точностью до 0,2-0,3 единиц pH. Измерение pH цветных растворов и суспензий индикаторным способом невозможно.

Электрометрический (потенциометрический) метод определения pH воды отличается большой точностью (до 0,02) и позволяет проводить исследование практически в любой воде независимо от ее окраски, мутности, солевого состава.

Метод основан на измерении разности потенциалов, возникающих на границах между внешней поверхностью стеклянной мембраны электрода и исследуемым раствором, с одной стороны, и внутренней поверхностью мембраны и стандартным раствором – с другой. Внутренний стандартный раствор стеклянного электрода имеет постоянную концентрацию ионов водорода, поэтому потенциал на внутренней поверхности мембраны не меняется. Измеряемая разность потенциалов определяется потенциалом, возникающим на границе внешней поверхности электрода и исследуемого раствора. Пределы линейной зависимости потенциала электрода от pH обусловлены свойствами стеклянного электрода. Стеклянный электрод применяют для измерения pH от 1 до 12,7.

Для измерения pH можно пользоваться потенциометрами (pH-метрами) различных марок. Стеклянные электроды этих приборов калибруются по буферным растворам.

Соединения железа, сероводорода, мышьяка, свободный хлор, взвешенные вещества и коллоиды на измерение концентрации ионов водорода в природных водах не влияют. Результат определения pH зависит от температуры воды.

ХОД РАБОТЫ

Перед измерением водородного показателя pH прибор проверяют по стандартным буферным растворам. Электроды промывают дистиллированной, затем исследуемой водой, после чего погружают в тщательно перемешанную исследуемую воду.

Величину потенциала стеклянного электрода отсчитывают в единицах pH, округляя до 0,05-0,1.

Для каждой пробы определение pH проводят 2 раза.

Определение состава и свойств воды по общей, карбонатной и гидрокарбонатной щелочности

Оборудование, колба коническая емкостью 250 мл (2 шт.), пипетка емкостью 100 мл, капельница (2 шт.), бюретка на 100 мл, пробы воды;
материалы: HCl, 0,1 н. раствор; метиловый оранжевый, 0,03%-ный раствор; фенолфталеин, 0,1 %-ный раствор.

Щелочность воды обусловлена наличием в ней гидроксильных ионов OH^- , а также анионов HCO_3^- , CO_3^{2-} , HS^- , HSiO_3^- , SiO_3^{2-} , HPO_4^{2-} и других, представляющих соли слабой кислоты и сильного основания.

Щелочность большинства природных вод зависит в основном от содержания солей угольной кислоты (гидрокарбонатов и карбонатов). Поэтому различают обычно лишь гидрокарбонатную и карбонатную щелочность. Некоторые приемы обработки воды при pH выше 8,4 приводят к появлению гидратной щелочности.

ХОД РАБОТЫ

Определение общей щелочности производится титрованием и основано на реакции образования нейтральных солей при титровании воды соляной кислотой. Общая щелочность воды обусловлена присутствием ионов OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} .

К 100 мл исследуемой воды, отмеренной пипеткой в коническую колбу на 250 мл, добавляют 2-3 капли раствора фенолфталеина. Если появится розовая окраска, воду титруют 0,1н. раствором соляной кислоты до обесцвечивания. Затем в ту же пробу добавляют 2-3 капли раствора метилового оранжевого и продолжают титрование 0,1н. раствором соляной кислоты до перехода окраски из желтой в розовую. Записывают объем 0,1н. раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование с фенолфталеином, и общий объем 0,1 н. раствора соляной кислоты, израсходованный на все титрование.

Общую щелочность $\text{Щ}_{\text{общ}}$ (мг-экв/дм³) воды вычисляют по формуле:

$$\text{Щ}_{\text{общ}} = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{V_1},$$

где V - общий объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование взятого объема исследуемой воды, мл; V_1 - объем воды, взятой для исследования, мл; N - нормальность раствора соляной кислоты.

Для каждой пробы определение общей щелочности проводят 2 раза.

Определение состава и свойств воды по содержанию хлоридов

Оборудование, нитрат серебра AgNO_3 , 10%-ный раствор; пробирки колориметрические; пробы воды.

Хлориды являются составной частью большинства природных вод. Концентрация хлоридов в водоемах (источниках водоснабжения) допускается до 350 мг/дм^3 , лимитирующий показатель вредности – органолептический. Обнаружение большого количества хлоридов является показателем загрязнения природных вод бытовыми и промышленными сточными водами. Содержание хлоридов в промышленных сточных водах зависит от характера производства.

Качественное определение проводится с приближенной количественной оценкой.

ХОД РАБОТЫ

В пробирку наливается 5 мл исследуемой воды и добавляется 3 капли 10%-ного раствора нитрата серебра AgNO_3 . При наличии хлорид-ионов Cl^- возникает опалесценция, или выпадает белый осадок. Приближенная количественная оценка дается в соответствии с табл. 10.

Таблица 10. **Определение хлоридов**

Характер осадка	Концентрация хлоридов, мг/дм^3
Опалесценция, или слабая муть	1-10
Сильная муть	10-50
Медленно оседающие хлопья	60-100
Белый объемистый осадок	100

При добавлении избытка аммиака, осадок хлорида серебра растворяется, и раствор становится прозрачным.

Для каждой пробы определение хлоридов проводят 2 раза.

Определение состава и свойств воды по содержанию сульфатов

Оборудование, соляная кислота HCl , разбавленная дистиллированной водой в соотношении 1:5; хлорид бария BaCl_2 , 5 % -ный раствор; пробирки колориметрические; пробы воды.

Естественное содержание сульфатов в природных водах обусловлено выщелачиванием горных пород, биохимическими процессами и т.п. Концентрация сульфатов в водоемах (источниках водоснабжения) допускается до 500 мг/дм^3 . Повышенное содержание сульфатов может быть связано со сбросом сточных вод, содержащих неорганические и органические соединения серы.

Метод определения сульфатов основан на осаждении сульфатионов SO_4^{2-} в кислой среде хлоридом бария BaCl_2 в виде сульфата бария BaSO_4 .

ХОД РАБОТЫ

В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, добавляют 0,5 мл соляной кислоты HCl , 2 мл 5 %-ного раствора хлорида бария BaCl_2 и перемешивают.

Приближенное содержание сульфатов определяется визуально по характеру выпадающего в пробе воды осадка (табл.11).

Таблица 11. Определение сульфатов

Характер осадка	Концентрация сульфатов, мг/дм ³
Отсутствие муты	5
Слабая муть, появляющаяся через несколько минут	5-10
Слабая муть, появляющаяся сразу после добавления хлорида бария	10-100
Сильная муть, быстро оседающая	100

Для каждой пробы определение сульфатов проводят 2 раза.

Оформление результатов исследований

Данные всех проведенных исследований по определению показателей качества исследуемых проб воды заносят в таблицу 12:

Таблица 12. Характеристика абиотических факторов водной среды

№ п/п	Абиотический фактор	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	Проба № 5
1	2	3	4	5	6	7
1	Температура, °C					
2	Прозрачность, см					
3	Осадок: -количеств. оценка -качествен. оценка					
4	Цветность, град.					
5	Запах, балл					
6	Интенсивность запаха, балл					
7	Вкус					
8	Интенсивность вкуса, балл					
9	Привкус					
10	Интенсивность привкуса, балл					

1	2	3	4	5	6	7
11	рН воды, мг-экв/дм ³					
12	Общая щелочность, мг-экв/дм ³					
13	Хлориды, мг/дм ³					
14	Сульфаты, мг/дм ³					

ЗАДАНИЕ

Определите качество исследуемых проб воды по показателям групп А и Б. Оцените пригодность источников для хозяйственно-питьевого водоснабжения, используя данные проведенных исследований проб воды (табл. 12). Укажите причины появления в воде загрязняющих веществ и методы контроля содержания их в воде.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как происходит загрязнение гидросферы?
2. Каковы особенности изучения абиотических факторов водных экосистем?
3. Как ведется отбор проб воды? Перечислите виды проб воды.
4. Назовите группы показателей определения качества воды. По каким показателям и свойством определяется качество воды?
5. Назовите органолептические свойства воды и особенности их определения.
6. Назовите химические показатели качества воды, и особенности их определения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисова С.И. Полевая практика по экологии: Учеб. пособие. – Мн.: Універсітэцкае, 1999. – 120 с.
2. Строкач П.П., Кульский Л.А. Практикум по технологии очистки природных вод: Учеб. пособие. – Мн.: Выш. школа, 1980. – 320 с.: ил.
3. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.: ил.
4. Яловая Н.П., Строкач П.П. Экология и гидрохимия. Словарь – справочник: Справ. пособие. – Брест: БГТУ, 2002. – 244 с.: ил.

1.5. БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Цель работы: ознакомиться с методом лишеноиндикации загрязнений, оценить комплексное воздействие промышленных выбросов в обследуемом районе по наличию, обилию и разнообразию видов лишайников.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Биоиндикация – это метод обнаружения и оценки воздействия абиотических и биотических факторов на живые организмы при помощи биологических систем.

Живые организмы в той или иной степени реагируют на изменения окружающей среды. В ряде случаев это нельзя выявить физическими или химическими методами, т.к. разрешающие возможности приборов или химических анализов ограничены. Этими методами может быть обнаружен, например, эффект биологического накопления отдельных токсических веществ в организмах растений и животных. Чувствительные же организмы-биоиндикаторы реагируют не только на малые дозы экологического фактора, но и дают адекватную реакцию на воздействие комплекса факторов, выявляя *синергизм*¹, *эмерджентность*², *ингибирование*³.

Выделяют два основных метода биоиндикации: пассивный и активный. С помощью пассивного метода исследуют видимые или незаметные повреждения и отклонения от нормы, являющиеся признаками неблагоприятного воздействия. Активный мониторинг используют для обнаружения ответной реакции наиболее чувствительных к данному фактору организмов (биотестирование). Это может быть как один фактор (сернистый газ), или как многокомпонентная смесь (выхлопные газы автотранспорта).

Биоиндикация может проводиться на уровне макромолекул, клетки, организма, популяции, сообщества и экосистемы.

Существует биоиндикация *специфическая* (реакция только на один фактор) и *неспецифическая* (одна и та же реакция на многие факторы).

¹ **Синергизм** – совместное действие, или суммирование составляющих целого.

² **Эмерджентность** – наличие у системного целого особых новых свойств, не присущих его частям (целое больше суммы его частей). Например, водород и кислород, соединяясь в определенном соотношении, образуют воду, жидкость, не похожую на свойства исходных газов. Т.е. части интегрируются, обуславливая появление уникальных свойств. Принцип эмерджентности учитывается при проведении экологической экспертизы и экологическом прогнозировании.

³ **Ингибирование** – торможение или замедление жизненных процессов (роста, метаболизма).

Чувствительными биоиндикаторами могут служить как отдельные процессы в клетке и организме, так и морфологические изменения.

В порядке возрастания *толерантности*¹ к загрязнениям растительные организмы располагаются следующим образом: грибы, лишайники, хвойные, травянистые растения, листопадные деревья. Среди сельскохозяйственных культур наиболее чувствительны салат, люцерна, злаковые, крестоцветные, а к нечувствительным видам относят кукурузу, виноград, розоцветные, подорожник. Указанные градации не являются одинаковыми для всех видов загрязнителей среды, т.к. их воздействие разное и выявление специфических биоиндикаторов на тот или иной фактор придает самому методу новый научный аспект, который дает возможность сделать его более точным и информативным.

Лихеноиндикация загрязнения атмосферного воздуха

Информативными основными биоиндикаторами состояния воздушной среды и ее изменения являются низшие растения: мхи и лишайники, которые накапливают в своем слоевище (таллومه) многие загрязнители (серу, фтор, радиоактивные вещества, тяжелые металлы). Лишайники очень нетребовательны к факторам внешней среды, они поселяются на голых скалах, бедной почве, стволах деревьев, мертвой древесине, однако для своего нормального функционирования они нуждаются в чистом воздухе. Особенно чувствительны они к сернистому газу. Малейшее загрязнение атмосферы, не влияющее на большинство растений, вызывает массовую гибель чувствительных видов лишайников. Они исчезают, как только концентрация сернистого газа достигнет 35 млрд⁻¹ (среднее его содержание в атмосфере крупных городов свыше 100 млрд⁻¹). Не удивительно поэтому, что большинство лишайников уже исчезло из центральных зон городов. На них также избирательно действуют вещества, увеличивающие кислотность среды (O_2 , O_3 , H_2 , HCl , NO_2). Для лишайников сравнительно безвредны тяжелые металлы (Pb , Zn , Cu), накапливающиеся в слоевище в значительных количествах, а также естественные и искусственные радиоактивные изотопы. Лишайники используются для *биоиндикации*² изменения антропогенного загрязнения среды в пространстве и *биомониторинга*³ изменений антропогенного загрязнения среды во времени. С помощью лишайников можно оценить комплексное действие промышленных выбросов в обследуемом районе.

Научное направление биомониторинга за состоянием воздушной среды при помощи лишайников называется *лихеноиндикацией*.

¹ *Толерантность* – устойчивость организма к действию экологического фактора.

² *Биоиндикация* – использование особо чувствительных организмов для обнаружения загрязнителей или других агентов в окружающей среде.

³ *Биомониторинг* – слежение за качеством всех слагаемых окружающей среды и состоянием биологических объектов.

Лишайники – это симбиоз водоросли и гриба. Они чувствительны к загрязнению среды в силу следующих причин:

1. У лишайников отсутствует непроницаемая кутикула, благодаря чему обмен газов происходит свободно через всю поверхность;
2. Большинство токсических газов концентрируются в дождевой воде, а лишайники впитывают воду всем слоевищем, в отличие от цветковых растений, которые поглощают воду преимущественно корнями;
3. Большинство цветковых растений в наших широтах активно только летом, когда уровень загрязнения сернистым газом намного ниже (вследствие уменьшения сжигания угля в топках - основного источника сернистого газа), в то время как лишайники обладают способностью к росту и при температурах ниже 0°C.

В отличие от цветковых растений лишайники способны избавляться от пораженных токсическими веществами частей своего таллома каждый год. В городах с загрязненной атмосферой они редки, главный враг лишайников в городах - сернистый газ. Установлено, что чем выше уровень загрязнения природной среды сернистым газом, тем больше серы накапливается в слоевище лишайников, причем живое слоевище аккумулирует серу из среды интенсивнее, чем мертвое. Особенно удобны лишайники в качестве биоиндикаторов небольшого загрязнения окружающей среды. Наиболее чувствительным симбионтом в талломе лишайников является водоросль.

В мире насчитывается около 26 тысяч видов лишайников. Они различаются по зонам произрастания (тундра, лесная зона и т.д.), видам субстрата (камни, скалы, стволы и ветви деревьев, почва). У лишайников, растущих на деревьях, видовой состав различается в зависимости от активной реакции среды (рН) коры. Лишайники исчезают в первую очередь с деревьев, имеющих кислую кору (береза, хвойные), затем с деревьев с нейтральной корой (дуб, клен) и позже всего - с деревьев, имеющих слабощелочную кору (вяз мелколистный, акация желтая). В лишайниковых типах леса доминируют кустистые лишайники (*Кладония*, *Цетрария*), длинными бородами с ветвей деревьев свисает *Уснея*, которая является наиболее чувствительным видом и растет в лесах только с чистой атмосферой.

Среди жизненных форм лишайников различают:

1. **Накипные** (слоевище имеет вид корочек) - например, *Бацидиум фисция*;
2. **Листоватые** (слоевище имеет вид пластинок) - например, *Пармелия*, *Стелная золотянка*, *Гипогимния*;
3. **Кустистые** (слоевище имеет вид кустиков или свисающих «бород», иногда до 1-2 м длиной) - например, *Уснея*, *Бриория*, *Клафония*, *Цетрария*.

Наиболее чувствительны к загрязнению воздушной среды кустистые и листоватые лишайники (исчезают полностью), наименее - накипные.

Лишайники (особенно *Бриория*, *Пармелия*, *Уснея*) являются пищей ряда животных (косуль, оленей), а *Кладония* - основная пища северного оленя. Разрушение и исчезновение лишайникового покрова в связи с загрязнением территории под влиянием промышленности и транспорта нарушает основные пищевые цепи и приводит к исчезновению ряда животных (особенно оленей).

ХОД РАБОТЫ

Оборудование, гербарий видового разнообразия лишайников; **линейка** (100 см).
материалы:

В данной лабораторной работе предлагается провести биоиндикацию территории с помощью лишайников с целью сбора информации о загрязненности атмосферного воздуха сернистым газом.

Трансекту длиной в 2-3 км удобно разместить перпендикулярно насыщенной автотранспортом дороге, примыкающей к лесному массиву, состоящему из небольшого разнообразия древесных видов (например, сосна с примесью березы или дубовое насаждение с примесью клена).

Трансекта разбивается на ряд участков:

- 1) возле дороги;
- 2) в 100 м;
- 3) в 300 м;
- 4) в 500 м;
- 5) в 1000 м;
- 6) 2000-3000 м от дороги.

Каждый участок разбивается на квадраты определенного размера 20х20м, 50х50м или 100х100м (в зависимости от разреженности насаждения).

На каждом квадрате учитываются следующие параметры:

- 1) общее число видов лишайников;
- 2) степень покрытия слоевищами лишайников каждого дерева;
- 3) частота (встречаемость) каждого вида;
- 4) обилие каждого вида.

Картирование лишайников по мелким квадратам дает возможность оценить состояние воздуха и указать местоположение источников выбросов. При этом используются как *количественные показатели* (процент покрытия слоевищами каждого вида или избранных видов поверхности ствола, размеры слоевищ, доля поврежденных слоевищ и т.п.), так и *качественные критерии* (наличие или отсутствие определенных видов лишайников, изменение их состава, группировок и т.п.). Для оценки степени покрытия выбирают не наклоненные отдельно стоящие деревья, у которых на высоте 30-150 см проводится учет лишайников по наиболее заросшей ими части коры. Сравнимые результаты могут быть получены, если при выборе деревьев

ориентируются на разные виды, а затем рассчитывается средняя степень покрытия для каждого квадрата съемки.

Частота встречаемости лишайников и степень покрытия или субстрата может оцениваться следующим образом (табл.13):

Таблица 13. Градации частоты встречаемости и степени покрытия

Оценка	Частота встречаемости	Степень покрытия
1	Очень редкая	Очень низкая
2	Редкая	Низкая
3	Небольшая	Средняя
4	Большая	Большая
5	Очень высокая	Очень большая (встречается на большинстве деревьев)

Лихеноиндикацию можно проводить *методом активного мониторинга*. Суть его заключается в том, что действие загрязнителей определяется по характеру реакции трансплантированных из "чистых" местобитаний слоевищ лишайников. Для этой цели лучше всего использовать деревянные дощечки с круглыми углублениями, в которых стальным стержнем закрепляются лишайники. После этого готовая конструкция выставляется в исследуемой местности с соблюдением как можно больше одинаковых условий (экспозиция, высота и т.п.). При необходимости фрагменты лишайника могут оцениваться как по внешним повреждениям (изменение окраски, обесцвечивание лопастей и др.), так и по физиолого-биохимическим показателям.

Оформление результатов наблюдений и исследований

Результаты наблюдений и исследований заносятся в табл. 14:

Таблица 14. Оценка загрязнения воздуха методом лихеноиндикации

Описание площадки обследуемого квадрата	№ дерева, покрытого слоевищами лишайников	Площадь покрытия слоевищами лишайников на высоте 30-150 см, %	Наличие (+) или отсутствие (-) лишайников		
			кустистые	листоватые	накипные

ЗАДАНИЕ

С помощью метода лишеноиндикации оцените состояние атмосферного воздуха в исследуемом районе. Разбив обследуемую трансекту на квадраты, проведите анализ территории, учитывая следующие параметры: 1) общее число видов лишайников; 2) степень покрытия слоевищами лишайников каждого дерева; 3) частота (встречаемость) каждого вида; 4) обилие каждого вида.

Сделайте вывод об общем загрязнении атмосферного воздуха и о его загрязненности сернистым газом, используя табл. 15 и 16.

Таблица 15. Лишеноиндикация степени загрязнения воздуха

Зона	Загрязнение	Наличие (+) или отсутствие (-) лишайников		
		кустистые	листоватые	накипные
1	Нет	+	+	+
2	Слабое	-	+	-
3	Среднее	-	-	+
4	Сильное (лишайниковая пустыня)	-	-	-

Таблица 16. Влияние загрязнения среды на встречаемость лишайников

Зона загрязнения	Оценка встречаемости лишайников	Загрязнение воздуха сернистым газом, мг/м ³	Оценка загрязнения
1	Лишайники на деревьях и камнях отсутствуют	Больше 0,3 - 0,5	Сильное загрязнение
2	Лишайники также отсутствуют на стволах деревьев и камнях. На северной стороне деревьев и в затененных местах встречается зеленоватый налет водоросли <i>Плеврококкус</i>	Около 0,3	Довольно сильное
3	Появление на стволах и у основания деревьев серо-зеленоватых твердых накипных лишайников <i>Леканоры</i> , <i>Фисции</i>	От 0,05 до 0,2	Среднее
4	Развитие накипных лишайников – <i>Леканоры</i> и др., водоросли <i>Плеврококкуса</i> , появление листоватых лишайников (<i>Пармелия</i>)	Не превышает 0,05	Небольшое
5	Появление кустистых лишайников (<i>Эвернии</i> , <i>Уснеи</i>)	Малое содержание	Воздух очень чистый

Лихеноиндикация не дает точных количественных сведений об уровне загрязнения воздуха. Следует учитывать, что ряд видов гибнет уже при малых концентрациях загрязнителя, часто не достигающих установленных санитарных норм. Исчезновение лишайников - это сигнал о надвигающейся опасности для окружающей среды.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое биоиндикация и лихеноиндикация?
2. Назовите жизненные формы лишайников.
3. Как проводится активный мониторинг в лихеноиндикации?
4. Как определяется загрязнение воздуха с помощью лихеноиндикации?

ЛИТЕРАТУРА

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем /Под ред. Р. Шуберта. – М., 1998.
2. Денисова С.И. Полевая практика по экологии: Учеб. Пособие. – Мн.: Універсітэцкае, 1999. – 120 с.
3. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Высш. шк., 1975.
4. Растения и животные: Руководство для натуралиста: Пер. с нем./К. Нидон, д-р И. Петерман, П. Шеффель, Б. Шайба. – М.: Мир, 1991.- 263 с., ил.
5. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гумманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.: ил.
6. Яловая Н.П., Строкач П.П. Экология и гидрохимия. Словарь-справочник: Справ. пособие. – Брест: БГТУ, 2002. – 244 с.: ил.

1.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРУЖЕННОСТИ УЛИЦ АВТОТРАНСПОРТОМ

Цель работы: *изучить загруженность улиц разными видами автотранспорта, сравнить загруженность разных улиц и дать суммарную оценку загруженности исследуемых улиц автотранспортом.*

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Существенной составляющей загрязнения воздушной среды городов, особенно крупных, являются выхлопные газы автотранспорта, которые в ряде столиц мира, областных центрах Беларуси и стран СНГ составляют 60-80% от общих выбросов. Многие страны, в том числе и Беларусь, принимают различные меры по снижению токсичности выбросов, путем лучшей очистки бензина, замены его на более чистые источники энергии (газовое топливо, этанол, электричество), снижения свинца в добавках к бензину. Проектируются более экономичные двигатели с более полным сгоранием горючего, создание в городах зон с ограниченным движением автомобилей и др. Несмотря на принимаемые меры, из года в год растет число автомобилей и загрязнение воздуха не снижается.

Известно, что автотранспорт выбрасывает в воздушную среду более 200 компонентов, среди которых угарный газ, углекислый газ, оксиды азота и серы, альдегиды, свинец, кадмий и канцерогенная группа углеводородов (бенз(а)пирен и бензоантроцен). При этом наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом в воздух на малом ходу, на перекрестках, остановках перед светофорами. Так, на небольшой скорости бензиновый двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05% углеводородов (от общего выброса), а на малом ходу - 0,98%, оксида углерода соответственно - 5,1% и 13,8%. Известно, что среднегодовой пробег каждого автомобиля 15 тыс. км. В среднем за это время он обедняет атмосферу на 4350 кг кислорода и обогащает ее на 3250 кг диоксида углерода (углекислого газа), 530 кг оксида углерода, 93 кг углеводородов и 7 кг оксидов азота.

Данная практическая работа дает возможность оценить загруженность участка улицы разными видами автотранспорта, сравнить в этом отношении разные улицы и изучить окружающую обстановку. Собранные параметры необходимы для расчетов уровня загрязнения воздушной среды, предлагаемого в следующей работе.

ХОД РАБОТЫ

Студенты разделяются на группы по 3-4 человека (один считает, другой записывает, остальные дают общую оценку обстановки). Предварительно они проходят инструктаж, а затем размещаются на оп-

ределенных участках разных улиц с односторонним движением. В случае двустороннего движения каждая группа располагается на своей стороне. Сбор материала по загруженности улиц автотранспортом может проводиться как путем разового практического занятия, так и более углубленно (для курсовых, дипломных работ) с замерами в 8, 13 и 18 часов, в ночные часы. Из ряда замеров вычисляют среднее. Интенсивность движения автотранспорта определяется методом подсчета автомобилей разных типов 3 раза по 20 мин. в каждом из сроков.

Оформление результатов исследований

Запись подсчитанных автомобилей ведется согласно табл.17:

Таблица 17. Учет транспорта

Время	Тип автомобиля	Число единиц
	Легкий грузовой	
	Средний грузовой	
	Тяжелый грузовой (дизельный)	
	Автобус	
	Легковой	

ЗАДАНИЕ

1. На каждой точке наблюдений произведите оценку улицы по следующей схеме:

1.1. *Тип улицы*: городские улицы с односторонней застройкой (набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи), жилые улицы с двусторонней застройкой, дороги в выемке, магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон, транспортные тоннели и др.

1.2. *Тип пересечений улицы*: регулируемые (со светофорами, саморегулируемое), нерегулируемые (со снижением скорости, кольцевое, с обязательной остановкой).

1.3. *Уклон*. Определяется глазомерно или эклиметром

1.4. *Скорость ветра*. Определяется анемометром.

1.5. *Относительная влажность воздуха*. Определяется психрометром.

1.6. *Наличие защитной полосы* из деревьев и др.

2. Произведите суммарную оценку загруженности отдельных улиц автотранспортом согласно ГОСТ-17.2.2.03-77: *низкая интенсивность движения* - 2,7-3,6 тыс. автомобилей в сутки, *средняя* - 8-17 тыс. и *высокая* - 18-27 тыс.

3. Сравните суммарную загруженность различных улиц города в зависимости от типа автомобилей.

4. При проведении наблюдений в разное время суток, постройте график загруженности улицы автотранспортом (см. рис. 2).

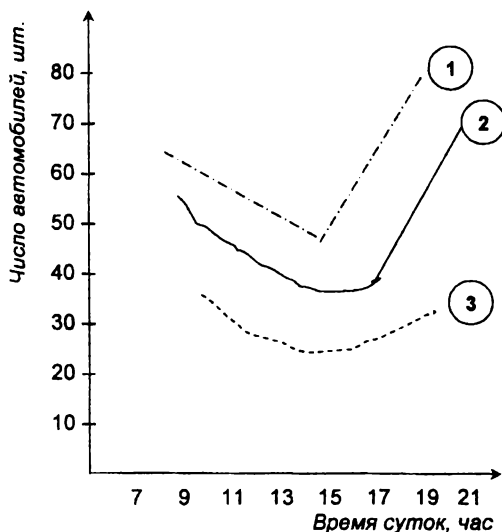


Рис 2. Пример графика загруженности улицы автотранспортом в разное время суток:

- 1 – автомобили с карбюраторными двигателями;
- 2 – автомобили с дизельными двигателями;
- 3 – автобусы «Икарус».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите источники загрязнения атмосферы городских территорий.
2. Как уменьшить загрязнение атмосферного воздуха в городе?

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гумманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.: ил.
2. Челноков А.А. Основы промышленной экологии: Учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко. – Мн.: Выш. шк., 2001. – 343 с.: ил.
3. Яловая Н.П., Строкач П.П. Экология и гидрохимия. Словарь-справочник: Справ. пособие. – Брест: БГТУ, 2002. – 244 с.: ил.

1.7. ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАННЫМИ ГАЗАМИ АВТОТРАНСПОРТА

Цель работы: произвести оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на обследуемых участках улиц.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей удобно оценивать по концентрации оксида углерода CO в мг/м^3 . Исходными данными для работы служат показатели, собранные студентами во время проведения работы по определению загруженности улиц автотранспортом.

ХОД РАБОТЫ

Оценка концентрации оксида углерода (K_{CO}) производится по следующей формуле:

$$K_{\text{CO}} = (0,5 + 0,01N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_Y \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_L, \quad (1)$$

где: 0,5 - фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м^3 ; N - суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автом./час ; K_T - коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух оксида углерода; K_A - коэффициент, учитывающий аэрацию местности; K_Y - коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода в зависимости от величины продольного уклона; K_C - коэффициент, учитывающий изменения концентрации оксида углерода в зависимости от скорости ветра; K_B - то же в зависимости от относительной влажности воздуха; K_L - коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода у пересечений.

Коэффициент токсичности автомобилей (K_T) определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле:

$$K_T = \sum P_i K_{Ti}, \quad (2)$$

где: P_i - состав автотранспорта в долях единицы, K_{Ti} - определяется по табл. 18.

Таблица 18.

Тип автомобиля	Коэффициент K_{Ti}
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7
Легковой	1,0

Значение коэффициента, учитывающего аэрацию местности, (K_A) определяется по табл. 19.

Таблица 19.

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K_A
Транспортные тоннели	2,7
Транспортные галереи	1,5
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	0,4
Пешеходные тоннели	0,3

Значение коэффициента, учитывающего изменение загрязнения воздуха оксидом углерода в зависимости от величины продольного уклона, (K_V) определяется по табл. 20.

Таблица 20.

Продольный уклон, °	Коэффициент K_V
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коэффициент изменения концентрации оксида углерода в зависимости от скорости ветра (K_C) определяется по табл. 21.

Таблица 21.

Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_C
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значение коэффициента, определяющего изменение концентрации оксида углерода в зависимости от относительной влажности воздуха, (K_B) приведено в табл. 22.

Таблица 22.

Относительная влажность	Коэффициент K_B
100	1,75
90	1,50
80	1,25
70	1,00
60	0,85
50	0,75

Коэффициент увеличения загрязнения воздуха оксидом углерода у пересечений (K_{Π}) приведен в табл. 23.

Таблица 23.

Тип пересечения	Коэффициент K_{Π}
<i>Регулируемое пересечение:</i>	
➤ со светофорами обычное	1,8
➤ со светофорами управляемое	2,1
➤ саморегулируемое	2,0
<i>Нерегулируемое пересечение:</i>	
➤ со снижением скорости	1,9
➤ кольцевое	2,2
➤ с обязательной остановкой	3,0

Пример расчета:

Исходные данные

Магистральная улица города, с регулируемыми управляемыми пересечениями со светофорами, с многоэтажной застройкой с двух сторон, продольный уклон 2° , скорость ветра 4 м/с, относительная влажность воздуха 70%, температура 20°C . Расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях - 500 автомашин в час (N). Состав автотранспорта: 10% грузовых автомобилей с малой грузоподъемностью, 10% со средней грузоподъемностью, 5% с большой грузоподъемностью с дизельными двигателями, 5% автобусов и 70% легковых автомобилей.

Для оценки концентрации оксида углерода (K_{CO}) производим подбор соответствующих коэффициентов:

1). Коэффициент токсичности K_T автомобилей определяется с использованием исходных данных и табл. 18 по формуле (2):

$$K_T = 0,1 \cdot 2,3 + 0,1 \cdot 2,9 + 0,05 \cdot 0,2 + 0,05 \cdot 3,7 + 0,7 \cdot 1 = 1,41$$

2). Значение коэффициента K_A , учитывающего аэрацию местности, определяем по табл. 19: для магистральной улицы с многоэтажной застройкой $K_A = 1$.

3). Значение коэффициента K_y , учитывающего изменение загрязнения воздуха оксидом углерода в зависимости от величины продольного уклона, определяем по табл. 20: для продольного уклона улицы в 2° $K_y = 1,06$.

4). Коэффициент изменения концентрации оксида углерода в зависимости от скорости ветра K_C определяем по табл. 21: при скорости ветра 4 м/с $K_C = 1,20$.

5). Значение коэффициента K_B , определяющего изменение концентрации оксида углерода в зависимости от относительной влажности воздуха, находим по табл. 22: при относительной влажности воздуха 70% $K_B = 1,00$.

6). Коэффициент увеличения загрязнения воздуха оксидом углерода у пересечений определяем по табл. 23: для магистральной улицы города, с регулируемыми управляемыми пересечениями со светофорами $K_n = 2,1$.

Подставив значения коэффициентов в формулу (1), производим оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot 500 \cdot 1,41) \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 2,1 = 20,168 \text{ мг/м}^3.$$

$ПДК_{CO}$ выбросов автотранспорта равно 5 мг/м^3 . Следовательно, уровень загрязнения атмосферного воздуха в районе исследованной улицы высокий ($K_{CO} > ПДК$), и для его понижения до предельно допустимого необходимо предусмотреть следующие мероприятия по снижению уровня выбросов:

- запрещение движения автомобилей;
- ограничение интенсивности движения до 300 авт/час;
- замена карбюраторных грузовых автомобилей дизельными;
- установка фильтров.

ЗАДАНИЕ

Используя исходные данные, собранные во время проведения лабораторной работы 1.6., оцените уровень загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на обследуемом участке улицы. Сделайте соответствующие выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. От каких параметров зависит оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха?

2. Предложите мероприятия по возможному снижению уровня выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гумманист. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.: ил.

2. Яловая Н.П., Строкач П.П. Экология и гидрохимия. Словарь-справочник: Справ. пособие. – Брест: БГТУ, 2002. – 244 с.: ил.

2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Перед началом занятий в лаборатории студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности и ознакомиться с расположением в помещении средств тушения пожара (огнетушитель, песок, асбестовое или шерстяное одеяло), распределительного электрощита, мест включения вентилятора вытяжного шкафа, освещения, лабораторной аптечки и средств индивидуальной защиты (защитные очки, перчатки, прорезиненный фартук и т.п.).

2.1. Общие требования безопасности

Основными опасными и вредными производственными факторами, действующими на работающих в химических лабораториях, являются огнеопасные и легковоспламеняющиеся вещества, кислоты и щелочи, стеклянная посуда, опасность поражения электрическим током и др. Поэтому к работе в химических лабораториях допускаются студенты только после прохождения инструктажа на рабочем месте по технике безопасности с подписью в журнале. Все работы в лабораториях выполняются в халатах, не допускается пребывание студентов в лаборатории в верхней одежде. В лабораториях должна соблюдаться чистота на рабочих столах, вытяжных шкафах и других рабочих местах, вокруг работающего не должно быть ничего лишнего. Не допускается загромождение столов ненужными в данный момент для работы приборами и посудой, химическими реактивами.

Все лаборатории и лабораторные работы должны быть обеспечены инструкциями по технике безопасности, оформленными в соответствии с действующими требованиями.

При выполнении всех работ необходимо соблюдать максимальную осторожность, помня, что неаккуратность, невнимательность, недостаточное знание лабораторной работы могут повлечь за собой несчастные случаи.

При работе со стеклянной посудой и приборами из стекла для предохранения рук от порезов при резке, ломке стекла необходимо пользоваться полотенцем, при механической и термической обработке изделий из стекла - защитными очками или предохранительными защитными щитками.

При выполнении работ, связанных с нагреванием или прокаливанием веществ, которые могут разбрызгиваться, необходимо также пользоваться этими же защитными средствами.

Хранение в лаборатории огнеопасных жидкостей допускается только в металлических ящиках и в количествах, не превышающих дневную норму, и лишь в прочной посуде. Все пролитое, разбитое или рассыпанное на столах, мебели или на полу необходимо тотчас же уб-

рать. Нельзя оставлять на хранение вещества в посуде без этикеток или надписей. В лабораториях нельзя пробовать никакие химические вещества на вкус, нюхать их нужно с осторожностью, не вдыхая полной грудью, а направляя к себе пары или газы движением руки.

В лаборатории запрещается хранить и принимать пищу. Нельзя использовать лабораторную посуду для личного пользования.

2.2. Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы следует убедиться в исправности оборудования, наличии необходимой посуды и химических реактивов, проинструктировать студентов по безопасным приемам проведения каждой лабораторной работы.

2.3. Требования безопасности при выполнении работ

При выполнении лабораторных работ следует соблюдать общие правила безопасности:

- при взбалтывании растворов в колбах, цилиндрах или пробирках необходимо закрывать их пробками, запрещается закрывать отверстие пальцем;
- при нагревании не следует ставить стеклянную посуду непосредственно на огонь;
- нагревание надо вести на асбестовых сетках, песчаных, водяных банях или закрытых керамических нагревателях;
- под электроплитки следует подкладывать куски асбеста во избежание прогорания столов;
- необходимо следить, чтобы вытяжные шкафы находились в полной исправности;
- использование вытяжных шкафов с разбитыми стеклами запрещается. Все работы, связанные с выделением газов или паров, следует проводить в вытяжных шкафах. Створки вытяжных шкафов должны быть закрытыми. При необходимости во время работы эти створки можно приподнимать, но не более чем на 20-30 см;
- работа с легковоспламеняющимися жидкостями без включения вентиляции запрещается;
- категорически запрещается слив горючих и токсичных веществ в раковину;
- концентрированные кислоты должны храниться в лаборатории в толстостенной стеклянной посуде, вместимостью не более 2-х литров на стеклянных или фарфоровых поддонах в вытяжном шкафу;
- проводить работы с концентрированными кислотами и щелочами без защитных приспособлений (очки, перчатки) запрещается;
- при разбавлении серной кислоты водой ее следует медленно приливать в воду;
- запрещается пользоваться надбитой или надтреснутой стеклянной посудой;

- все изолированные токоведущие части электроустановок, находящиеся на доступной высоте, должны быть защищены от возможного прикосновения к ним;
- все металлические части установок должны быть заземлены, без надежного заземления работа на электроустановках запрещается;
- шнуры, провода, вилки, предназначенные для включения электроприборов, должны быть всегда исправными и заизолированными.

2.4. Требования безопасности в аварийных ситуациях

При возникновении пожаров надо немедленно выключить все электроустановки, вентиляцию, после чего использовать все имеющиеся средства пожаротушения, а при необходимости по тел. 01 вызвать пожарную службу.

2.5. Требования безопасности по окончании работы

По окончании работы необходимо:

- остатки или отходы химических веществ перед сливом в канализацию нейтрализовать;
- тщательно проверить свое рабочее место, убрать его, поставить по местам хранения химические реактивы, выключить все газовые, электрические и другие приборы, проверить, закрыты ли водопроводные краны;
- выключить вентиляцию.

Перед уходом из лаборатории выключить освещение и общий рубильник электрического тока.

Учебное издание

Составители: **ЯЛОВАЯ Наталья Петровна**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к лабораторным занятиям по дисциплине **«ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ»** для студентов специальностей 36 01 01, 36 01 03, 37 01 06, 40 02 01, 53 01 01, 53 01 02, 70 01 01, 70 02 01 дневного и заочного обучения

Ответственный за выпуск **Н.П. Яловая**
Редактор **Т.В. Строкач**

Подписано к печати 26.08.02 г. Формат 60×84/16. Бумага "Чайка".
Усл.п.л. 3,72. Уч.изд.л. 4,0. Тираж 100 экз. Заказ № 671
Отпечатано на ризографе Учреждения образования "Брестский
государственный технический университет".
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.