

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техносферная безопасность»

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов направления подготовки
20.03.01 «Техносферная безопасность»
очной формы обучения*



Могилев 2026

УДК 574
ББК 28.08 |
О75

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техносферная безопасность» «10» декабря 2025 г.,
протокол № 5

Составитель канд. биол. наук, доц. Н. Н. Казачёнок

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

Методические рекомендации к практическим занятиям содержат основные теоретические положения по теме, методику выполнения практических работ, варианты заданий. Предназначены для студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» очной формы обучения.

Учебное издание

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Ответственный за выпуск	А. В. Щур
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2026

Содержание

Введение.....	4
1 Практическая работа № 1. Влияние среды обитания на живые организмы.....	5
2 Практическая работа № 2. Влияние экологических факторов окружающей среды на жизнедеятельность живых организмов	8
3 Практическая работа № 3. Материальные потоки веществ в лесных экосистемах.....	13
4 Практическая работа № 4. Оценка взаимоотношений между видами методом расчета коэффициента сопряженности	16
5 Практическая работа № 5. Видовая структура сообщества (альфа- и бета-разнообразие)	21
6 Практическая работа № 6. Рекреационная дигрессия на примере сосняков зеленомошных.....	24
7 Практическая работа № 7. Методы оценки количественного развития популяций животных и растений.	27
8 Практическая работа № 8. Описание жилища человека как искусственной экосистемы.....	30
Список литературы	39

Введение

Познание окружающего мира – естественная потребность живого существа и источник интеллектуального наслаждения для существа разумного. Даже примитивный живой организм не накапливает бесполезной информации. Сначала на генном, затем на рефлекторном уровне закладывается система регулирования взаимоотношений индивида с окружающей средой. С помощью морфологических изменений, физиологических и поведенческих реакций происходит адаптация вида, популяции, особи к миру. В результате вид становится узкоспециализированным: реакции, отработанные в данных конкретных условиях, при изменении ситуации в непрерывно эволюционирующей среде становятся неадекватными. Чем лучше адаптирован вид, тем ближе его вымирание.

Разумное существо, напротив, стремится адаптировать окружающий мир к своему анатомически и физиологически реликтовому организму. Жизнестойкость такого вида может быть практически неограниченной. В эволюционном тупике узкой специализации оказывается сама адаптируемая окружающая среда.

Биологические потребности человека не превышают потребностей животного средних размеров. Социальные потребности можно условно разделить на «потребности развивающегося сознания» и «прихоти иерархического статуса в стае». Эволюция социальных потребностей, эволюция сознания определит дальнейшую судьбу планеты и того сектора Метагалактики, на который мы успеем распространить наше адаптирующее влияние.

Учебный курс «Общая экология» формирует знания по основным направлениям современной фундаментальной экологии, дает представление о ведущих научных понятиях и концепциях, взаимосвязи и взаимообусловленности явлений в биосфере, закономерностях взаимодействия живых организмов с экологическими факторами, включая антропогенные. Данный курс направлен на формирование у студентов системных естественнонаучных представлений об экологических закономерностях существования особей, популяций и сообществ живых организмов, умения применять теоретические знания для решения природоохранных проблем.

Практическая часть курса выполняет следующие задачи.

Студент должен уметь анализировать состояние среды обитания человека, прогнозировать динамику изменения её состояния в результате природных факторов и антропогенного воздействия, оценивать и выбирать методы защиты окружающей среды применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека, а также владеть понятийно-терминологическим аппаратом в области экологии.

1 Практическая работа № 1. Влияние среды обитания на живые организмы

Цель работы: ознакомиться с методами анализа среды обитания живых организмов.

Теоретическая часть

1.1 Среда обитания.

Среда обитания – это часть природы, непосредственно окружающая организм и представляющая естественные условия его жизни. Среда обитания организма – это совокупность абиотических и биотических условий жизни организма; определенный набор абиотических и биотических факторов (условий и ресурсов) существования организмов.

Для земной биоты существует три основные среды обитания:

- 1) наземно-воздушная;
- 2) водная;
- 3) почвенная.

Каждая из сред характеризуется определённым химическим составом и свойствами. В каждой среде содержится множество компонентов (органических и неорганических веществ, физических полей). Некоторые из них необходимы организму, другие не оказывают на неё существенного влияния.

Воздушная среда представляет собой атмосферный воздух, состоит из азота (79,09 %), кислорода (20,93 %), аргона (0,93 %), углекислого газа (0,03 %), водорода, гелия и т. д. Воздушная среда характеризуется определёнными значениями температуры и интенсивностью солнечной радиации, которые зависят от географического расположения местности и времени года. Среда обитания человека – воздушная. Применительно к человеку обычно используется понятие «окружающая среда», т. е. среда, с которой он контактирует в данное время и прямо или косвенно взаимодействует.

Водная среда жизни занимает до 71 % площади земного шара. Для водной среды характерны плотность, вязкость, течение и волнение. В водной среде жизни при увеличении глубины давление увеличивается. Водная среда пополняется кислородом за счёт фотосинтеза водорослей.

Почвенная среда. В сообществах почва играет роль источника минеральных ресурсов. Организмы, обитающие в почвенной среде жизни, как правило, лишены зрения. Организменная среда жизни – это среда обитания, в которой организмы осуществляют связь с внешней средой через хозяина.

Организм, в теле которого происходит размножение паразита, называется основным хозяином, т. е. средой жизни для паразитов служит живой организм.

1.2 Экологические факторы.

Среда обитания оказывает влияние на организмы посредством экологических факторов. Экологические факторы – это определенные свойства среды и её компонентов, способные оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы. Они подразделяются на абиотические, биотические и антропо-

генные.

Абиотические факторы – это совокупность свойств неживой природы. К ним относятся климатические, эдафогенные, орографические, химические и др.

Климатические факторы характеризуют метеорологические условия данной местности (солнечное излучение, направление ветра, влажность, температура, давление, интенсивность солнечной радиации, лунные ритмы и т. п.). То есть ветер, свет, влажность, температура – это климатические экологические факторы.

Отношение к интенсивности освещения лежит в основе деления растений на экологические группы: светолюбивые (гелиофилы), тенелюбивые и теневыносливые. Экологический фактор, ограничивающий распространение многих животных и растений к северу, – это недостаток света.

Эдафогенные или почвенные факторы характеризуют состав почвы, её структуру, плотность, влагоёмкость, воздухопроницаемость и другие свойства.

Орографические факторы связаны с рельефом местности, высотой над уровнем моря и т. п. То есть такие условия среды обитания, как рельеф местности, крутизна и ориентация склона относительно сторон света, относятся к орографическим экологическим факторам.

Химические характеризуют химический состав окружающей среды: химический состав воздуха, солевой состав воды, кислотность почвы и др.

Абиотическими факторами являются также физические поля (электромагнитные, гравитационные, ионизирующее излучение), движение сред (волны, течения, приливы). Экологические факторы, источником которых служит физическое состояние или явление (механическое, волновое и т. п.), называются физическими.

Факторы, изменение которых регулярно повторяется во времени, называются периодическими (суточные изменения климата, некоторые гидрологические изменения – приливы, отливы).

Вода является незаменимым экологическим фактором для организмов биосферы.

Сигнальным (информационным) фактором для перелёта птиц в тёплые страны является изменение продолжительности дня.

Любое условие или элемент среды, на которое живое реагирует приспособительными реакциями, называется экологическим фактором.

Биотические факторы – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на среду обитания.

Различают факторы:

- фитогенные – факторы влияния растений;
- зоогенные – факторы влияния животных;
- микробогенные – факторы влияния микроорганизмов.

Биотические факторы отражают:

– внутривидовые взаимодействия между особями одного и того же вида. Они складываются из группового и массового эффектов и внутривидовой конкуренции;

– межвидовые взаимоотношения (нейтрализм, конкуренция, мутуализм, протокооперация, комменсализм, аменсализм, паразитизм, хищничество).

Антропогенный (греч. antropos – человек) фактор характеризует воздействие жизнедеятельности человека.

1.3 Лимитирующие факторы.

Жизнедеятельность организма ограничена лимитирующими факторами.

Согласно закону минимума, жизненные возможности лимитирует тот экологический фактор, количество которого близко к минимуму, необходимому организму или экосистеме, и дальнейшее снижение которого ведет к гибели организма или деструкции экосистемы. То есть жизнедеятельность организма в большой степени зависит от тех факторов, которых ему не хватает. Закон минимума открыл Ю. Либих в 1840 г.

Закон толерантности открыл В. Шелфорд в 1913 г. Согласно этому закону, лимитирующим фактором существования организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.

Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма (популяции), называется зоной оптимума.

1.4 Адаптация организмов к факторам.

В ходе эволюции живые организмы приспособляются к изменению уровня воздействия экологических факторов, т. е. происходит адаптация особей. В экологии адаптация – это эволюционно выработанные и наследственно закрепленные особенности живых организмов, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность при изменении уровня экологических факторов. Адаптации закрепляются в процессе эволюции на генетическом уровне, образуя генетический фонд наследственной информации (генофонд). Способность вида адаптироваться к отдельным факторам или их комплексу называется экологической валентностью, или пластичностью.

Практическое задание

На примере сквера 40-летия Победы и бульвара Ленина описать условия среды обитания живых организмов.

1 С помощью приложения Flora incognita определить видовой состав древесной и кустарниковой растительности (вид, количество экземпляров).

2 Назвать факторы, среды обитания, которые действуют на живые организмы (растения, животные, микроорганизмы):

- абиотические;
- биотические;
- антропогенные.

3 Измерить текущие параметры следующих факторов:

- освещённость в тени;
- освещённость на солнце;
- температура воздуха;
- относительная влажность;
- шум;
- ионизирующее излучение.

4 Используя интернет-ресурсы, определить, какой диапазон температур и

освещённости характерен для г. Могилева.

5 Обосновать предположение о том, какие факторы являются лимитирующими для живых организмов на данной территории.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое среда обитания?
- 2 Какие среды обитания выделяют на планете Земля?
- 3 На какие группы делят экологические факторы?
- 4 Что такое лимитирующий фактор?

2 Практическая работа № 2. Влияние экологических факторов окружающей среды на жизнедеятельность живых организмов

Цель работы: ознакомиться с методами оценки влияния экологических факторов на жизнедеятельность живых организмов.

Теоретическая часть

2.1 Исследование влияния экологических факторов окружающей среды на жизнедеятельность организмов.

Для оценки влияния факторов окружающей среды на жизнедеятельность живых организмов проводят научные исследования. Основные приёмы научного исследования – наблюдение и эксперимент.

Наблюдение – это качественная или количественная регистрация интересующих исследователя явлений, особенностей развития процессов, констатация наличия какого-либо признака или свойства. Собственно, наблюдение проводят в естественных условиях. Влияние наблюдателя должно быть минимально.

В большинстве случаев наблюдение проводят в искусственно созданной системе или ситуации, моделирующей естественную природную среду, реально существующую или планируемую к осуществлению в будущем. Такое моделирование системы или ситуации и последующее наблюдение называют экспериментом.

При планировании эксперимента учитывают следующие требования.

1 Воспроизводимость эксперимента. Условия эксперимента, создаваемые исследователем, должны быть в любое время воссозданы другими исследователями для уточнения и проверки результатов.

2 Репрезентативность выборки. Генеральная совокупность особей включает всех существующих в природе в прошлом, настоящем и будущем представителей данного вида, находящихся в исследуемых условиях. Генеральную совокупность изучить практически невозможно. В эксперименте исследуют выборочную совокупность, или выборку. Выборочная совокупность должна отражать все особенности и свойства генеральной. При проведении полевого

опыта делянки разбивают на почвах, типичных для данной зоны. При использовании подопытных животных выбирают животных одного вида, породы, возраста, пола (либо ведут отдельный учет по полу и возрасту). Лабораторные животные должны быть линейными, т. е. происходящими от одной пары. Растения – одного вида, сорта и возраста. При большом разнообразии исследуемого материала применяют метод случайных чисел: распределяют учетные делянки в случайном порядке (рандомизация).

3 Минимизация возможных ошибок. Грубые ошибки, или промахи, получаются в результате небрежности. Опыты, содержащие грубые ошибки, выбраковывают. Систематические ошибки появляются в результате воздействия неучтенных факторов. Систематические ошибки обычно однонаправлены: результаты завышены или занижены. Случайные ошибки – результат воздействия большого количества неучтенных факторов, индивидуальных особенностей особей. Ошибки измерения зависят от класса точности приборов. Все приборы должны быть метрологически поверены и правильно настроены. Для исключения или учета ошибок необходимо исследовать достаточно большую выборочную совокупность. Объем выборки n зависит от индивидуальных различий особей: чем больше различия между отдельными представителями, тем больше должна быть выборка. Если большое количество особей объединяют в группу (например, все растения пшеницы, растущие на определенной площади), то такая группа или делянка называется повторностью. Количество повторностей или индивидуально учитываемых особей должно быть не менее трёх. Если на результат опыта могут влиять погодные условия, исследование проводят в течение трёх-четырёх и более сезонов.

Перед проведением эксперимента необходимо сформировать контрольные и опытные группы особей для изучения влияния различной интенсивности исследуемого фактора. Прочие условия должны быть одинаковыми во всех группах.

В некоторых случаях, когда на результаты опыта могут оказывать влияние неравномерные суточные колебания показателя (изменение солнечной активности, погодных условий и т. п.), применяют метод двойного контроля: измеряют значение показателя в опытных и контрольных группах до начала опыта (исходное значение), а затем оценивают значения показателя в эксперименте по сравнению с исходным.

2.2 Анализ результатов исследования.

Любая научная задача сводится к выявлению закономерностей, связывающих причины и следствия. Иначе говоря, изучению зависимости реакции – изменения выходных параметров системы – от стимулов – изменения входных параметров. Для относительно простой детерминантной системы такая задача решается довольно легко – в процессе регистрации значений параметров в естественных условиях наблюдения или в искусственных условиях эксперимента.

Биогеоценоз – это сверхсложная система, компоненты которой сами являются сложными стохастическими системами, поэтому на первом этапе исследования в составе биогеоценоза необходимо выделить более простые субъединицы – популяции. Все члены популяции составляют совокупность.

Генеральная совокупность объединяет членов популяции всех теоретически возможных экосистем данной модели и всех их флюктуаций. Исследовать генеральную совокупность в принципе невозможно. Многие ее члены существуют только «в теории». Эффективность нового инсектицида определяют не только для «ныне живущих» особей колорадского жука, но и для тех, которые появятся в течение длительного периода. Поэтому объектом научного исследования является выборочная совокупность, или выборка: относительно небольшая группа особей, по реакциям которых можно составить прогноз реакций генеральной совокупности. В экологии чаще всего исследуют не отдельные особи, а повторности – популяции небольших участков, на которые делят экосистему.

Индивидуальные различия параметров членов генеральной совокупности – дисперсия, или вариация признаков, – в большинстве случаев распределяются согласно закону Гаусса. Такое распределение называют теоретическим, или нормальным.

Среднеарифметическое значение параметров x при нормальном распределении встречается наиболее часто, его вероятность наибольшая. При нормальном распределении у 95,46 % всех особей совокупности значение параметра не выходит за пределы $x \pm 2\sigma$; у 99,73 % – в пределах $x \pm 3\sigma$ (где σ – стандартное отклонение совокупности. Вероятности встречи таких значений составляют 0,95 и 0,99 соответственно. Эти вероятности называют доверительными.

Предсказав, что любая случайно встреченная особь при всех возможных флюктуациях антропоценозов данной модели будет иметь значение интересующего нас параметра в пределах $x \pm 2\sigma$, мы рискуем совершить ошибки в 5 % процентах случаев, а для диапазона $x \pm 3\sigma$ вероятность ошибки $< 0,01$, или менее 1 % случаев. Эти вероятности ошибки обозначают как P_{05} и P_{01} – уровни значимости, принятые в биологических исследованиях.

Чем больше объем выборки, т. е. чем большую долю генеральной совокупности мы выбрали для исследования, тем ближе средние значения и стандартные отклонения выборочной и генеральной совокупности.

Для большой точности прогноза нужно использовать несколько выборок в разное время, особенно если условия, в которых функционирует система, подвержены суточным, сезонным или годовым колебаниям. Экологические полевые опыты повторяют не менее 3...5 лет в разных погодных условиях. Необходимо также учитывать половые и возрастные особенности членов популяции.

Отклонение x генеральной совокупности от x выборочной при малом объеме выборки ($n < 30$) находится в пределах $\pm t_s\sigma$, где t_s – коэффициент Стьюдента, его находят в таблицах. При изучении взаимосвязи стимулов и реакций в системе прежде всего устанавливают наличие реакции, т. е. изменение одного из выходных параметров при действии исследуемого стимула или фактора.

Если, например, хотят установить зависит ли урожайность свеклы от кислотности почвы, разбивают поле на повторности – делянки одинаковой площади. Контрольные делянки с исходной кислотностью составят выборочную совокупность А; экспериментальные делянки, на которых кислотность изменена, – выборочную совокупность В. В том случае, если кислотность почвы – фактор,

существенно влияющий на урожайность, выборки А и В будут относиться к разным генеральным совокупностям. Диапазоны $x_a \pm t_s s_a$ и $x_b \pm t_s s_b$ (где x_a и x_b – средний урожай на контрольных и опытных делянках) не совпадут. Если же диапазоны хотя бы частично совпадают, т. е. некоторые члены выборочных совокупностей А и В могут относиться к одной и той же генеральной совокупности, то влияние исследуемого фактора на урожайность нельзя считать доказанным.

Некоторые генеральные совокупности различаются не по среднему значению параметра, а по его вариабельности. Для оценки достоверности такого рода различий используют критерий Фишера.

Когда влияние исследуемого фактора на интересующую реакцию достоверно установлено, необходимо определить форму связывающей их зависимости – регрессию и «тесноту связи» – корреляцию. Знание регрессии позволит прогнозировать реакции системы при изменении входного параметра в процессе управления, а коэффициент корреляции определяет точность такого прогноза.

Предположим, что в ряде экспериментов изменяли кислотность почвы на опытных делянках. По всем прочим существенным параметрам делянки не различались. Такой эксперимент с единственным различием называют однофакторным. Многофакторные эксперименты с изменением нескольких параметров очень трудоемки, требуют большого количества опытных делянок и сложного математического анализа результатов. Однако они позволяют оценить комбинированное действие различных факторов. Современные компьютерные программы могут обрабатывать информацию в многомерном пространстве, учитывая все возможные варианты взаимодействия компонентов системы при различных комбинациях изменений параметров. Поэтому при проведении исследования необходимо планировать эксперимент таким образом, чтобы получить информацию о реакции системы на различные сочетания действующих факторов.

Результаты однофакторного эксперимента можно изложить в простой таблице или на двумерном графике, на оси абсцисс которого отложены значения изменяемого входного параметра (кислотность почвы), а на оси ординат – значения изменяющегося выходного (урожай свеклы).

Наличие статистически значимой корреляции между параметрами системы не всегда свидетельствует о причинно-следственной связи между ними. Биомасса культурных растений может быть выше на тех делянках, где высока биомасса сорных. Это говорит не о положительном влиянии сорняков на урожай, а о влиянии неучтенных факторов, например более плодородной почве на этих делянках, внесении удобрений или поливе. Такая же ложная корреляция может обнаружиться при объединении особей, принадлежащих к разным совокупностям – сортам или подвидам. Связь оценивают между параметрами представителей одного сорта (единичных особей или чистосортных повторностей) или между средними значениями параметров многих сортов, когда каждая точка на графике соответствует отдельному сорту.

Ложная корреляция не может быть использована для раскрытия механизмов функционирования системы, но в некоторых случаях ее можно применять для

прогнозирования параметров, прямое измерение которых сложно, если они достоверно коррелируют с другими, легко измеряемыми параметрами. Например, потребность растений в дополнительном поливе зависит от содержания свободной воды в почве, которое невозможно измерить в полевых условиях. От влажности почвы зависят также её физические свойства – липкость и прочность комка. Определив прочность комка почвы, бросая его на твердую поверхность с разной высоты, можно с достаточной точностью оценить содержание влаги в почве и необходимость полива.

Статистически достоверная корреляция не обнаруживается в случае, если связь действительно отсутствует либо если объем выборки недостаточен и необходимы дополнительные исследования. Наконец, коэффициент корреляции будет низким при криволинейной форме зависимости.

Если обнаружена достоверная корреляция между параметрами, можно рассчитать уравнение регрессии – форму зависимости параметров друг от друга. В случае прямолинейной зависимости общее уравнение $y = a + bx$. Экспоненциальную кривую можно преобразовать в прямую: $\lg y = \lg A + (\lg B) x$.

Коэффициенты a и b находят методом наименьших квадратов, т. е. рассчитывают такие их значения, при которых отклонения эмпирических точек от рассчитанной аппроксимирующей кривой, возведенные в квадрат, будут наименьшими.

Для статистического анализа выборок большого объема целесообразно использовать электронные таблицы. Например, Microsoft Excel предусматривает возможность описательной статистики (определение среднего, дисперсии и стандартного отклонения выборочной и генеральной совокупности, коэффициента асимметрии и др.), линейной и экспоненциальной регрессии с определением коэффициентов при переменных с их стандартными ошибками, определением критерия Фишера, многомерной регрессии при многофакторных анализах, экстраполяции данных и т. д. Компьютерные программы постоянно совершенствуются, возможности их расширяются, однако функция компьютера остается прежней: обработка фактического материала, представленного исследователем.

Практически любая форма математического анализа служит для характеристики гипотетической генеральной совокупности – модели реальной популяции. Адекватность моделей реальным экосистемам определяет научную ценность исследования.

Практическое задание

1 Исследовать влияние комплексного удобрения азофоска на развитие проростков озимой пшеницы:

- а) подготовить 5 ёмкостей по 1 л дистиллированной воды;
- б) в ёмкости 2, 3, 4, 5 добавить 0,01, 0,05, 0,1 и 0,5 г азофоски соответственно;
- в) подготовить 25 рулонов с семенами озимой пшеницы. Для этого на лист полимерной плёнки формата А4 положить лист фильтровальной бумаги, увлажнить его, на расстоянии 2 см от края разложить 10 семян пшеницы, накрыть

семена увлажненной полоской фильтровальной бумаги, свернуть плёнку с фильтровальной бумагой и семенами в рулон и закрепить рулон;

г) поместить в каждую ёмкость по 5 рулонов с семенами. Семена должны быть в верхней части рулона;

д) через две недели развернуть рулоны с проростками, измерить длину корней и побегов;

е) рассчитать среднее значение и доверительный интервал для длины корней и побегов проростков из каждого рулона.

2 Сделать выводы о статистической значимости различий параметров развития проростков в контроле и при разном содержании азотоса.

3 С помощью Microsoft Excel подготовить диаграммы, иллюстрирующие зависимость длины побегов и корней от концентрации удобрения, рассчитать коэффициенты корреляции и уравнения регрессии.

Контрольные вопросы

1 Как доказывают, что исследуемый фактор оказывает влияние на объект?

2 О чем говорит коэффициент корреляции?

3 Для чего рассчитывают уравнения регрессии?

4 Что такое аппроксимирующая кривая?

5 Какой уровень значимости используют в экологических исследованиях?

6 Чем отличаются выборочная и генеральная совокупности?

3 Практическая работа № 3. Материальные потоки веществ в лесных экосистемах

Цель работы: освоить методику расчета количеств веществ, потребляемых и выделяемых при функционировании лесных экосистем.

Теоретическая часть

Важнейший естественный материально-энергетический процесс в лесных экосистемах – фотосинтез, ежегодно вовлекающий в круговорот огромные массы вещества биосферы и обуславливающий ее кислородный потенциал. Он выступает регулятором основных геохимических процессов в биосфере и фактором, определяющим наличие свободной энергии верхних оболочек земного шара. Фотосинтез представляет собой окислительно-восстановительную реакцию создания органических веществ из углекислого газа и воды, которая протекает за счет солнечной энергии при участии хлорофилла зеленых растений.

В процессе фотосинтеза взаимодействуют различные составные части экосистемы: атмосфера, почва и растения. Все эти части связаны потоками веществ, которые наглядно представлены в суммарном уравнении фотосинтеза:



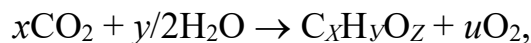
Углекислый газ поступает в растения из атмосферы, вода – из почвы, органическое вещество накапливается в самих растениях, свободный кислород выделяется в атмосферу. Прямыми продуктами фотосинтеза являются различные органические соединения, простейшим из которых является глюкоза.

Фотосинтез – процесс эндоэргический, он идет против термодинамического градиента и сопровождается превращением энергии Солнца в энергию химических связей. Он может быть выражен через количество углерода, вовлекаемое ежегодно в построение органического вещества – живого вещества биосферы. В общий круговорот материи, связанной с построением путем фотосинтеза органического вещества, вовлекаются и такие химические элементы, как N, P, S, а также металлы K, Ca, Mg, Na, Al.

Через процесс фотосинтеза осуществляется одна из важнейших экологических функций лесов, в результате которой из атмосферы выводится углекислый газ, а в атмосферу поступает кислород. Ежегодно в ходе фотосинтеза усваивается около 200 млрд т CO₂ и выделяется ориентировочно 145...320 млрд т кислорода. При этом образуется более 1841·10⁹ т органического вещества. Данные изотопных анализов показывают, что основное количество кислорода выделяется за счет разложения воды, а кислород углекислого газа идет на образование органических соединений. Фотосинтез является одним из самых грандиозных процессов, происходящих на Земле. Только за 9 млн лет «через растения» проходит масса воды, равная всей гидросфере, а за 6...7 лет – вся углекислота атмосферы.

В экосистемах, наряду с фотосинтезом, имеет место дыхание, т. е. идет обратимый химический процесс.

Расчеты количеств потребляемых и выделяемых при фотосинтезе веществ можно выполнить по его суммарному уравнению, описывающему процесс создания вещества древесины и поэтому отличающемуся от приведенного выше, где описан процесс синтеза сахаров:



где коэффициенты уравнения x , y , z определяются химическим составом вещества древесины соответствующей породы, а коэффициент u определяется через x , y , z из уравнений баланса числа атомов кислорода:

$$2x + y/2 = z + 2u;$$

$$u = x + y/4 - z/2.$$

Элементный состав древесины четырех основных лесообразующих пород приведен в таблице 3.1. Химический состав ветвей, древесной зелени и стволовой древесины различен. В таблице 3.1 приведен состав стволовой древесины как наиболее представительной составляющей.

Зная химический состав древесины, коэффициенты уравнения фотосинтеза при каждом химическом элементе (x , y , z) можно рассчитать по следующей формуле:

$$K = C/M,$$

где K – коэффициент уравнения;

C – относительное (процентное) содержание химического элемента;

M – атомная масса элемента.

Таблица 3.1 – Элементный состав древесины основных лесообразующих пород

В процентах от абсолютно сухой массы

Порода	С	Н	О	Н + зольность
Ель	50,5	6,2	43,1	0,2
Сосна	49,6	6,4	43,8	0,2
Береза	50,6	6,2	42,1	1,1
Лиственница	46,9	7,24	45,27	0,59

Далее, если известно количество вещества древесины, созданного в лесу, количества поглощенных при этом углекислого газа и воды и выделившегося кислорода рассчитываются по следующим формулам:

$$M_{CO_2} = (x/100) \cdot (\text{молекулярная масса } CO_2) \times M_{\text{древесины}};$$

$$M_{H_2O} = (y/200) \cdot (\text{молекулярная масса } H_2O) \times M_{\text{древесины}};$$

$$M_{O_2} = (u/100) \cdot (\text{молекулярная масса } O_2) \times M_{\text{древесины}}.$$

В справочной литературе данные о запасах древесины разных пород даются в кубических метрах (m^3), а при расчетах по уравнению фотосинтеза необходимо знать массу создаваемой древесины.

Базисная плотность, $кг/м^3$: для ели – 360, сосны – 400, березы – 500, лиственницы – 560.

Практическое задание

1 Определить потребление CO_2 и H_2O и выделение O_2 в древостоях при формировании годового прироста древесины. Величины годового прироста деревьев разного возраста приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Текущий годовой прирост в древостоях 1 класса у основных лесообразующих пород

В кубометрах на гектар

Порода	Текущий годовой прирост в возрасте, лет					
	30	60	80	100	140	160
Ель	9,5	16,4	14,3	11,1	5,9	4,7
Сосна	11,7	13,0	10,4	7,8	4,1	3,2
Лиственница	11,5	10,1	7,3	5,0	2,5	1,4
Берёза	8,1	6,4	4,4	2,9	–	–

Варианты задания приведены в таблице 3.3.

2 Построить графики, показывающие, как изменяется с возрастом поглощение углекислого газа и выделение кислорода.

Таблица 3.3 – Варианты заданий

Номер варианта	Порода	Возраст	Номер варианта	Порода	Возраст
1	Ель	30	11	Сосна	140
2	Ель	60	12	Сосна	160
3	Ель	80	13	Берёза	30
4	Ель	100	14	Берёза	60
5	Ель	140	15	Берёза	80
6	Ель	160	16	Берёза	100
7	Сосна	30	17	Лиственница	30
8	Сосна	60	18	Лиственница	60
9	Сосна	80	19	Лиственница	80
10	Сосна	100	20	Лиственница	100

Контрольные вопросы

1 С какими процессами связано поглощение и выделение соединений химических элементов?

2 В составе каких соединений в материальные потоки вещества включается углерод?

3 Какие химические элементы включаются в круговорот веществ в лесных экосистемах?

4 В какой форме в растение поступает кислород?

5 Какое соединение является основным продуктом фотосинтеза?

6 В каких экосистемах, молодых или зрелых, скорость круговорота веществ больше?

7 У какой породы деревьев наибольшее выделение кислорода?

8 Какая корреляция, прямая или обратная, между возрастом деревьев и величиной текущего прироста?

4 Практическая работа № 4. Оценка взаимоотношений между видами методом расчета коэффициента сопряженности

Цель работы: ознакомиться с методами оценки взаимоотношений между различными видами живых организмов в экосистеме

Теоретическая часть

Среди огромного разнообразия взаимосвязей живых существ выделяют

определенные типы отношений, имеющие много общего у организмов разных систематических групп. Теоретически взаимодействие популяций двух видов можно выразить в виде следующих комбинаций символов: (0 0), (- -), (+ +), (+ 0), (- 0), (+ -).

Выделяют несколько типов наиболее важных взаимодействий между видами.

Симбиоз – совместная жизнь – различные формы совместного существования организмов из разных таксономических групп. Такие организмы образуют т. н. симбионтную систему. Термин «симбиоз» предложен А. де Бари в 1879 г. Он трактовал это явление как тесное сожительство двух организмов, между которыми складываются взаимосвязи, повышающие возможность выживаемости обоих видов. Основой для возникновения симбиоза могут быть трофические (питание одного из партнёров за счёт другого неиспользованными остатками пищи, продуктами пищеварения или его тканями), топические (поселение на поверхности или внутри тела другого организма, совместное использование норок, домиков, раковин и т. д.) и другие типы взаимоотношений. Симбионты часто характеризуются противоположными признаками: подвижные и ведущие прикрепленный образ жизни, обладающие способами и средствами защиты и лишённые их и т. д. Симбиоз бывает факультативным, когда каждый из организмов при отсутствии партнёра может жить самостоятельно, и облигатным, когда один из организмов (или оба) оказывается в такой зависимости от другого, что самостоятельное существование невозможно. По характеру отношений между партнёрами выделяют несколько типов симбиоза: комменсализм, паразитизм, мутуализм.

В свою очередь, эти типы имеют много градаций и переходных состояний. Наряду с пониманием симбиоза в широком смысле, включающем антагонистические и мутуалистические отношения, существует более узкая трактовка этого явления как взаимовыгодного сожительства (взаимная защита, возможность передвижения, распространения, дополнение продуктов метаболизма и др.). При этом исключаются паразитические взаимоотношения между организмами. В современной биологии термин «симбиоз» чаще используется в широком значении как категория биотических отношений, в которых сожительство повышает адаптивные возможности организма за счёт использования особенностей партнёра.

Комменсализм – сотрапезник – тип отношений, при которых совместное существование двух организмов полезно для одного из них (комменсала) и практически безразлично для другого (хозяина). Таким образом, при комменсализме имеет место одностороннее использование одного вида другим без вреда для первого. Комменсализм объединяет широкий и весьма разнородный круг взаимоотношений организмов, таких как нахлебничество, квартиранство, форезия.

Нахлебничество – питание одного вида продуктами жизнедеятельности другого при свободном образе жизни комменсала и хозяина. Наиболее известные примеры демонстрируют некоторые хищные млекопитающие, например гиены по отношению к львам. К данной категории можно, очевидно, причислить и

детритофагов (потребителей гниющей органики), копрофагов (потребителей экскрементов) и некрофагов (потребителей трупов животных), хотя в данном контексте термин «комменсализм» используется редко. Распространено на хлебничесть и среди микроорганизмов. Например, многие виды бактерий способны к росту на средах, которые они могут утилизировать с помощью метаболитов других совместно обитающих видов.

Квартиранство, или синойкия, – использование построек либо тела хозяина в качестве временного или постоянного местообитания. При этом пищевая зависимость комменсала от хозяина возможна, но необязательна. Данная форма комменсализма широко распространена среди разных групп организмов.

Так, для многих грибов, лишайников и высших растений характерен эпифитный образ жизни, вполне соответствующий определению комменсализма. К квартиранству относится, например, обитание бактерий на поверхности кожи человека или простейших, например многих инфузорий, на теле водных беспозвоночных, а также рыб, земноводных.

Большое число разных микроорганизмов живёт в кишечнике любого животного, не нанося ему вреда, но используя как среду обитания и источник пищи. Вместе с тем многие данные свидетельствуют о том, что в природе синойкия в чистом виде не столь обычна. При более детальном изучении обнаруживалась явная обоюдная польза организмов. Так, некоторые кишечные бактерии могут быть полезными для хозяина как источник витаминов.

При форезии один организм используется другим в качестве транспортного средства. Примером этой формы комменсализма служит эпизоохория – перенос семян на поверхности тела животных.

Паразитизм – форма симбиоза с антагонистическим характером взаимоотношений между его сочленами, при котором один из них (паразит) использует другого (хозяина) как среду обитания и/или источник пищи, а его отношения с внешней средой опосредуются хозяином. Паразитизм отличают более глубокие взаимодействия между компонентами симбиотической системы (в этом случае её называют системой «паразит – хозяин»), чем при комменсализме, а в отличие от мутуализма паразит оказывает на хозяина патогенное воздействие той или иной степени тяжести.

У паразитов развивается сложная система адаптаций, направленная на обеспечение поиска хозяина, проникновения в него и паразитирования: формирование специализированных прикрепительных образований, интенсификация репродукции, модуляция иммунного ответа хозяина, видоизменение его фенотипа, включая поведение, и многое другое.

Паразитизм может быть облигатным (обязательным в жизненном цикле вида) и факультативным (необязательным). Облигатный паразитизм подразделяют на временный, когда паразиты нападают на хозяина для кратковременного питания (например, кровососущие насекомые и клещи), и стационарный, при котором паразит длительное время на протяжении одной или нескольких фаз жизненного цикла (периодический паразитизм) или всю жизнь (постоянный паразитизм) проводит на хозяине.

Мутуализм – форма симбиоза, при которой присутствие каждого из двух

видов становится обязательным для обоих, каждый из сожителей получает относительно равную пользу и партнеры (или один из них) не могут существовать друг без друга.

Протокооперация – форма симбиоза, при которой совместное существование выгодно для обоих видов, но не обязательно для них. В этих случаях отсутствует связь именно этой, конкретной пары партнеров.

Нейтрализм – тип биотической связи, при которой совместно обитающие на одной территории виды не влияют друг на друга. При нейтрализме особи разных видов не связаны друг с другом непосредственно.

Антибиоз – тип биотической связи, когда обе взаимодействующие популяции (или одна из них) испытывают отрицательное влияние друг друга. Антибиоз подразделяется на:

- аменсализм;
- хищничество;
- конкуренцию;
- паразитизм.

Аменсализм – форма антибиоза, при которой один из совместно обитающих видов угнетает другой, не получая от этого ни вреда, ни пользы.

Хищничество – тип антибиоза, при котором представители одного вида питаются представителями другого вида. Хищничество широко распространено в природе как среди животных, так и среди растений.

Конкуренция – тип биотических взаимоотношений, при котором организмы или виды соперничают друг с другом в потреблении одних и тех же обычно ограниченных ресурсов.

Так как встречаемость и обилие видов, образующих сообщества, определяются комплексом экологических факторов, в том числе и биотических, зависимость количественных характеристик одного вида от другого, как правило, не является функциональной. При стохастическом характере зависимостей вычислять коэффициент корреляции между этими видами нецелесообразно. Более корректной будет оценка сопряженности видов.

Сопряженность между видами может быть: положительной, при которой виды произрастают совместно; отрицательной, при которой виды избегают друг друга; отсутствие сопряженности – виды распространяются независимо друг от друга.

Практическое задание

1 Используя данные таблицы 4.1, рассчитать коэффициенты сопряженности для различных видов.

Таблица 4.1 – Обилие травянистых растений на пробных площадках, количество особей

Номер площадки	Пыльцеголовник красный	Дремлик темно-красный	Коротконожка перистая	Ландыш майский	Колокольчик сибирский	Золотая роза обыкновенная	Подмаренник настоящий	Проросток клёна остролистного
1			4			1	3	
2	1		4				1	
3		1						3
4		1	2		1		3	1
5		1			1			2
6	1	2		4	1			
7		1		6		2		
8	1			5	2			
9	2						5	
10	1						2	
11		1	3				4	
12			5		2			1
13	2				3	1		2
14	2	2	1		2		3	1
15	1		4				2	2
16				4		1		
17				6				
18	4			6	2			
19	4						4	
20							3	
21	2	1			1	1		
22	4	1			2			1
23	2	1			3			
24	2	1			4		1	
25	1	1					10	2
26		2		4				2
27		3		2		1		3
28				6				
29						1		1
30							7	2

Для расчёта:

1) подсчитать a , b , c , d , N , где a – количество площадок, на которых отмечены оба вида; b – количество площадок, на которых отмечен только вид В (вида А нет!); c – количество площадок, на которых отмечен только вид А;

d – количество площадок, на которых оба вида не отмечены; N – общее количество площадок;

2) рассчитать теоретически ожидаемые величины (a' , b' , c' , d') при абсолютно независимом распределении:

$$a' = (a + c)(a + b)/N;$$

$$b' = (a + b)(b + d)/N;$$

$$c' = (a + c)(c + d)/N;$$

$$d' = (b + d)(c + d)/N;$$

3) оценить различия эмпирических (a , b , c , d) и теоретически ожидаемых (a' , b' , c' , d') распределений с помощью критерия χ^2 :

$$\chi^2 = ((a - a')^2/a') + ((b - b')^2/b') + ((c - c')^2/c') + ((d - d')^2/d').$$

Если χ^2 меньше стандартного значения (3,8), то эмпирическое распределение соответствует теоретически ожидаемому и, следовательно, сопряженность между данными видами отсутствует.

Если χ^2 больше стандартного значения, то эмпирическое распределение не соответствует теоретически ожидаемому и, следовательно, имеет место сопряженное распределение видов.

В данном случае, если:

- 1) $a > a'$ и $d > d'$ – сопряженность положительная;
- 2) $b > b'$ и $c > c'$ – сопряженность отрицательная.

Контрольные вопросы

- 1 Какие типы взаимоотношений повышают выживаемость обоих видов?
- 2 Какие типы взаимоотношений снижают выживаемость обоих видов?
- 3 Какие типы взаимоотношений снижают выживаемость одного вида?
- 4 Какие типы взаимоотношений не влияют на выживаемость?
- 5 Какие типы взаимоотношений повышают выживаемость одного вида?

5 Практическая работа № 5. Видовая структура сообщества (альфа- и бета-разнообразие)

Цель работы: ознакомиться с методами определения видовой структуры сообщества.

Теоретическая часть

Для начального ознакомления с количественными параметрами биоценозов нам в принципе будет достаточно рассмотреть альфа-и бета-разнообразие экосистем. Первый термин отражает конкретное видовое богатство – общее

число видов в данном сообществе и видовую насыщенность – среднее число видов на единицу площади (или объёма). Кроме того, важно знать и так называемое бета-разнообразие – это изменчивость альфа-разнообразия, т. е. индексы сравнения биоразнообразия между «адекватными» биогеоценозами, коэффициенты сходства и гетерогенности.

Один из наиболее простых способов, как ориентировочно оценить численность того или иного представителя флоры или фауны, – это каким-то способом определить встречаемость данного вида организмов. Фактически при изучении биоразнообразия экосистем это может означать процент проб, в котором встречен данный биологический вид.

Существуют несколько способов определения основных показателей видового биоразнообразия, которое характеризуется одним единственным числом. В зависимости от конкретных условий коллектирования, изучения и сбора для оценки таксономических списков следует использовать тот или иной параметр.

1 Индексы видового богатства. В основном эти параметры отражают число таксонов в конкретных выборках, часто дополненных для получения максимально полной и достоверной картины о биоценозе и наблюдениями, рисунками, фотографиями, собранными личиночными стадиями при отсутствии имаго и т. п.

Индексы Маргалефа и Менхиника (позволяют оценить, сколько видов приходится на число собранных или учтённых особей)

$$D_{Mg} = (S - 1) / \ln N ;$$

$$D_{Mn} = S / \sqrt{N} ,$$

где S – число выявленных видов;

N – общее число особей всех найденных видов.

Индекс Шеннона

$$H = - \sum (p_i \cdot \ln p_i),$$

где p_i – доля особей i -й биогруппы.

Коэффициенты доминантности:

а) индекс Бергера – Паркера

$$D = (N_i / N) \cdot 100 \quad \% ,$$

где N_i – численность всех особей данного вида (группы, семейства) во всех пробах;

N – общая численность особей всех видов (всех групп, семейств) во всех пробах;

б) индекс Симпсона

$$D_s = \sum [(n(n-1)) / N(N-1)] \cdot 100 \quad \% .$$

Как правило, индексы доминирования слабо чувствительны к объёму выборки и умеренно улавливают различия между биотопами, но при этом хорошо маркируют обилие фоновых (массовых) видов и таксонов.

2 Индексы сходства и различия. Очень часто для эколого-теоретических,

общебиологических или природоохранных целей важно сравнить сходные (т. е. относительно равноценные или адекватные друг другу) по основным признакам биоценозы.

Это даёт право сделать более корректные выводы о наиболее богатых и ценных экосистемах «одного ранга» по обилию или своеобразию их редких, реликтовых или уязвимых представителей флоры и фауны. Иногда для общих биологических исследований важно знать сравнительные характеристики разных сообществ между собой – по набору каких-то жизненных форм организмов, таксонов или отдельных видов. Здесь тоже нужно биологически корректно птиц сравнивать с птицами, водоросли – с водорослями, насекомых – с насекомыми. Причём эти наблюдаемые различия, например, на территории наземно-сухопутных биоценозов могут проявляться не только в широтном или меридиональном направлении. Существует структура вертикальной зональности в распределении разных популяций – от уровня моря до самых высоких ледников. В разных горных системах есть переходы от одного пояса к другому, проявляется эффект экотона и есть аazonальные биотопы (сообщества), которые вкрапливаются в общую однородную систему биоценозов одной зоны.

Очевидно, что биоценозы отличаются между собой не только по видовому разнообразию флоры и фауны, но и по обилию того иного таксона продуцентов, консументов или редуцентов. Количество особей может очень сильно отличаться в экосистемах даже одного и того же региона в пределах одной и той же зоогеографической зоны (биома), в акватории одной и той же экологической зоны Мирового океана или на территории одного природно-территориального комплекса. Число массовых видов, а также доминантных (или субдоминантных) видов в биоценозе не бывает большим. Чаще всего в биоценозах, которые существуют сотни и тысячи лет и могут считаться старыми и устойчивыми (по набору и соотношению автотрофов и гетеротрофов) многие виды и группы обладают средней или совсем небольшой численностью. При исследовании экологических систем одного уровня организации и при сравнении их эколого-биологической структуры нередко бывают полезны разные математические коэффициенты, в том числе, например, коэффициенты Жаккара (K_1), Сьеренсена (K_2), Кульчинского (K_3):

$$K_1 = C / (A + B + C);$$

$$K_2 = 2C / (A + B);$$

$$K_3 = C / (A + B - 2C),$$

где A – число видов данной биологической группы в одной экосистеме (территории);

B – число видов той же биологической группы в другой экосистеме;

C – число видов, общих для обеих экосистем (территорий или акваторий).

Первый коэффициент сравнения разнообразия более строгий и пропорциональный, второй имеет большую «разрешающую силу», когда сходство не очень

сильно выражено и многие видов встречаются в обоих биогеоценозах.

Практическое задание

Используя материалы практического задания № 1 (видовой состав древесных насаждений сквера и бульвара), рассчитать параметры биоразнообразия этих сообществ:

- индексы Маргалефа и Менхиника;
- индекс Шеннона;
- индекс Бергера – Паркера;
- индекс Симпсона;
- коэффициенты Жаккара, Сьеренсена, Кульчинского.

Контрольные вопросы

- 1 Какие параметры используют для оценки видового богатства сообщества?
- 2 Какие параметры характеризуют доминирование отдельных видов?
- 3 Какие параметры характеризуют сходство видового состава сообществ?
- 4 Почему используют несколько методов расчёта?
- 5 Что такое альфа-разнообразие? Какие параметры его отражают?
- 6 Что такое бета-разнообразие?

6 Практическая работа № 6. Рекреационная дигрессия на примере сосняков зеленомошных

Цель работы: ознакомиться с методами оценки влияния рекреационных процессов на видовой состав лесной экосистемы.

Теоретическая часть

Сукцессия – смена одного сообщества другим в результате действия внешних (экзогенные сукцессии) и внутренних факторов (эндогенные сукцессии). Рекреационное воздействие является одним из основных факторов изменения состояния пригородных лесов, приводящих их к экзогенным дигрессивным сукцессиям.

Рекреационная дигрессия – это изменения в природных комплексах (главным образом в лесных биоценозах) под влиянием их интенсивного использования для отдыха населения. Регулярное пребывание даже ограниченного количества рекреантов (людей) в лесу вызывает постепенные прогрессирующие изменения в сложных взаимосвязанных биологических системах, которые могут привести к разрушению природной среды. К основным видам рекреационного воздействия на лесной биоценоз относятся: механический (вытаптывание, нанесение зарубок на стволах, обламывание ветвей, заготовка дров, ожог почвы от костров, распугивание животных); вынос, отчуждение посетителями вещества и энергии (грибов, ягод, цветов и т. д.) и др. Самым ощутимым и постоянно

действующим фактором рекреационной дигрессии является механическое воздействие – вытаптывание растительного покрова и уплотнение почвы. Его действие особенно сказывается на легкоуязвимых эфемерах и эфемероидах. Для рационального использования рекреационных территорий решающее значение имеет определение устойчивости природного комплекса.

В результате рекреационной нагрузки отдыхающих происходит уплотнение почвы и нарушение растительного покрова. С ростом рекреационной нагрузки увеличивается площадь дорожно-тропиночной сети, формируется куртинно-полянны комплекс, лес приобретает парковый вид. Наблюдающееся усиление мозаичности сообществ обусловлено не столько сочетанием природных факторов, сколько различной интенсивностью рекреационного воздействия. Изменение условий обитания приводит к изменению состава сообщества. Изменяются видовое разнообразие по ярусам, соотношение видов по экологоценотическим группам. Количество лесных видов (бореальных, бореально-неморальных и неморальных) уменьшается, а луговых и рудеральных увеличивается.

Эколого-ценотические группы растений по классификации О. В. Смирновой и др. (2004 г.):

- 1) бореальная внутрилесная группа, образована видами сомкнутых темнохвойных лесов: Boreal InForest-Boreal;
- 2) бореальная опушечная группа, образована видами, растущими в окнах темнохвойных лесов и на опушках: Boreal;
- 3) неморальная внутрилесная группа, образована видами сомкнутых широколиственных лесов: Nemoral InForest-Nemoral;
- 4) неморальная опушечная группа, образована видами, растущими в окнах широколиственных лесов и на опушках: Nemoral;
- 5) нитрофильная (ольшаниковая) внутрилесная группа, образована видами сомкнутых черноольховых лесов: Nitrophilous InForest-Nitrophilou;
- 6) нитрофильная (ольшаниковая) опушечная группа, образована видами разреженных черноольховых лесов: Nitrophillous;
- 7) боровая внутрилесная группа, образована видами сомкнутых сосновых лесов: PineForest InPineForest;
- 8) боровая опушечная группа, образована видами разреженных сосновых лесов: PineForest;
- 9) ксерофильная группа, образована видами разреженных широколиственных лесов лесостепи (байрачных дубрав): Oak-Xerophilous;
- 10) лугово-степная группа, подгруппа видов луговых и настоящих степей: Meadow-Stepp Steppe;
- 11) лугово-степная группа, подгруппа видов сухих лугов: Meadow-Stepp DryMeadow;
- 12) лугово-степная группа, подгруппа видов влажных лугов: Meadow-Stepp FreshMeadow;
- 13) водно-болотная группа, объединяющая прибрежно-водные и внутриводные виды, виды свежего аллювия, верховых (олиготрофных) и низинных (мезотрофных) болот: Water-Swamp;
- 14) группа адвентивных видов – чужеродных, намеренно или случайно

занесённых человеком: Advent.

Выделяют также группу рудеральные растения (от лат. rudus, родительный падеж ruderis – щебень, строительный мусор), растения, обитающие, как правило, у заборов, на свалках, у дорог и т. п. К ним относятся дурман, белена, крапива, лопух, дурнишник и др. Эти растения имеют различные приспособления для защиты от уничтожения человеком и животными (ядовитые вещества, шипы, жгучие волоски и др.). Вместе с сегетальными (сорнополевыми) растениями составляют группу сорных растений.

Практическое задание

1 Провести анализ изменения видового разнообразия сосудистых растений рекреационных сообществ по ярусам. Результаты представить в виде таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Количество видов растений по ярусам на площадках с различной степенью рекреационного воздействия

Номер площадки	Древостой	Подрост	Подлесок	Травостой	Лишайниковый ярус	Всего

2 Провести анализ видового состава по эколого-ценотическим группам (бореальные, бореально-неморальные, неморальные, лесо-луговые, луговые, степные, рудеральные). Результаты представить в виде таблицы 6.2.

Таблица 6.2 – Количество видов по эколого-ценотическим группам, видов

В процентах

Номер площадки	Бореальные	Бореально-неморальные	Неморальные	Лесо-луговые	Луговые	Степные	Рудеральные

3 Рассчитать коэффициенты сходства видового состава сообществ Серенса – Чекановского.

$$K = 2c / (a + b),$$

где a – число видов в первом сообществе;

b – число видов во втором сообществе;

c – число общих видов для первого и второго сообществ.

4 Сделать выводы об изменениях видового состава по мере усиления рекреационного воздействия.

Контрольные вопросы

- 1 В чём причина рекреационной дигрессии?
- 2 Как изменяется видовой состав при рекреационной нагрузке?
- 3 Что такое адвентивные виды?
- 4 Назовите рудеральные виды растений.
- 5 Назовите эколого-ценотические группы растений.

7 Практическая работа № 7. Методы оценки количественного развития популяций животных и растений

Цель работы: ознакомиться с методами количественного анализа развития популяций животных и растений.

Теоретическая часть

Современное представление о биоценозах как системах популяций видов животных растений обусловило широкое применение методов популяционного анализа. Его использование открывает большие возможности при изучении структуры сообществ, динамических процессов, механизмов их функционирования, устойчивости и саморегуляции при различной интенсивности воздействия внутренних и внешних факторов. Анализ популяций даёт основу для прогнозирования продуктивности сообществ, оценки их состояния, характера и степени изменений.

Популяционные исследования необходимы для изучения антропогенных изменений экосистем, разработки режимов охраны и оптимального природопользования. Преимуществом популяционного анализа является применение точного количественного учета.

Популяция – это совокупность особей одного вида, занимающая определенную территорию, скрещивающаяся между собой и дающая плодовитое потомство. Популяцию характеризуют рядом признаков: рождаемость, смертность, возрастная структура, распределение в пространстве, выживаемость, кривая роста, численность и др. Основными категориями популяций являются генетические, локальные и ценотические популяции. Для изучения особенностей структуры популяции и ее взаимосвязи с первичной продуктивностью в различных биоценозах более важен уровень ценотической популяции.

Под ценотической популяцией (ценопопуляцией) понимают совокупность особей вида или внутривидового таксона, которая находится в пределах конкретного сообщества или биоценоза.

Ценотическая популяция отличается от локальной популяции приуроченностью к биоценозу и от генетической популяции, поскольку не предусматривает обязательную генетическую однородность. Ценотическая популяция – эта реальная биологическая единица, в форме которой существуют виды растений, микроорганизмов и животных.

Каждая популяция может быть охарактеризована набором определенных атрибутов – популяционных параметров. Основные из них:

- а) численность – общее количество особей, которое содержится в данной популяции,
- б) плотность – количество особей, приходящееся на единицу территории или единицу объема пространства, занимаемого популяцией,
- в) запас биомассы популяции в целом и в расчете на единицу площади или объема,
- г) рождаемость – число новых особей, которое появляется в популяции при размножении,
- д) смертность – количество особей, отмирающих за определенный промежуток времени,
- е) прирост популяции – соотношение между рождаемостью и смертностью, ведущее к увеличению или уменьшению численности особей в популяции.

Важным атрибутом любой популяции является также ее пространственная структура, состоящая в особенностях расположения особей по площади популяционного поля.

Понимание законов жизни популяций очень важно для экологии. Гетерогенная структура популяции включает в себя морфогенетическую, возрастную, виталитетную (размерную), половую и другие формы разнообразия. Наиболее информативной для изучения жизнедеятельности ценологических популяций является виталитетная (размерная) структура. Размерная иерархия особей в популяциях, а также их динамическая сменяемость во времени и пространстве – важные показатели, имеющие высокую связь с устойчивостью ценопопуляций и ее статусом в сообществе.

Современные концепции биопродуктивности утверждают, что ключевое значение для формирования биомассы имеют процессы, идущие на уровне особи и популяций. Популяционный подход дает надежную основу для прогноза продуктивности в условиях влияния разнообразных внешних воздействий. Изучение устойчивости ценопопуляций имеет особенно большое значение для видов растений и животных, которые используются в хозяйственных целях.

Для описания состояния организмов используется набор морфопараметров, отражающих структуру вегетативных и генеративных органов, а также их продукционную деятельность.

Эти параметры подразделяются на четыре группы.

1 Статистические, которые характеризуют морфометрический статус организма в тот или иной момент времени. В их число входят следующие виды параметров:

- а) метрические, получаемые в результате простых измерений числа, веса или размера морфоструктур. К метрическим параметрам относятся, например, фитомасса растения и его отдельных частей, число побегов, высота растения общая фитомасса, площадь листовой поверхности, фитомасса листьев, фитомасса стеблей, фитомасса репродуктивных органов, площадь отдельного листа и др.;
- б) аллометрические, которые оценивают соотношения в развитии разных органов. Эти параметры по сравнению с метрическими имеют меньшую

внутригрупповую дисперсию и поэтому стабильнее (площадь листьев на единицу фитомассы, площадь листьев на единицу фитомассы листьев, фотосинтетическое усилие, вес стеблей на единицу фитомассы, репродуктивное усилие).

2 Динамические, которые оценивают темпы роста и формирование особей и их отдельных частей за определенные промежутки времени. В их число входят:

а) метрические, которые оценивают динамику отдельного метрического признака в процессе индивидуального развития (абсолютная скорость роста, абсолютная скорость формирования листовой поверхности, относительная скорость роста, относительная скорость формирования листовой поверхности, продолжительность существования фитомассы, продолжительность существования листьев);

б) аллометрические, описывающие динамику в процессе индивидуального развития аллометрических соотношений (производительность работы листовой поверхности, нетто-ассимиляция).

В ходе исследования в большом наборе параметров морфоструктуры выделяют несколько ключевых или индикаторных, которые в наибольшей степени характеризуют рост, формообразовательный и продукционный процессы. Оценка качества особей по такой совокупности количественных признаков называется виталитетом (жизненным состоянием). Это создает размерную или как ее называют виталитетную неоднородность внутрипопуляционной структуры. При оценке мощности развития особей по одному признаку (например, вес особей) используют термин «размер», а при многомерной оценке особей по комплексу количественных признаков, которые характеризуют мощность развития особей, – термин «виталитет». Иерархия размера является результатом разной скорости роста и разного уровня продукционного процесса.

Практическое задание

1 На примере комнатных растений назвать метрические и аллометрические параметры, характеризующие виталитет особи.

2 Отметить, какие из этих параметров можно определять без повреждения растения.

3 Измерить или подсчитать не менее пяти морфометрических параметров.

4 Рассчитать коэффициенты корреляции между параметрами.

5 Обосновать, какие соотношения между метрическими параметрами можно считать аллометрическими, а какие нельзя.

Контрольные вопросы

1 Чем различаются локальная, генетическая и ценотическая популяции?

2 Какие атрибуты используют для размерной характеристики популяции?

3 Что такое морфопараметры? Для чего они используются?

4 Что такое метрические параметры?

5 Что такое аллометрические параметры?

6 Чем различаются статические и динамические параметры?

8 Практическая работа № 8. Описание жилища человека как искусственной экосистемы

Цель работы: ознакомиться с методами анализа техногенных экосистем на примере жилища человека.

Теоретическая часть

Познание окружающего мира – естественная потребность живого существа и источник интеллектуального наслаждения для существа разумного. Даже примитивный живой организм не накапливает бесполезной информации. Сначала на генном, затем на рефлекторном уровне закладывается система регулирования взаимоотношений индивида с окружающей средой. С помощью морфологических изменений, физиологических и поведенческих реакций происходит адаптация вида, популяции, особи к миру. В результате вид становится узкоспециализированным: реакции, отработанные в данных конкретных условиях, при изменении ситуации, в непрерывно эволюционирующей среде становятся неадекватными. Чем лучше адаптирован вид, тем ближе его вымирание.

Разумное существо, напротив, стремится адаптировать окружающий мир к своему, анатомически и физиологически реликтовому, организму. Жизнестойкость такого вида может быть практически неограниченной. В эволюционном тупике узкой специализации оказывается сама адаптируемая окружающая среда.

Биологические потребности человека не превышают потребностей животного средних размеров. Социальные можно условно разделить на «потребности развивающегося сознания» и «прихоти иерархического статуса в стае». Эволюция социальных потребностей, эволюция сознания определит дальнейшую судьбу планеты и того сектора Метагалактики, на который мы успеем распространить наше адаптирующее влияние.

На первом этапе адаптация окружающей среды подразумевает разрушение естественных природных комплексов и создание на их месте искусственных систем. На втором этапе – обновление устаревших систем или замену на более совершенные. На смену биоценозу приходит антропоценоз – искусственная экосистема, созданная человеком.

Антропоценоз начинается с планирования. Прежде всего определяется цель, которой должна служить система: получение пищевого продукта или сырья для промышленности; выполнение декоративно-оздоровительных, рекреационных функций или создание лабораторной модели для научного исследования. Парк, огород, аквариум, культура клеток – всё это антропоценозы – искусственные живые системы. Своеобразным антропоценозом является город – урбоценоз – и промышленный гигант – техноценоз, основным, если не единственным живым компонентом которого является человек.

Качественное и количественное выражение цели – планируемый результат. Кроме планируемого, получают также побочный результат, или побочный

продукт – отходы основного производства, воздействие на окружающую среду, истощение ресурсов и т. д. Необходимо качественно и количественно охарактеризовать существенные побочные результаты, предусмотреть способы их утилизации. Результат функционирования системы в кибернетике определяют как «выход», «выходные параметры». «Выход» любой экосистемы является «входом» – параметром, влияющим на процессы в других, сопредельных системах. Ни одна система не является полностью изолированной, замкнутой, глобальные потоки вещества и энергии связывают биоценозы и антропоценозы планеты в единое целое – ноосферу.

Для построения антропоценоза предварительно изучают базовые параметры – условия, в которых будет создаваться и функционировать система: абиотические и биотические компоненты, пути их миграции, количественные и качественные характеристики и их динамику.

Определив «базовые» и «выходные» параметры, приступают к моделированию.

Модель – это полное описание антропоценоза, его структуры, особенностей функционирования, методов управления и прогноза развития.

Структура включает качественные и количественные характеристики планируемых компонентов, необходимых для нормальной работы системы. Определяют также вероятность проникновения нежелательных компонентов, подлежащих уничтожению или удалению (элиминации). Описывают характер взаимоотношений между компонентами. Разрабатывают методы воздействия в наиболее вероятных и маловероятных (аварийных) ситуациях.

Создав модель, приступают к ее реализации – поиску оптимальных путей перехода от исходной системы – природного биокомплекса или устаревшего, утилизируемого антропоценоза – к запланированному. Если модель не противоречит законам природы, она принципиально реализуема. Если планируемый результат оправдывает затраты на создание и эксплуатацию системы, она реализуема организационно. Реализация и эксплуатация систем не являются научными проблемами, но исследователь обязан предусмотреть принципиальную и организационную реализуемость своих моделей.

Эксплуатация системы – это поддержание ее параметров в диапазоне приемлемости. Сложная динамическая открытая система постоянно флуктуирует. В результате непрерывно протекающего между компонентами обмена дискретными порциями вещества и энергии, периодического изменения абиотических факторов, взаимодействия с другими системами параметры антропоценоза все время изменяются. Образуется паттерн – облако возможных состояний системы во времени. Поэтому задачей управления в большинстве случаев становится стабилизация системы в состоянии ее наибольшей продуктивности.

В каждый момент флуктуации можно выделить лимитирующий фактор – один из параметров, изменение которого в нужном направлении и на нужную величину подтолкнет систему к желаемому состоянию. Влияние всех остальных факторов приведет к противоположному результату – еще большему отклонению системы от оптимума – или не окажет никакого воздействия. Например,

недостаток воды в почве нельзя компенсировать внесением минеральных удобрений или усиленной аэрацией надземной части растения. Повышение или понижение температуры вряд ли будет эффективно при высокой кислотности субстрата и т. д. Лимитирующий фактор легко определить только при очень сильном и длительном угнетении функционирования. Поэтому в большинстве случаев стремятся поддержать в оптимальном состоянии не саму систему, а ее существенные параметры. Эмпирически определяют, при каком сочетании природных условий урожайность сельскохозяйственной культуры наибольшая или при каком составе культуральной жидкости получают максимальный выход бактериального сырья. Оптимальные значения существенных параметров устанавливают при создании модели антропоценоза. Допустимые колебания и составляют диапазон приемлемости.

В экологическом диапазоне приемлемости колебания не оказывают существенного нежелательного воздействия на экосистему более высокого порядка.

Экономический диапазон приемлемости определяется соотношением затрат на оптимизацию параметра и потерь продукта при отклонении параметра от оптимального значения.

Последняя стадия – утилизация экосистемы. Она может проходить в форме естественной сукцессии (без участия человека) или замены новой усовершенствованной системой.

Цель науки антропоценологии, или практической биологии, – построение моделей реализуемых и управляемых антропоценозов. Человек стремится создать простую детерминантную систему, входные и выходные параметры которой находятся в прямой функциональной зависимости. Поведение такой системы легко прогнозировать и регулировать. «Экспансия жизни», напротив, ведет к самоусложнению систем: открытых – за счет миграции из окружающей среды, квазизамкнутых – за счет мутаций и внутренней дифференциации. Усложняясь, система становится вероятностной (стохастической), ее поведение можно предсказать с некоторой долей вероятности, т. к. значение каждого параметра зависит от все большего числа факторов, учесть влияние которых становится все труднее.

Задача антропоценологии – прогнозирование вероятности возможных флюктуаций антропоценоза в зависимости от изменения различных параметров в процессе управления.

Первой и наиболее важной попыткой адаптации окружающей среды, создания антропогенной системы для человека стало жилище.

Среда обитания, окружающая современного человека, включает в себя природную среду, искусственную среду, созданную человеком и социальную среду. Каждый день, живя в городе, прогуливаясь, работая, обучаясь, человек удовлетворяет широчайший круг потребностей. В системе потребностей человека (биологических, психологических, этнических, социальных, трудовых, экономических) можно выделить потребности, связанные с экологией среды обитания. Среди них – комфорт и безопасность природной среды, экологически комфортное жилище, обеспеченность источниками информации (произведениями искусства, привлекательными ландшафтами) и др. В связи с резкими

изменениями в природной среде возникло много исследований, направленных на изучение состояния окружающей среды и состояния здоровья жителей в конкретной стране, городе, районе.

Но необходимо учитывать, что городской житель большую часть времени проводит в помещениях (до 90 % времени) и качество окружающей среды внутри различных построек и сооружений оказывается наиболее важным для здоровья и благополучия человека при выполнении разных видов деятельности.

Изучением благоприятных и неблагоприятных условий существования человека в помещении занимается коммунальная гигиена. Специалисты определяют оптимальные параметры факторов окружающей среды, устанавливают предельно допустимые уровни и концентрации потенциально вредных факторов. Задача строителей, специалистов по инженерному обеспечению и коммуникациям – создать условия для поддержания здоровой и комфортной среды обитания согласно рекомендациям специалистов по коммунальной гигиене. Создать идеальное жильё, помещение для работы, учёбы, досуга невозможно по нескольким причинам:

1) все люди разные. Даже один и тот же человек в разном возрасте, в разные периоды жизни, в разное время года и разное время суток, при разных видах деятельности имеет разные потребности. Оптимальные значения параметров микроклимата, освещённости, состава воздуха и др. постоянно изменяются, а окружающая среда имеет определённую инерцию и на её адаптацию нужно время;

2) поддержание идеально комфортных условий может быть очень затратным;

3) постоянно комфортные условия снижают способность организма к изменениям, которые неизбежны;

4) изоляция человека в идеально комфортном помещении приведёт к сенсорной депривации и психологическим проблемам;

5) индивидуальные представления о комфорте и эстетичности интерьера часто противоречат гигиеническим требованиям.

В настоящее время приходится находить компромисс между требованиями экономического, физиологического, гигиенического, психологического характера. Нужно учитывать технологические возможности и другие факторы.

При этом приходится определять приоритет этих требований и последовательность их оптимизации. Поэтому современное жильё, производственные и общественные здания имеют определённые недостатки, которые будут устранены со временем.

Человек сравнительно недавно оказался в городской среде. Естественно, за это время основные механизмы восприятия не смогли приспособиться к измененной визуальной среде и изменениям в воздухе, воде, почве. Это не прошло бесследно: известно, что люди, живущие в загрязнённых районах города, более склонны к различным заболеваниям. Наиболее часто распространены сердечно-сосудистые и эндокринные расстройства, но встречается весь комплекс разнообразных заболеваний, причиной которых является общее понижение иммунитета.

Житель современного города больше всего видит плоские поверхности – фасады зданий, площади, улицы и прямые углы – пересечения этих плоскостей. В природе же плоскости, соединенные прямыми углами, встречаются очень редко. В квартирах и офисах идет продолжение подобных пейзажей, что не может не сказаться на настроении и самочувствии постоянно находящихся там людей.

Квартира – не только укрытие от неблагоприятных условий окружающего мира, но и мощный фактор, воздействующий на человека и в значительной степени определяющий состояние его здоровья. На качество среды в жилище влияют:

- наружный воздух;
- продукты неполного сгорания газа;
- вещества, возникающие в процессе приготовления пищи;
- вещества, выделяемые мебелью, книгами, одеждой и т. п.;
- продукты табакокурения;
- бытовая химия и средства гигиены;
- комнатные растения;
- соблюдение санитарных норм проживания (количество людей и домашних животных);
- электромагнитные поля и излучения и др.

Концентрация загрязняющих веществ в квартирах в 2–5 раз выше, чем на улице города. Квартира как экосистема является гетеротрофной системой, похожей на город, но миниатюрный. Она существует за счет поступления энергии и ресурсов, т. к. главные ее обитатели – люди и животные, гетеротрофы (консументы). Автотрофы (продуценты) в квартире – это комнатные растения (цветы в горшках, петрушка в ящиках на подоконнике или на лоджии, водные растения и микроорганизмы в аквариумах и т. п.). Растения в квартире улучшают эстетическую и гигиеническую картину: улучшают настроение, увлажняют атмосферу и выделяют в нее полезные вещества – фитонциды, убивающие микробов. Живут в домах и лекарственные растения – алоэ, каланхоэ, индийский лук и подобные им. Лучший очиститель воздуха в квартире – хлорофитум, а борец с микробами – герань.

Стены из бетона, шлакобетона, полимербетона – источник радиации, способной провоцировать новообразования. Радий и торий постоянно разлагаются с выделением радиоактивного газа радона. Снижает содержание радона в воздухе регулярное проветривание комнат. Выделение радона уменьшается благодаря штукатурке и плотным бумажными обоям. Бетонные плиты поглощают влагу из стен. Сухость воздуха вызывает неприятные ощущения, заболевания верхних дыхательных путей, ведет к ломкости волос и шелушению кожи, увеличению статического электричества. Потому необходимы увлажнители. Линолеум служит источником ароматических углеводородов, которые в избыточном количестве вызывают аллергические реакции, повышенную утомляемость, ухудшение иммунитета. Мебель из ДСП источает формальдегиды и фенолы, которые вызывают раздражение слизистой и кожи, обладают канцерогенным (вызывающим рак) и мутагенным (способным вызвать непредсказуемую

мутацию генов) эффектами. Такая мебель негативно воздействует на репродуктивную функцию человека, опасна для центральной нервной системы и печени. Необходимо учитывать, что многие натуральные материалы природного происхождения способны вызывать аллергические реакции.

Создаваемое электроприборами электромагнитное поле негативно воздействует на кровеносную, иммунную, эндокринную и другие системы органов человека. Длительное воздействие ЭМП приводит к появлению заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем.

Загрязненная вода, попадая в наш организм, вызывает 70 %...80 % всех известных болезней, на 30 % ускоряет старение. Из-за употребления токсичной воды развиваются различные заболевания. Повышенная жесткость воды является одной из причин заболеваемости населения мочекаменной, почечнокаменной, желчнокаменной болезнью, холециститом. Недостаток фтора в организме приводит к развитию кариеса зубов, избыток – к флюорозу. Недостаток йода в воде и пище – основная причина заболевания населения тиреотоксикозом.

Главным предназначением жилища всегда было и остается защита человека, т. е. его здоровья, от неблагоприятных метеорологических и техногенных условий. А в условиях современного мира жилье может быть местом отдыха, учебы, воспитания и работы.

Одним из значимых направлений деятельности Роспотребнадзора является гигиена жилых и общественных зданий.

Гигиена жилых и общественных зданий – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасных для здоровья человека условий пребывания в жилых зданиях.

Гигиенические требования к условиям проживания в жилых домах, параметрам микроклимата, освещенности, инсоляции, уровням ионизирующих и неионизирующих излучений регламентируются санитарными правилами СанПиН 2.1.3684-21 *Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий*, СанПиН 1.2.3685-21 *Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания*.

Среди учёных – гигиенистов известен термин «жилищные болезни», т. е. болезни, которые в большой степени определяются характером жилищных условий человека. К таким болезням относили, например, туберкулез, ревматизм, некоторые психические и сердечно-сосудистые заболевания. Установлено, что повышение химизации нашего быта ведет к росту аллергических заболеваний (по данным отечественных ученых Ю. Д. Губернского и М. Т. Дмитриева, более 25 % веществ, обнаруженных в воздушной среде жилища, обладают аллергическими свойствами).

Для предупреждения развития «жилищных» заболеваний, уменьшения обострения хронической патологии жилище, с гигиенической и социальной

точки зрения, необходимо:

1) защищать людей, тем самым охранять их здоровье от неблагоприятных метеорологических факторов (холод, жара, ветер или опасная для здоровья скорость движения воздуха, атмосферные осадки, повышенная влажность и др.). Жилище должно иметь оптимальный микроклимат, не зависящий от окружающей среды. Быть сухим. Этим можно предупредить возникновение или обострение таких заболеваний, как ревматизм, ангина, пневмония, простуда, обострение сердечно-сосудистой патологии. Микроклимат в помещениях оценивают по показателям температуры, скорости движения и относительной влажности воздуха, радиационного режима помещения, который зависит от температуры ограждающих поверхностей. Для каждого из показателей установлены оптимальные уровни и допустимые пределы колебаний с учетом их комплексного действия на организм человека. Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата помещений жилых зданий и общежитий определены в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и равны для жилой комнаты:

– оптимальная температура воздуха составляет 20 °С...22 °С, допустимая – 18 °С...24 °С;

– оптимальная относительная влажность – 45 %...30 %, допустимая – 60 %...30 %;

– оптимальная скорость движения воздуха – не более 0,15 м/с, допустимая – не более 0,2 м/с;

2) иметь надлежащий набор помещений, достаточных по площади и объему. Жилая площадь на одного человека, из расчета допустимой концентрации СО₂ в жилом помещении и результатов социальных исследований, должна составлять не менее 9 м². Оптимальной следует считать жилую площадь 17,5 м² на одного человека. Площади отдельных комнат зависят от их назначения (кабинет, комната отдыха для взрослых, детская комната, кухня и др.) и типа квартиры с учетом природно-климатических условий. В квартире или индивидуальном доме должно быть достаточно места, чтобы дети могли свободно передвигаться, бегать, что физиологически необходимо для физического и психического их развития. Особенно важно соблюдать это требование в холодных регионах, где вследствие сурового климата прогулки и игры детей на открытом воздухе резко ограничены. Только в этом случае можно избежать тех осложнений и болезней, которые возникают в перенаселенных квартирах;

3) хорошо вентилироваться. Обеспечение должного уровня воздухообмена при наличии механической вентиляции или системы кондиционирования гарантирует удаление из помещений продуктов деструкции полимерных материалов отделки и мебели (фенол, формальдегид, аммиак и др.), которые накапливаются при недостаточной их вентиляции. Минимально допустимый воздухообмен должен составлять 60...80 м³/ч на одного человека. При надлежащей вентиляции жилища резко снижается заболеваемость, инфекционными болезнями, ОРВИ, ангиной, бронхитом, пневмонией, аллергией, хроническим карботоксикозом, уменьшается количество случаев хронического отравления химическими

веществами, выделяемыми из полимерных и синтетических материалов, а также химическими веществами, образующимися в жилище в результате бытовой деятельности человека;

4) хорошо инсолироваться. Это способствует профилактике рахита у детей, имеет немаловажное значение для санации воздушной среды жилища;

5) быть тихим, без шума и вибрации. Эквивалентный уровень звука не должен превышать 30 дБА в период с 23.00 до 7.00 и 40 дБА – с 7.00 до 23.00 (жилые комнаты квартир, домов стационарных организаций социального обслуживания, организации для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, спальные помещения в школах-интернатах, дошкольных образовательных организациях, домов отдыха, пансионатов). Максимальные уровни звука в этих помещениях не должны превышать 45 и 55 дБА соответственно. Это является профилактикой неврита, невроза, артериальной гипертензии, психических заболеваний, бессонницы;

6) не оказывать канцерогенного, аллергенного, тератогенного, мутагенного и токсического влияния на организм человека. Содержание токсических веществ в воздухе жилища не должно превышать ПДК. Выполнение этого условия является профилактикой аллергии, онкологических и других болезней;

7) быть красивым, иметь надлежащий интерьер, санитарно-техническое оборудование. Это является профилактикой психических расстройств и инфекционной патологии;

8) быть в меру изолированным от улицы;

9) стать местом для нормального отдыха, восстановления сил, воспитания детей, культурным очагом (просмотра и прослушивания теле-, радиопередач);

10) быть приспособленным для выполнения бытовых процедур, отдельных видов работ;

В связи с реалиями современного мира (появление коронавирусной инфекции, эпидемиологический подъем заболеваемости гриппом и ОРВИ и пр.) темы гигиены жилища стали актуальными. Поэтому напоминаем:

– чтобы поддержать чистый воздух, помещение необходимо систематически – несколько раз в день – проветривать;

– большое значение в гигиене жилища имеет правильное освещение. Наилучшим освещением в течение дня является естественное освещение солнечным светом. Солнечный свет является к тому же мощным оздоровительным фактором: он губительно действует на ряд болезнетворных микробов. Поэтому в солнечные дни следует открывать форточки, фрамуги, окна. Не зашторивайте окна днем и не ставьте на подоконник слишком много горшков с комнатными цветами, т. к. это препятствует проникновению солнечных лучей в комнату.

Поддержание чистоты дома значит, что вы и ваши близкие защищены от неприятных болезнетворных микроорганизмов. Регулярную влажную уборку в жилых помещениях рекомендуется проводить один-два раза в неделю. Генеральную уборку рекомендуется проводить после праздников, приема большого количества гостей, а в период гриппа и ОРВИ раз в две недели. Кроме того, напоминаем, что при проведении уборки рекомендуется два раза в год стирать шторы. Окна необходимо мыть два раза в год весной и осенью, если они выходят

во двор, а если на проезжую часть, до четырех раз в год.

В случае необходимости (домашней изоляции больных и др.) своевременно проводить дезинфекционные мероприятия. Для проведения дезинфекции следует использовать дезинфекционные средства, предназначенные для обеззараживания поверхностей в соответствии с инструкцией по применению.

Практическое задание

1 Дать общую характеристику своего места жительства:

- название населенного пункта;
- промышленные предприятия в населённом пункте, состав и количество выбросов в атмосферу;
- местонахождение жилища относительно промышленных предприятий;
- на какие части света выходят окна жилища: север, юг, запад, восток;
- характер застройки (многоэтажные или одноэтажные строения, деревянные, каменные, кирпичные, панельные). Для многоэтажного дома: количество подъездов, наличие лифта;
- наличие дорог (крупных автомагистралей, центральных улиц, внутриквартальных дорог);
- наличие парка, лесопарка, водоема;
- характер озеленения двора (отличное, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное). По возможности записать название деревьев и кустарников, произрастающих рядом с домом;
- особенности водоснабжения и отопления, наличие и характер канализации.

2 Сделать вывод, насколько комфортным считаете район своего проживания, какие достоинства и недостатки видите, что хотели бы исправить?

3 Провести экологический анализ своей квартиры/дома:

- а) виды энергии, поступающие в квартиру извне (солнечная, тепловая, электрическая и т. д.);
- б) назвать продуцентов и консументов (комнатные растения, животные, если присутствуют);
- в) определить виды отходов в своей квартире (пластиковые, бумажные, металлические и т. д.).

4 Используя интернет-ресурсы, найти значения гигиенических нормативов для жилых помещений (температура, влажность, освещённость, шум, площадь жилого помещения на одного человека и др.).

5 Предложить меры по оптимизации качества среды в своей квартире.

6 Определить приоритет этих мер.

Контрольные вопросы

1 Какая наука изучает качество окружающей среды в жилище?

2 Чем отличается среда жилища от наружной среды населённого пункта и от природной среды?

3 Какие параметры необходимо учитывать при оценке качества среды в жилище?

4 Почему невозможно создать идеальную окружающую среду в жилище?

Список литературы

1 Методы исследований в экологии : краткий курс лекций / сост. Н. Н. Гусакова, Ю. М. Мохонько. – Саратов : Саратовский ГАУ, 2014. – 174 с.

2 **Рогова, Т. В.** Общая экология: учеб. пособие / Т. В. Рогова, Н. Р. Шафигуллина. – 2-е изд., перераб. – Казань : Казан. ун-т, 2023. – 79 с.

3 Структура и видовое разнообразие биоценозов : метод. указания / сост. О. И. Белякова, Д. Е. Татаренко. – Курск : Юго-Зап. гос. ун-т, 2019. – 15 с.

4 Экология : учебник и практикум / под общ. ред. А. В. Тотая, А. В. Корсакова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2020. – 352 с.

5 **Щур, А. В.** Экология : учебник / А. В. Щур. – Рязань : ИП Викулов К. В., 2021. – 248 с.