

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Северо-Кавказский филиал
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

Кафедра общенаучной подготовки

Информационная экология

Методические указания по практическим работам
для студентов очной формы обучения

Направление подготовки – **10.03.01**

«Информационная безопасность»

Профиль - Безопасность компьютерных систем

Ростов-на-Дону
2022

Коршун А.М. Информационная экология. Методические указания по практическим работам для студентов очной формы обучения. - Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал МТУСИ. 2022. – 52 с.

Составитель:

доцент кафедры ОНП, к.г.н. Коршун А.М.

Издание рассмотрено и утверждено
на заседании кафедры ОНП,
29.08. 2022 г. № 1

© СКФ МТУСИ, 2022
© Коршун А.М. 2022 г.

Практическая работа № 1

Экология как наука. Роль учёных в её развитии

1. Цели занятия:

сформировать и закрепить историографический обзор научных деятелей, сыгравших огромную роль в развитии экологии как науки.

2. Перечень используемого оборудования

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

3. Подготовка к занятию

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме «*Экология как наука. Роль учёных в её развитии*»

- a. Перечислите имена ученых, внесших вклад в развитие экологии как науки.
- b. Какие открытия в области экологии были сделаны русскими учеными?
- c. Что изучает экология, и кто впервые ввел этот термин?
- d. Определите сходства и различия понятий «экосистема» и «биогеоценоз».
- e. Какой вклад в развитие экологии внес русский ученый В.И. Вернадский?

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

3.3 Составить конспект по теме (тетрадь для практических работ), где будут освещены вопросы п.3.1.

4. План проведения занятия

4.1 Прослушивание и обсуждение следующих сообщений:

- a. Перечислите имена ученых, внесших вклад в развитие экологии как науки.
- b. Какие открытия в области экологии были сделаны русскими учеными?
- c. Что изучает экология, и кто впервые ввел этот термин?
- d. Определите сходства и различия понятий «экосистема» и «биогеоценоз».
- e. Какой вклад в развитие экологии внес русский ученый В.И. Вернадский?

4.2 Заполните таблицу 1.1, пользуясь теоретической частью данной работы.

4.3 Подготовка и представление презентации (12-15 слайдов) по одному из вопросов по заданию преподавателя.

5. Содержание отчёта

5.1 Наименование работы.

5.2 Цель работы.

5.3 Перечень используемого оборудования.

5.4 Конспект по теме (домашняя работа).

5.5 Подготовка презентации.

6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе занятия по всей теме п.3.1.

7. Перечень используемой литературы

7.1 Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Экология: учебник для

- студентов бакалаврской ступени многоуровневого высшего профессионального образования. Ростов н/Д: Феникс, 2015 – 601 с.
- 7.2 Степановских А.С. Общая экология: учебник для вузов — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 687 с.
- 7.3 Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. Человек - Экономика - Биота - Среда: Учебник для студентов вузов. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 495 с.
- 7.4. Фаронов А. Е. Основы информационной безопасности при работе на компьютере. – Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 154 с.

Краткие теоретические сведения

Корни экологического знания уходят в глубокую древность. Наскальные рисунки, сделанные первобытными людьми, свидетельствуют о том, что интерес человека к окружающему миру был далек от простого любопытства. Идея охраны природы и, в частности, красоты естественных лесов была близка жителям Древней Греции. Так, древнегреческий поэт Гораций в письме патрицию Фуску Авидию говорит: «В ваших садах великолепные колоннады. Не для того ли они построены, чтобы запереть рощи и леса? Природа, которую вы гоните прочь ударами секир, которую вы гоните в двери из ваших домов, к счастью, возвращается обратно через окно». Древнегреческие мыслители передали эстафету римским ученым, а те «перекинули мостик» в эпоху Возрождения. Великие географические открытия эпохи Возрождения послужили толчком для развития природопользования. Ученые и путешественники не только описывали внешнее и внутреннее строение растений, но и сообщали сведения об их зависимости от условий произрастания или возделывания. Описание животных сопровождалось сведениями об их повадках, местах обитания.

Большой вклад в формирование экологических знаний внес шведский естествоиспытатель К. Линней (1707–1778). Не утратили своей актуальности его сочинения «Экономия природы» и «Общественное устройство природы». Под «экономией» ученый понимал взаимоотношения всех естественных тел, сравнивал природу с человеческой общиной, живущей по определенным законам. Но основным делом своей жизни Линней все же считал систематизацию растений. Создание книги «Система растений» заняло целых 25 лет, и только в 1753 году он опубликовал свой главный труд. Это открытие – огромный вклад в развитие науки «Экология растений». Французский исследователь природы Ж. Бюффон (1707–1788) в 1749 г. предпринял дерзкую для того времени попытку представить развитие Земли, животного мира и человека как единый эволюционный ряд. В его более поздних трудах подчеркивалось ведущее значение климатических факторов в экологии организмов

Важные наблюдения, оказавшие влияние на развитие экологии, были выполнены учеными Российской Академии наук в ходе экспедиционных исследований, проводимых начиная со второй половины XVIII века. Среди организаторов и участников этих экспедиций следует отметить С.П. Крашенинникова (1711–1755), прославившегося своим «Описанием земли Камчатки», И.И. Лепехина (1740–

1802) – автора «Дневных записок путешествия доктора и Академии наук адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства» в 4 томах, академика П.С. Палласа (1741–1811), подготовившего капитальный труд «Описание животных российско-азиатских».

Значительное воздействие на развитие экологической науки оказал один из родоначальников эволюционного учения Ж.Б. Ламарк (1744– 1829), считавший, что важнейшей причиной приспособительных изменений организмов, эволюции растений и животных является влияние внешних условий среды. В 1781–82 гг. он совершил путешествие по странам Европы с заданием собрать и закупить коллекции для французского ботанического сада. Занимаясь ботаникой, Ламарк преимущественно разрабатывал вопросы классификации и систематики растений, пытаясь построить естественную систему растений. Этому вопросу был посвящен труд «Мемуары о классах, которые являются наиболее подходящими для введения их среди растений...» (1785 год). В нем Ламарк располагал растения по классам, исходя из идеи градации, т. е. постепенного усложнения растительных форм по степени совершенства органов.

Основоположником отечественной экологии можно назвать профессора Московского университета К.Ф. Рулье (1814–1858). В своих трудах и публичных лекциях он настоятельно подчеркивал необходимость изучения эволюции живых организмов, развития и строения животных, в зависимости от изменений среды их обитания. Ученый сформулировал принцип, лежащий в основе всех наук о живом, – принцип исторического единства живого организма и окружающей среды (1852).

Большое значение для развития экологии имели труды зоолога Н.А. Северцова (1827–1885). Им впервые были предприняты попытки классификации животных по биологическим типам (жизненным формам). Им написаны монографии «Этюды по теории эволюции» (1912) и «Современные задачи эволюционной теории» (1914), которые внесли огромный вклад в развитие науки «Экология животных».

Крупнейший немецкий ученый А. Гумбольдт (1769–1859) заложил основы новой науки – биогеографии (преимущественно географии растений). Основатель учения о жизненных формах, Гумбольдт подробно изучил основные климаты Северного полушария и составил карту его изотерм. Кроме того, исследователь внес большой вклад в развитие геофизики, вулканологии, гидрографии, изучал природу стран Европы, Центральной и Южной Америки.

Гумбольдт предпринял попытку обобщить достижения наук о Земле. И все же на заре своего развития экология занималась описательным изучением природы. Великие исследователи и естествоиспытатели XIX в. оставили полные лиризма описания и наблюдения природных явлений.

Достаточно назвать с интересом читаемый и сегодня многотомный труд А. Брема «Жизнь животных», первый том которого появился в 1863 г.

Французский ученый Ж.А. Фарб в 1870 г. издал «Записки энтомолога», которые до сих пор поражают точностью наблюдений за удивительным миром

насекомых. Ключевым моментом в развитии экологического знания было возникновение самого термина «экология».

Днем рождения, а точнее «крещения», экологии как науки можно считать 14 сентября 1866 г., когда немецкий биолог Э. Геккель (1834–1919) закончил написание фундаментального труда «Всеобщая морфология организмов». Классифицируя разделы биологии в одном из подстрочных примечаний, Геккель впервые употребил слово «экология» (от греч. *oikos* – дом, жилище, родина, местопребывание, обиталище и *logos* – слово, учение) в отношении научного знания. Геккель Э. дал следующее определение экологии как науки: «...познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая непременно неантагонистические и антагонистические взаимоотношения животных и растений, контактирующих друг с другом.

Одним словом, экология – это наука, изучающая все сложные взаимосвязи и взаимоотношения в природе, рассматриваемые Дарвином как условия борьбы за существование». Геккель относил экологию к биологическим наукам и наукам о природе, которые, прежде всего, интересуют все стороны существования живых организмов: «Под экологией мы подразумеваем науку об экономии, о домашнем быте животных организмов. Она исследует общие отношения животных как к их неорганической, так и к органической среде, их дружественные и враждебные отношения к другим животным и растениям, с которыми они вступают в прямые и не прямые контакты...» К концу XIX в. термином «экология» начали пользоваться многие биологи, причем не только в Германии, но и в других странах. В 1868 г. в России под редакцией И.И. Мечникова вышел в конспективном изложении труд Э. Геккеля «Общая морфология», где впервые было упомянуто слово «экология» на русском языке. Экология как наука возникла в середине XIX в. в недрах биологической науки, которая к тому времени стала интересоваться не только классификацией всего живого и строением организмов, но и реакцией животных и растений на условия существования. Особую роль в развитии экологических идей сыграли труды великого английского ученого-естествоиспытателя Ч. Дарвина (1809–1882) – основателя учения об эволюции органического мира. Вывод Дарвина о присущей всему живому постоянной борьбе за существование принадлежит к числу центральных проблем экологии. Если Геккеля можно считать праотцом новой науки, интуитивно предвосхитившим всю значимость и глобальность экологии, то Дарвин заложил ее биологический фундамент – основание, на котором строилось экологическое знание. Вначале оно имело практической целью регулирование численности экономически важных видов животных и изменение естественных сообществ (биоценозов) в выгодном для человека направлении.

В 1859 г. Дарвин публикует книгу «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь», которая совершила подлинный переворот в биологии.

Важным шагом на пути экологии к изучению целостных природных комплексов стало введение в 1877 г. немецким гидробиологом К. Мёбиусом (1825–1908) понятия о биоценозе. Он сформулировал его в книге «Устрицы и устричное

хозяйство», где описал комплексы донных животных, образующих так называемые устричные банки. Такие комплексы Мёбиус назвал биоценозами, имея в виду объединения живых организмов, которые соответствуют по составу, числу видов и особей средним условиям среды и в которых организмы связаны взаимной зависимостью и сохраняются благодаря постоянному размножению в определенных местах. Заслуга Мёбиуса в том, что он сумел раскрыть многие закономерности формирования и развития естественных природных сообществ (биоценозов). Тем самым были заложены основы важного направления в экологии – биоценологии. Таким образом, К. Мёбиус один из первых применил к исследованию объектов живой природы особый подход, который в наши дни получил название системного подхода (1877). Этот подход ориентирует исследователя на раскрытие целостных свойств объектов и механизмов, их обеспечивающих, на выявление многообразных связей в биологической системе и разработку эффективной стратегии ее изучения.

В современной науке системная парадигма (господствующая теоретическая концепция, система взглядов) доминирует, а в экологии системный подход к рассмотрению объектов живой природы является основным. Как признанная самостоятельная научная дисциплина экология оформилась около 1900 г.

В процессе детального исследования окружающей среды возник особый раздел экологии – аутоэкология (от греч. autos – сам) – экология отдельных видов, организмов, изучающая их взаимоотношения с окружающей средой. Аутоэкология имеет большое прикладное значение, особенно в области биологических методов борьбы с вредителями растений, исследований переносчиков болезней и их профилактики.

Демэкология (от др.-греч. δῆμος – народ), экология популяций – раздел общей экологии, изучающий динамику численности популяций, внутривидовые группировки и их взаимоотношения. В рамках демэкологии выясняются условия, при которых формируются популяции. Демэкология описывает колебания численности различных видов под воздействием экологических факторов и устанавливает их причины, рассматривает особь не изолированно, а в составе группы таких же особей, занимающих определённую территорию и относящихся к одному виду. Однако каждый отдельный вид даже при его изучении во взаимосвязи с другими видами, оказывающими на него непосредственное влияние, является всего-навсего мельчайшей частичкой среди тысяч таких же видов растений, животных и микроорганизмов, которые обитают в той же зоне.

Осознание этого факта привело к появлению в середине 20-х гг. XX в. синэкологии (от греч. sin – вместе), или биоценологии, исследующей взаимоотношения популяций, сообществ и экосистем со средой. Синэкология была выделена на Международном ботаническом конгрессе (1910). Термин предложил швейцарский ботаник К. Шрётер (1902). Постепенно ученые-экологи перешли от стадии описательной к стадии осмысления собранных фактов. Интенсивное развитие получила экспериментальная и теоретическая экология.

Именно на 20–40-е гг. XX в. приходится расцвет теоретической экологии.

Были сформулированы основные задачи изучения популяций и сообществ, предложены математические модели роста численности популяций и их взаимодействий, проведены лабораторные опыты по проверке этих моделей.

Установлены математические законы, описывающие динамику популяций взаимодействующих групп особей.

В тот же период появились первые основополагающие экологические концепции, такие, как «пирамида чисел», предложенная Ч. Элтоном (1927), в соответствии с которой численность особей снижается от растений (в основе пирамиды) до травоядных животных и хищников (на ее вершине). С самого начала экологии пытались осознать предмет своей деятельности как целостную дисциплину, призванную свести множество разнообразных фактов в стройную систему, вскрыть достаточно общие закономерности, а главное – объяснить и по возможности составить прогноз тех или иных природных явлений. На данном этапе развития экологии остро ощущалась нехватка базовой единицы изучения. Такой единицей стала экологическая система, или экосистема.

Термин «экосистема» был предложен английским экологом А. Тенсли в 1935 г. Ее можно определить как ограниченное во времени и пространстве единство, природный комплекс, образованный живыми организмами (биоценоз) и средой их обитания (косной, например атмосферой, либо биокосной – почвой, водоемом и т.п.), связанными между собой обменом веществ и энергии.

Экосистема – одно из основных понятий экологии, применимое к объектам разной сложности и размеров. Экосистемой является лес с лесной подстилкой, почвой, микроорганизмами, с населяющими его птицами, травоядными и хищными млекопитающими, с характерным для него распределением температуры и влажности воздуха, света, почвенных вод и других факторов среды, с присущим ему обменом веществ и энергии. Гниющий пень с живущими на нем и в нем организмами и условиями обитания тоже можно рассматривать как экосистему.

В 1940-е годы В.Н. Сукачев предложил другой важный термин – «биогеоценоз». Биогеоценоз – это система из сообщества живых организмов (биота) и его биотического окружения на ограниченном участке земной поверхности с однородными условиями (биотоп). Биогеоценоз – биоценоз, который рассматривается во взаимодействии с абиотическими факторами, влияющими на него и, в свою очередь, изменяющимися под его воздействием. Биоценоз имеет синоним «сообщество», ему также близко понятие «экосистема». Каждый биогеоценоз – это экосистема, но не каждая экосистема – биогеоценоз. Для характеристики биогеоценоза используются два близких понятия: биотоп и экотоп. Биотоп – это территория, которую занимает биогеоценоз. Экотоп – это биотоп, на который оказывают воздействие организмы из других биогеоценозов.

Французский учёный-естествоиспытатель Жан Батист Ламарк в начале XIX в. впервые предложил по сути дела концепцию биосферы, ещё не введя даже самого термина.

Термин «биосфера» был предложен австрийским геологом и палеонтологом Эдуардом Зюссом в 1875 году.

Огромное влияние на развитие экологии оказали работы выдающегося русского геохимика В.И. Вернадского (1863–1945). Он изучал процессы, протекающие в биосфере, и разработал теорию, названную им биогеохимией, которая легла в основу современного учения о биосфере. Биосфера – это область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. В биосфере живые организмы и среда их обитания органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную динамичную систему. Появление и развитие учения о биосфере стало новой вехой в естествознании, изучении взаимодействия и взаимоотношений между косной и живой природой, между человеком и окружающей средой. В 1926 г. В.И. Вернадский опубликовал труд «Биосфера», который ознаменовал рождение новой науки о природе и связи с ней человека. В этой книге биосфера впервые показана как единая динамическая система, населенная и управляемая жизнью, живым веществом планеты. В работах о биосфере ученый утверждал, что живое вещество во взаимодействии с косным есть часть большого механизма земной коры, благодаря которому происходят разнообразные геохимические и биогенные процессы, миграции атомов, осуществляется их участие в геологических и биологических циклах. Вернадский В.И. установил, что химическое состояние наружной коры нашей планеты всецело находится под влиянием жизни и определяется живыми организмами, с деятельностью которых связан планетарный процесс – миграция химических элементов в биосфере.

Понятие «ноосфера» было предложено профессором математики Сорбонны Эдуардом Леруа (1922–1923), который трактовал её как «мыслящую» оболочку, формирующуюся человеческим сознанием. В дальнейшем В.И. Вернадский приходит к выводу, что биосфера тесно связана с деятельностью человека, от которой зависит сохранность равновесия состава биосферы. Он вводит новое понятие – ноосфера, т.е. «мыслящая оболочка», сфера разума. Вернадский писал: «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. Перед ним, перед его мыслью и трудом становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободного мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера».

Взаимосвязи в живой природе, с которыми приходится сталкиваться ученым, чрезвычайно широки и многообразны. Именно поэтому во второй половине XX в. в экологии сложились экологические школы ботаников, зоологов, геоботаников, гидробиологов, почвоведов и др.

Практическая часть

Заполните таблицу 1.1, пользуясь теоретической частью данной работы.

Таблица 1.1

Ученые, внесшие вклад в развитие науки «Экология»

Имя ученого	Год открытия	Открытие

Биосфера. Выявление признаков загрязнения биосферы

2. Цели занятия:

ознакомиться со строением биосферы, подробнее разобрать составные части биосферы и выявить источники загрязнения.

2. Перечень используемого оборудования

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

3. Подготовка к занятию

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме *«Биосфера. Выявление признаков загрязнения биосферы»*

- a. В чем сущность понятия «биосфера»?
- b. Определите теоретически «границы» биосферы.
- c. Какие типы веществ слагают биосферу?
- d. Какова роль живого вещества в эволюции биосферы?
- e. Основные циклы биогеохимических круговоротов и их структура.
- f. Антропогенные источники загрязнения биосферы обусловлены хозяйственной деятельностью человека.
- g. Основные положения учения о биосфере В.И. Вернадского.
- h. В чем особенность понятия «ноосфера»?

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

3.3 Составить конспект по теме (тетрадь для практических работ), где будут освещены вопросы п.3.1.

4. План проведения занятия

4.1 Прослушивание и обсуждение следующих сообщений:

- a. В чем сущность понятия «биосфера»?
- b. Определите теоретически «границы» биосферы.
- c. Какие типы веществ слагают биосферу?
- d. Какова роль живого вещества в эволюции биосферы?
- e. Основные циклы биогеохимических круговоротов и их структура
- f. Антропогенные источники загрязнения биосферы обусловлены хозяйственной деятельностью человека.
- g. Основные положения учения о биосфере В.И. Вернадского.
- h. В чем особенность понятия «ноосфера»?

4.2 Вопрос-ответ в тестовой форме (вопросы в тестовой форме находятся в ПРИЛОЖЕНИИ).

5. Содержание отчёта

5.1 Наименование работы.

5.2 Цель работы.

- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Конспект по теме (домашняя работа).
- 5.5 Проработка тестов (конспект ответов).

6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе занятия по всей теме п.3.1.

7. Перечень используемой литературы

- 7.1 Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Экология: учебник для студентов бакалаврской степени многоуровневого высшего профессионального образования. Ростов н/Д: Феникс, 2015 – 601 с.
- 7.2 Степановских А.С. Общая экология: учебник для вузов — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 687 с.
- 7.3 Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. Человек - Экономика - Биота - Среда: Учебник для студентов вузов. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 495 с.
- 7.4. Фаронов А. Е. Основы информационной безопасности при работе на компьютере. – Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 154 с.

Теоретическая часть

Биосфера (от др. греч. Βίος – жизнь и σφαира – сфера, шар) – оболочка Земли, заселённая живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности; «пленка жизни»; глобальная экосистема Земли.

Биосфера – оболочка Земли, заселённая живыми организмами и преобразованная ими. Биосфера начала формироваться не позднее, чем 3,8 млрд лет назад, когда на нашей планете стали зарождаться первые организмы. Она проникает во всю гидросферу, верхнюю часть литосферы и нижнюю часть атмосферы, то есть населяет экосферу.

Биосфера представляет собой совокупность всех живых организмов. В ней обитает более 3 000 000 видов растений, животных, грибов и бактерий. Человек тоже является частью биосферы, его деятельность превосходит многие природные процессы и, как сказал В.И. Вернадский, «человек становится могучей геологической силой».

Термин «биосфера» был введён в биологии Жаном-Батистом Ламарком в начале XIX в., а в геологии предложен австрийским геологом Эдуардом Зюссом в 1875 году.

Целостное учение о биосфере создал биогеохимик и философ В.И. Вернадский. Он впервые отвёл живым организмам роль главной преобразующей силы планеты Земля, учитывая их деятельность не только в настоящее время, но и в прошлом.

Существует и другое, более широкое определение:

биосфера – область распространения жизни на космическом теле. При том, что о существовании жизни на других космических объектах, помимо Земли, пока неизвестно, считается, что биосфера может распространяться на них в более скрытых областях, например в литосферных полостях или в подлёдных океанах. Так, например, рассматривается возможность существования жизни в океане спутника Юпитера Европы. Биосфера располагается на пересечении верхней части литосферы, нижней части атмосферы и занимает практически всю гидросферу.

Атмосфера

Атмосфера (от греч. *atmos* – пар) – воздушная оболочка Земли. Она вращается вместе с Землей как единое целое и защищает Землю от ультрафиолетовых солнечных лучей, губительных для всего живого. Атмосфера предохраняет нашу планету от чрезмерного перегрева и охлаждения. Атмосфера не только защищает Землю. Она обеспечивает дыхание всех живых организмов на Земле.

Воздух атмосферы состоит в основном из азота (78 %) и кислорода (21 %). Кроме того, в воздухе содержится углекислый и другие газы, водяные пары, пыль.

Тропосфера – нижний слой атмосферы. Она не имеет точной границы. Над полюсами тропосфера простирается до высоты 8–9 км, на экваторе – до 18 км. Характерная особенность тропосферы – понижение температуры с высотой, в среднем на 6 °С на каждый километр поднятия. В тропосфере сосредоточен весь водяной пар, из которого образуются облака, а затем осадки. В этой сфере формируется погода Земли, сосредоточены живые организмы, обитающие в атмосфере.

Над тропосферой находится стратосфера. Верхняя граница ее проходит на высоте 40–50 км. В нижней части стратосферы температура от –45 до –75 °С. С высотой температура возрастает до +10 °С. Почему? Дело в том, что на высоте от 20 до 30 км в стратосфере концентрируется озон. Тонкий озоновый слой поглощает ультрафиолетовые солнечные лучи, что вызывает нагревание воздуха. Появление «озоновых дыр» происходит в результате загрязнения атмосферы химическими веществами, разрушающими тонкий озоновый слой. Это очень опасное явление для всего живого на Земле.

Мезосфера и термосфера образуют высокие слои атмосферы. Здесь воздух сильно разрежен; под действием космических излучений он ионизирован и имеет высокую электропроводимость. Именно здесь возникает полярное, или, как его называют, северное сияние. Загрязнение атмосферы. Главный природный процесс загрязнения приземной атмосферы – вулканическая и флюидная активность Земли. Крупные извержения вулканов приводят к глобальному и долговременному загрязнению атмосферы. Это обусловлено тем, что в высокие слои атмосферы мгновенно выбрасываются огромные количества газов, которые на большой высоте подхватываются движущимися с высокой скоростью воздушными потоками и быстро разносятся по всему земному шару. Продолжительность загрязнённого состояния атмосферы после крупных вулканических извержений достигает нескольких лет.

Антропогенные источники загрязнения обусловлены хозяйственной деятельностью человека. К ним следует отнести:

1. Сжигание горючих ископаемых, которое сопровождается выбросом углекислого газа.
2. Работу тепловых электростанций, когда при сгорании высокосернистых углей в результате выделения сернистого газа и мазута образуются кислотные дожди.
3. Выхлопы современных турбореактивных самолётов с оксидами азота и газообразными фторуглеводородами из аэрозолей, которые могут привести к повреждению озонового слоя атмосферы.
4. Выбросы вредных веществ от автомобилей.
5. Производственная деятельность.
6. Загрязнение взвешенными частицами (при измельчении, фасовке и загрузке, от котельных, электростанций, шахтных стволов, карьеров при сжигании мусора).
7. Выбросы предприятиями различных газов.
8. Сжигание топлива в котлах, сопровождающееся образованием оксидов азота, которые вызывают смог.
9. Вентиляционные выбросы с чрезмерной концентрацией озона из помещений с установками высоких энергий (ускорители, ультрафиолетовые источники и атомные реакторы).

Литосфера

Литосфера – твёрдая оболочка Земли. Состоит из земной коры и верхней части мантии до астеносферы, где скорости сейсмических волн понижаются, свидетельствуя об изменении пластичности пород. В строении литосферы выделяют подвижные области – складчатые пояса, и относительно стабильные платформы.

Блоки литосферы – литосферные плиты – двигаются по относительно пластичной астеносфере. Изучению и описанию этих движений посвящен раздел геологии о тектонике плит. Литосфера под океанами и континентами значительно различается. Литосфера под континентами состоит из осадочного, гранитного и базальтового слоев общей мощностью до 80 км. Литосфера под океанами перетерпела множество этапов частичного плавления в результате образования океанической коры, она сильно обеднена легкоплавкими редкими элементами, её толщина составляет 5–10 км, а гранитный слой полностью отсутствует. Изменение положения материков показывает, что плиты сдвигаются. Это действительно так, но это движение настолько медленное, что мы с вами его не замечаем. Оно может приостанавливаться, замедляться или ускоряться.

Литосферные плиты впаяны в вещество мантии и перемещаются вместе с ней – это горизонтальное движение литосферы. Но литосфера изменяет и своё положение вертикально – это медленное поднятие и опускание материков.

Загрязнение литосферы

Источники загрязнения почвы могут быть классифицированы следующим образом:

1. Жилые дома и коммунально-бытовые предприятия. В составе загрязняющих веществ этой категории источников преобладают бытовой мусор, пи-

щевые отходы, строительный мусор, отходы отопительных систем, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода.

2. Промышленные предприятия являются источниками твёрдых и жидких промышленных отходов, способных оказывать токсическое воздействие на живые организмы.
3. Транспорт, который использует двигатели внутреннего сгорания, интенсивно выделяющие оксиды азота, свинец, углеводороды, оксид углерода, сажу и другие вещества, оседающие на поверхности Земли или поглощаемые растениями. В последнем случае эти вещества также попадают в почву и вовлекаются в круговорот, связанный с пищевыми цепями.
4. Сельское хозяйство, загрязняющее почвы огромным количеством минеральных удобрений и ядохимикатов. Известно, что в составе некоторых ядохимикатов содержится ртуть.

Гидросфера

Гидросфера – водная оболочка Земли. Её принято делить на Мировой океан, континентальные поверхностные воды и подземные воды. Общий объём воды на планете – около 1 533 000 000 кубических километров. Масса гидросферы – примерно 1,46·10²¹ кг. Это в 275 раз больше массы атмосферы, но лишь 1/4000 от массы всей планеты. Большая часть воды сосредоточена в океане, намного меньше – в ледниках, континентальных водоёмах и подземных водах. Солёные океанические воды составляют свыше 96 % массы гидросферы, вода ледников – около 2 %, подземные воды – примерно столько же, а поверхностные воды суши – 0,02 %. Океаны покрывают более 2/3 земной поверхности. Средняя их глубина составляет 3800 м, а максимальная (Марианская впадина в Тихом океане) – 11 022 метра. Океаническую кору составляют осадочный и базальтовый слои. В водах Мирового океана растворены соли (в среднем 3,5 %) и ряд газов. В частности, верхний слой океана содержит 140 трлн тонн углекислого газа и 8 трлн тонн кислорода.

Поверхностные континентальные воды занимают лишь малую долю в общей массе гидросферы, но тем не менее играют важнейшую роль в жизни наземной биосферы, являясь основным источником водоснабжения, орошения и обводнения. Сверх того, эта часть гидросферы находится в постоянном взаимодействии с атмосферой и земной корой. Воду, которая находится в твёрдом состоянии (в виде ледников, снежного покрова и в вечной мерзлоте), объединяют под названием криосферы. Переходы воды из одних частей гидросферы в другие составляют сложный круговорот воды на Земле. Гидросфера перекрывается с биосферой по всей своей толще, но наибольшая плотность живого вещества приходится на поверхностные прогреваемые и освещаемые Солнцем слои, а также прибрежные зоны. Именно в гидросфере зародилась жизнь на Земле. Лишь в начале палеозойской эры начался постепенный выход животных и растений на сушу.

Загрязнение гидросферы

Загрязнение поверхностных и подземных вод можно распределить на такие типы:

- механическое – повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений;
- химическое – наличие в воде органических и неорганических веществ, токсического и нетоксического действия;
- бактериальное и биологическое – наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей;
- радиоактивное – присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах;
- тепловое – выброс в водоемы подогретых вод тепловых и атомных ЭС.

Биосфера тесно взаимосвязана с атмосферой, гидросферой и литосферой. Верхняя граница в атмосфере: 15–20 км. Она определяется озоновым слоем, задерживающим коротковолновое ультрафиолетовое излучение, губительное для живых организмов. Нижняя граница в литосфере: 3,5–7,5 км. Она определяется температурой перехода воды в пар и температурой денатурации белков, однако в основном распространение живых организмов ограничивается вглубь несколькими метрами. Граница между атмосферой и литосферой в гидросфере: 10–11 км. Определяется дном Мирового Океана, включая донные отложения.

Биосферу составляют следующие типы веществ:

1. Живое вещество – вся совокупность тел живых организмов, населяющих Землю, физико-химически едина, вне зависимости от их систематической принадлежности. Масса живого вещества сравнительно мала и оценивается величиной $2,4 \dots 3,6 \cdot 10^{12}$ т (в сухом весе) и составляет менее одной миллионной всей биосферы (ок. $3 \cdot 10^{18}$ т), которая, в свою очередь, представляет собой менее одной тысячной массы Земли. Но это одна «из самых могущественных геохимических сил нашей планеты», поскольку живое вещество не просто населяет биосферу, а преобразует облик Земли. Живое вещество распределено в пределах биосферы очень неравномерно.
2. Биогенное вещество – вещество, создаваемое и перерабатываемое живым веществом. На протяжении органической эволюции живые организмы тысячекратно пропустили через свои органы, ткани, клетки, кровь всю атмосферу, весь объём мирового океана, огромную массу минеральных веществ. Эту геологическую роль живого вещества можно представить себе по месторождениям угля, нефти, карбонатных пород и т.д.
3. Косное вещество – продукты, образующиеся без участия живых организмов.
4. Биокосное вещество, которое создается одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя динамически равновесные системы тех и других. Таковы почва, ил, кора выветривания и т.д. Организмы в них играют ведущую роль.
5. Вещество, находящееся в радиоактивном распаде.
6. Рассеянные атомы, непрерывно создающиеся из всякого рода земного вещества под влиянием космических излучений.

7. Вещество космического происхождения.

Развитие наблюдается лишь в живом веществе и связанном с ним биокосном. В косном веществе нашей планеты эволюционный процесс не проявляется.

Живое вещество и его роль в эволюции биосферы

Живое вещество обеспечивает биогеохимический круговорот веществ и превращение энергии в биосфере.

Основные геохимические функции живого вещества

Название функции	Назначение основных геохимических функций живого вещества
Энергетическая (биохимическая)	Основой этой функции является фотосинтез , в процессе которого происходит аккумуляция энергии Солнца и ее последующее перераспределение между живыми компонентами биосферы. Накопление солнечной энергии обеспечивает протекание всех жизненных процессов.
Газовая	Благодаря газовой функции происходит миграция газов и их превращение, формируется газовый состав биосферы.
Концентрационная	Проявляется в извлечении и накоплении живыми организмами биогенных элементов из окружающей среды, которые используются для построения их тел. Концентрация этих элементов в телах живых организмов в сотни и тысячи раз выше, чем во внешней среде. Содержание углерода в растениях в 200 раз, а азота в 30 раз превышает их уровень в земной коре. Содержание марганца в некоторых бактериях может быть в миллионы раз больше, чем в окружающей среде. Результат концентрационной деятельности живого вещества - образование залежей горючих ископаемых, известняков, рудных месторождений и т.п.
Окислительно-восстановительная	Окисление и восстановление различных соединений, содержащих атомы с переменной степенью окисления (Fe, Mn, S, P, N и тд) с помощью живых организмов. Создаются их новые соединения, происходит отложение сульфидов и минеральной серы, образование сероводорода и т.п.
Деструктивная	Благодаря этой функции протекают процессы, связанные с разложением останков мертвых организмов. При этом происходит минерализация органического вещества. Наиболее существенную роль в этом отношении выполняют редуценты (деструкторы) - сапротрофные грибы и бактерии.

Транспортная	перенос вещества и энергии в результате активной формы движения организмов. Такой перенос может осуществляться на огромные расстояния, например, при миграциях и кочевках животных. С транспортной функцией в значительной мере связана концентрационная роль сообществ организмов, например, в местах их скопления (птичьи базары и другие колониальные поселения).
Средообразующая	преобразование физико-химических параметров среды. Эта функция является в значительной мере интегральной - представляет собой результат совместного действия других функций. Она имеет разные масштабы проявления. Результатом средообразующей функции является и вся биосфера, и почва как одна из сред обитания, и более локальные структуры.
Рассеивающая	функция противоположная концентрационной - рассеивание веществ в окружающей среде. Она проявляется через трофическую и транспортную деятельность организмов. Например, рассеивание вещества при выделении организмами экскрементов, смене покровов и т.п. Железо гемоглобина крови рассеивается кровососущими насекомыми.
Информационная	накопление живыми организмами определенной информации, закрепление ее в наследственных структурах и передача последующим поколениям. Это одно из проявлений адаптационных механизмов
Биогеохимическая деятельность человека	превращение и перемещение веществ биосферы в результате человеческой деятельности для хозяйственных и бытовых нужд человека. Например, использование концентраторов углерода - нефти, угля, газа и др.

Основные циклы биогеохимических круговоротов и их структура

Круговорот веществ – это многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере, литосфере, в том числе и в тех их слоях, которые входят в биосферу планеты. При этом выделяют два основных круговорота;

- большой (геологический)
- малый (биологический).

Большой круговорот длится миллиарды лет. Горные породы подвергаются разрушению, выветриванию, а продукты выветривания сносятся в Мировой океан. Здесь они образуют морские напластования и лишь частично возвращаются на сушу с осадками, с извлеченными человеком из воды организмами.

Границы геологического круговорота значительно шире границ биосферы, его амплитуда захватывает слои земной коры далеко за пределами биосферы.

Напротив, **биологический круговорот**, вещества проходит в границах обитаемой биосферы и воплощает в себе уникальные свойства живого вещества планеты.

Биогеохимический цикл – это круговорот химического вещества из неорганической среды через растительные и животные организмы и обратно в неорганическую среду с использованием энергии Солнца и химических реакций.

Биогеохимический цикл является частью биологического круговорота. Биогеохимические циклы в биосфере подразделяются на:

В каждом круговороте удобно различать два фонда:

- **резервный фонд** - большая масса медленно движущихся веществ, в основном в небиологической сфере;
- **обменный фонд** - меньший, но более активный, для которого характерен быстрый обмен между организмами и окружением.

Резервный фонд хранится обычно в относительно рассеянном и подвижном виде, доступном большинству живых организмов, где бы они не находились. Наилучшим образом для этих целей подходит атмосфера и гидросфера, выполняющие роль своеобразных буферных зон, соединяющих между собой разные формы жизни. Менее подвижной буферной зоной является почва.

Вследствие сказанного все биогеохимические циклы принято делить на два основных типа:

- круговороты газового типа с резервным фондом веществ в атмосфере или гидросфере (N, P, CO₂, водяных паров)
- круговорота осадочного типа с менее обширными резервуарами в земной коре (P, Ca, Fe).

Часть вещества уходит из круговорота в захоронения (прежде всего в бескислородной среде), то есть, по словам Вернадского "уходят в геологию" в виде угля, торфа, нефти, осадочных пород и т.п.

Удивительный факт: всего за 7-8 лет живые организмы пропускают через свои тела весь углерод, содержащийся в атмосфере. Подсчитано, что все зеленые растения Земли ежегодно извлекают из атмосферы до 300 млрд. т. CO₂

Зарождение жизни

Жизнь на Земле зародилась ещё в архее – примерно 3,5 млрд лет назад. Такой возраст имеют найденные палеонтологами древнейшие органические остатки. Возраст Земли как самостоятельной планеты Солнечной системы оценивается в 4,5 млрд лет. Таким образом, можно считать, что жизнь зародилась ещё в юношескую стадию жизни планеты. В архее появляются первые эукариоты – одноклеточные водоросли и простейшие организмы. Начался процесс почвообразования на суше. В конце архея появился половой процесс и многоклеточность у животных организмов.

Будущее биосферы

С течением времени биосфера становится всё более неустойчивой. Существует несколько трагичных для человечества преждевременных изменений со-

стояния биосферы; некоторые из них связаны с деятельностью человечества. Некоторые философы, например Дэвид Пирс, выступают за модификацию биосферы с целью избавления от страданий всех живых существ и создание в буквальном смысле рая на земле. Человек не может существовать вне биосферы, однако стремится исследовать космическое пространство. Ещё К.Э. Циолковский связывал освоение космоса с созданием искусственной биосферы. В настоящее время идея её создания вновь становится актуальной в связи с планами освоения Луны и Марса. Однако на данный момент попытка создания полностью автономной искусственной биосферы не увенчалась успехом.

Термин «ноосфера» был впервые предложен Леруа (1870–1954), который трактовал её как «мыслящую» оболочку, формирующуюся человеческим сознанием. Леруа подчёркивал, что пришёл к этой идее совместно со своим другом – крупнейшим геологом и палеонтологом-эволюционистом и католическим философом Пьером Тейяром де Шарденом. При этом Леруа и Шарден основывались на лекциях по геохимии, которые в 1922–1923 годах читал в Сорбонне Владимир Иванович Вернадский (1863–1945).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Тестовые вопросы по теме «Биосфера. Выявление признаков загрязнения биосферы»

1. Геологическую оболочку Земли, населенную живыми организмами называют....
 - a. биосферой,
 - b. стратосферой,
 - c. Атмосферой,
 - d. гидросферой
2. Особенности биосферы являются ...
 - a. ассимиляция,
 - b. глобальность,
 - c. наследственность,
 - d. раздражимость,
 - e. устойчивость
3. Биосфера Земли это ...
 - a. тропосфера,
 - b. совокупность сфер планеты Земля,
 - c. область существования живого вещества,
 - d. почва и фитосфера
4. Оболочка Земли, включающая как область распространения живого вещества, так и _____, называется биосферой.
 - a. осадочные породы,

- b. космическое пространство,
 - c. само это вещество,
 - d. магматические породы
5. В состав биосферы входят три абиотических компонента:...
- a. озоносфера, гидросфера, техносфера,
 - b. атмосфера, гидросфера, литосфера,
 - c. атмосфера, техносфера, гидросфера,
 - d. литосфера, тропосфера, мезосфера
6. Верхней границей биосферы является ...
- a. нижняя граница озонового слоя, расположенного в стратосфере,
 - b. верхняя граница стратосферы,
 - c. верхняя граница ионосферы,
 - d. эоловая зона атмосферы
7. Нижним пределом существования жизни в биосфере является...
- a. почва мощностью до 1,5 – 2 м,
 - b. пахотный слой глубиной 20 – 30 см,
 - c. поверхность суши,
 - d. дно океана и изотерма +100⁰С в литосфере
8. Автор учения о биосфере ...
- a. Ж.Б. Ламарк,
 - b. Э. Геккель,
 - c. Э. Зюсс,
 - d. В.И. Вернадский
9. Всюдность жизни В.Н. Вернадский называл ...
- a. способность живого вещества занимать все свободное пространство,
 - b. высокую скорость обновления живого вещества,
 - c. устойчивость живого вещества при жизни и быстрое разложение после смерти,
 - d. способность не только к пассивному, но и активному движению
10. Совокупность всех неживых тел, которые образуются в результате процессов, не связанных с деятельностью живых организмов (образование горных пород, извержение вулканов и т.д.) В.И. Вернадским была названа _____ веществом.
- a. живым,
 - b. косным,
 - c. биокосным,
 - d. биогенным
- 10 . Совокупность тел, образующихся в результате жизнедеятельности живых ор-

- ганизмов (нефть, газ, мел и т.д.) В.И. Вернадский назвал _____ веществом.
- a. живым,
 - b. неживым,
 - c. косным,
 - d. биогенным
12. Главный фактор миграций химических элементов в земной коре, согласно теории В.И. Вернадского, – это...
- a. растворимость соединений различных химических элементов,
 - b. экологические факторы,
 - c. живые организмы,
 - d. абиотические процессы массопереноса
13. Почва и подстилающие ее породы, атмосферный воздух, планетарные воды составляют _____ часть биосферы.
- a. техногенную,
 - b. биотическую,
 - c. абиотическую,
 - d. биоценотическую
14. Каменный уголь относится к _____ веществу биосферы.
- a. мертвому,
 - b. биогенному,
 - c. биокосному,
 - d. косному
15. Фундаментальная роль живого вещества состоит в...
- a. поддержании непрерывного круговорота,
 - b. накоплении биогенного вещества,
 - c. создании неорганического вещества,
 - d. разложении органического вещества
16. Живые организмы в процессе дыхания, питания и размножения осуществляют в биосфере ...
- a. образование пустынь,
 - b. биогенный ток атомов,
 - c. формирование смерчей и тайфунов,
 - d. вулканическую деятельность
17. Живое вещество обладает биомассой и в биосфере распределено ...
- a. неравномерно,
 - b. линейно,
 - c. хаотично,
 - d. равномерно

18. Живое вещество биосферы по сравнению с неживым характеризуется ...
- высоким видовым разнообразием,
 - постоянным видовым составом,
 - небольшим видовым разнообразием,
 - однородным видовым составом
19. «Стремление» живого вещества заполнить собой все возможное пространство В.И. Вернадский называл ...
- автотрофностью,
 - интродукцией,
 - биоразнообразием,
 - «давлением жизни»
20. Функция живого вещества, связанная с избирательным накоплением в ходе жизнедеятельности живых организмов определенных видов веществ, называется ...
- деструктивной,
 - информационной,
 - газовой,
 - концентрационной
21. Функция живого вещества, связанная с разложением и минерализацией органических веществ и последующим вовлечением продуктов разложения в биологический круговорот, называется ...
- газовой,
 - информационной,
 - транспортной,
 - деструктивной
22. Функция живого вещества, связанная с преобразованием физико-химических параметров среды, называется ...
- транспортной,
 - концентрационной,
 - деструктивной,
 - средообразующей
23. Создание водными организмами условий для растворения или осаждения ряда металлов (марганца, железа) и неметаллов (серы) – это проявление _____ функции живого вещества.
- энергетической,
 - деструкционной,
 - окислительно-восстановительной,
 - газовой

24. Исторически первым в процессе эволюции биосферы возник _____ круговорот веществ.

- a. антропогенный,
- b. большой (геологический),
- c. биотический,
- d. абиотический

25. В биосфере выделяют два основных круговорота веществ:...

- a. большой (геологический),
- b. энергетический (космический),
- c. малый (биогеохимический),
- d. антропогенный (техногенный),
- e. приливный и отливный

26. Разрушение и выветривание горных пород, снос продуктов выветривания в мировой океан и их осаждение – это явления, характерные для ...

- a. большого (геологического) круговорота,
- b. малого (биологического) круговорота,
- c. антропогенного воздействия на горные породы,
- d. антропогенного воздействия на гидросферу

27. Геологический (большой) круговорот воды включает процессы _____ и _____.

- a. поглощения,
- b. выветривания,
- c. испарения,
- d. выделения,
- e. диссипации

28. Движущей силой круговоротов веществ в биосфере является...

- a. химическая энергия неорганических соединений,
- b. солнечная энергия,
- c. энергия приливов и отливов,
- d. выветривание горных пород

29. Круговороты биогенных элементов в биосфере делят на два основных типа:...

- a. осадочные круговороты,
- b. круговороты тяжелых металлов,
- c. антропогенные круговороты,
- d. круговороты газообразных веществ,
- e. круговороты пестицидов

30. Через **осадочный** круговорот веществ в биосфере проходят такие биогенные элементы как _____ и _____.

- a. фосфор,

- b. гелий,
- c. хлор,
- d. фтор,
- e. сера

31. Через **газовый** круговорот веществ в биосфере проходят такие химические элементы как _____ и _____.

- a. калий,
- b. углерод,
- c. кислород,
- d. сера,
- e. фосфор

32. Круговорот биогенных элементов через синтез и распад органического вещества, совершающийся в пределах биосферы, называется ...

- a. биологическим,
- b. геологическим,
- c. химическим,
- d. космогоническим

33. Существование в биосфере горных пород биогенного происхождения объясняется...

- a. не полностью замкнутым биологическим круговоротом веществ,
- b. активными абиотическими процессами,
- c. полностью замкнутым биологическим круговоротом веществ,
- d. климатическими особенностями местности

34. Сокращение площадей, покрытых зеленой растительностью, нарушает круговорот _____ в биосфере.

- a. серы,
- b. фосфора,
- c. азота,
- d. углерода

35. Углерод выходит из круговорота веществ, образуя осадочные породы, в форме ...

- a. сульфата кальция,
- b. нитрата кальция,
- c. карбоната кальция,
- d. сульфида кальция

36. Ноосфера Земли это:

- a. одна из материальных оболочек, подобная атмосфере или гидросфере,

- b. синоним биосферы, но более позднего происхождения,
- c. сфера разума, отражающая развитие цивилизованного человеческого общества,
- d. философское понятие, не имеющее конкретного содержания

37. Ноосфера – это ...

- a. среда обитания живых организмов,
- b. газовая оболочка Земли,
- c. сфера экономических интересов общества,
- d. стадия развития биосферы

38. Состояние биосферы, когда ее развитие управляется разумом человека, называется ...

- a. атмосферой,
- b. ноосферой,
- c. микросферой,
- d. литосферой

39. Функция создаваемых вокруг промышленных объектов санитарно-защитных зон заключается в _____ и _____.

- a. рекреационном назначении,
- b. эстетическом воздействии,
- c. обогащении воздуха кислородом,
- d. разбавлении вредных выбросов,
- e. снижении шумового воздействия

40. Зеленые насаждения в городах выполняют функции...

- a. увеличения запылённости,
- b. выделения ядовитых веществ,
- c. снижения запыленности,
- d. накопления вредителей

41. Искусственное восстановление нарушенных земель называется.....

- a. деградацией,
- b. аккумуляцией,
- c. мелиорацией,
- d. рекультивацией

42. Охрана и защита атмосферы включает комплекс технических, административных и экологических мер, направленных на ...

- a. увеличение атмосферной влажности,
- b. прекращение или уменьшение загрязнения атмосферы,
- c. увеличение доли оборотного водоснабжения,
- d. уменьшения загрязнения водных объектов, почв

43. Изучением явления выбросов предприятий и заводов на окружающую среду, снижением этого влияния за счет совершенствования технологий занимается _____ экология.

- a. сельскохозяйственная,
- b. химическая,
- c. социальная,
- d. промышленная

44. Для охраны атмосферного воздуха от загрязнения в настоящее время на предприятиях широко применяют ...

- a. закрытие производства,
- b. очистку газопылевых выбросов,
- c. экологическое просвещение,
- d. экологический аудит

45. Озеленение санитарно-защитных зон промышленных предприятий способствует ...

- a. увеличению концентрации вредных веществ,
- b. увеличению уровня шума,
- c. выделение в атмосферу токсикантов,
- d. снижению загрязнения воздуха

46. Снижение биосферных функций водоемов и их экологического значения в результате поступления в них вредных веществ называется ...

- a. диффузией,
- b. самоочищением,
- c. загрязнением,
- d. эвтрофикацией

47. Для ликвидации бактериального загрязнения сточных вод используется метод...

- a. фильтрации,
- b. отстаивания,
- c. флотации,
- d. дезинфекции

48. Основная цель фильтрации воды на водозаборной станции – это...

- a. удаление микроэлементов,
- b. осаждение взвешенных веществ,
- c. насыщение кислородом,
- d. дезодорация

49. В России основным способом обеззараживания питьевой воды является...

- a. облучение ультрафиолетовыми лучами,
- b. ионизация,
- c. хлорирование,
- d. озонирование

50. Наиболее действенным направлением охраны поверхностных вод от загрязнения их сточными водами является ...

- a. экологическое просвещение общества,
- b. экологическое воспитание и образование,
- c. разработка и внедрение безводных и безотходных технологий,
- d. применение штрафных санкций

Практическая работа № 3

Экосистема. Свойства экосистемы

3. Цели занятия:

Студенты в результате проведения практического занятия должны:

- понять и запомнить классификацию экологических факторов, понимать различие между абиотическими и биотическими факторами;
- изучить закон *минимума Либиха* и закон *лимитирующих факторов Шелфорда*, которые устанавливают правила воздействия различных факторов среды на организмы;
- знать различие между местообитанием и экологической нишей, виды экологических ниш;
- иметь представление о взаимоотношениях организмов в биоценозе (нейтрализм, конкуренция, мутуализм (симбиоз), межвидовая взаимопомощь, комменсализм, аменсализм, паразитизм, хищничество, аллелопатия);
- понять трофические взаимоотношения в биоценозе.

2. Перечень используемого оборудования

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

3. Подготовка к занятию

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме «*Экосистема. Свойства экосистемы*»

- a) Классификация экологических факторов (биотические, абиотические, антропогенные, экзогенные, эндогенные). Прямое и опосредованное влияние экологических факторов.

- b) Закономерности воздействия экологических факторов на организм: закон минимума Либиха, закон толерантности. Лимитирующие факторы. Приведите примеры.
 - c) Постройте график, описывающий зависимость интенсивности жизнедеятельности организма от интенсивности действия любого произвольно выбранного вами абиотического фактора. Поясните рисунок.
 - d) Что характеризует экологическая валентность? Какие организмы называют эврибионтами? Какие организмы называют стенобионтами? Приведите примеры.
 - e) Взаимоотношения организмов в биоценозе:
 - нейтрализм, конкуренция, мутуализм (симбиоз), межвидовая взаимопомощь, комменсализм, аменсализм, паразитизм, хищничество, аллелопатия. Приведите примеры.
 - f) Трофические взаимоотношения в биоценозе (трофические уровни).
- 3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.
- 3.3 Составить конспект по теме (тетрадь для практических работ), где будут освещены вопросы п.3.1.

4. План проведения занятия

- 4.1 Прослушивание и обсуждение следующих сообщений:
- a. Классификация экологических факторов (биотические, абиотические, антропогенные, экзогенные, эндогенные). Прямое и опосредованное влияние экологических факторов.
 - b. Закономерности воздействия экологических факторов на организм: закон минимума Либиха, закон толерантности. Лимитирующие факторы. Приведите примеры.
 - c. Постройте график, описывающий зависимость интенсивности жизнедеятельности организма от интенсивности действия любого произвольно выбранного вами абиотического фактора. Поясните рисунок.
 - d. Что характеризует экологическая валентность? Какие организмы называют эврибионтами? Какие организмы называют стенобионтами? Приведите примеры.
 - e. Взаимоотношения организмов в биоценозе:
 - нейтрализм, конкуренция, мутуализм (симбиоз), межвидовая взаимопомощь, комменсализм, аменсализм, паразитизм, хищничество, аллелопатия. Приведите примеры.
 - f. Трофические взаимоотношения в биоценозе (трофические уровни).
- 4.2 Подготовка и представление презентации (12-15 слайдов) по одному из вопросов по заданию преподавателя.
- 4.3 Вопрос-ответ в тестовой форме (вопросы в тестовой форме находятся в ПРИЛОЖЕНИИ).

5. Содержание отчёта

- 5.1 Наименование работы.

- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Конспект по теме (домашняя работа).
- 5.5 Подготовка презентации.
- 5.6 Проработка тестов (конспект ответов).

6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе занятия по всей теме п.3.1.

7. Перечень используемой литературы

- 7.1 Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Экология: учебник для студентов бакалаврской степени многоуровневого высшего профессионального образования. Ростов н/Д: Феникс, 2015 – 601 с.
- 7.2 Степановских А.С. Общая экология: учебник для вузов — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 687 с.
- 7.3 Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. Человек - Экономика - Биота - Среда: Учебник для студентов вузов. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 495 с.
- 7.4. Фаронов А. Е. Основы информационной безопасности при работе на компьютере. – Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 154 с.

Краткие теоретические сведения

Экосистема - основное понятие экологии. Экология рассматривает взаимодействие живых организмов и неживой природы. Это взаимодействие, во-первых, происходит в рамках определенной системы (экологической системы, экосистемы) и, во-вторых, оно не хаотично, а определенным образом организовано, подчинено законам. Экосистемой называют совокупность продуцентов, консументов и детритофагов, взаимодействующих друг с другом и с окружающей их средой посредством обмена веществом, энергией и информацией таким образом, что эта единая система сохраняет устойчивость в течение продолжительного времени.

Таким образом, для естественной экосистемы характерны три признака:

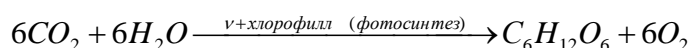
- 1) экосистема обязательно представляет собой совокупность живых и неживых компонентов;
- 2) в рамках экосистемы осуществляется полный цикл, начиная с создания органического вещества и заканчивая его разложением на неорганические составляющие;
- 3) экосистема сохраняет устойчивость в течение некоторого времени, что обеспечивается определенной структурой биотических и абиотических компонентов.

Примерами природных экосистем являются озеро, лес, пустыня, тундра, суша, океан, биосфера. Как видно из примеров, более простые экосистемы входят в более сложно организованные. При этом реализуется иерархия организации систем, в данном случае экологических. Таким образом, устройство природы следу-

ет рассматривать как системное целое, состоящее из вложенных одна в другую экосистем, высшей из которых является уникальная глобальная экосистема - биосфера. В ее рамках происходит обмен энергией и веществом между всеми живыми и неживыми составляющими в масштабах планеты.

Биотическая структура экосистем.

Экосистема основана на единстве живого и неживого вещества. Суть этого единства проявляется в следующем. Из элементов неживой природы, главным образом молекул воды и углекислого газа под воздействием энергии солнца синтезируются органические вещества, составляющие все живое на планете. Процесс создания органического вещества в природе происходит одновременно с противоположным процессом - потреблением и разложением этого вещества вновь на исходные неорганические соединения. Совокупность этих процессов протекает в рамках экосистем различных уровней иерархии. Чтобы эти процессы были уравновешены, природа за миллиарды лет отработала определенную структуру живого вещества системы. Движущей силой в любой материальной системе служит энергия. В экосистеме она поступает главным образом от Солнца. Растения за счет содержащегося в них пигмента хлорофилла улавливают энергию излучения Солнца и используют ее для синтеза основы любого органического вещества — глюкозы.



Кинетическая энергия солнечного излучения преобразуется таким образом в потенциальную энергию, запасенную глюкозой. Из глюкозы вместе с получаемыми из почвы минеральными элементами питания - биогенами - образуются все ткани растительного мира - белки, углеводы, жиры, липиды, ДНК, РНК, то есть органическое вещество планеты.

Кроме растений продуцировать органическое вещество могут некоторые бактерии. Они создают свои ткани, запасая в них, как и растения, потенциальную энергию из углекислого газа без участия солнечной энергии. Вместо нее они используют энергию, которая образуется при окислении неорганических соединений, например, аммиака, железа и особенно серы (в глубоких океанических впадинах, куда не проникает солнечный свет, но где в изобилии скапливается сероводород, обнаружены уникальные экосистемы). Это так называемая энергия химического синтеза, поэтому организмы называются хемосинтетиками. Таким образом, растения и хемосинтетики создают органическое вещество из неорганических составляющих с помощью энергии окружающей среды. Их называют *продуцентами* или *автотрофами*. Высвобождение запасенной продуцентами потенциальной энергии обеспечивает существование всех остальных видов живого на планете. Виды, потребляющие созданную продуцентами органику как источник вещества и энергии для своей жизнедеятельности, называются *консументами* или *гетеротрофами*.

Консументы - это самые разнообразные организмы (от микроорганизмов до синих китов): простейшие, насекомые, пресмыкающиеся, рыбы, птицы и,

наконец, млекопитающие, включая человека. Консументы, в свою очередь, подразделяются на ряд подгрупп в соответствии с различиями в источниках их питания. Животные, питающиеся непосредственно продуцентами, называются *первичными консументами* или *консументами первого порядка*. Их самих употребляют в пищу вторичные консументы. Например, кролик, питающийся морковкой, - это консумент первого порядка, а лиса, охотящаяся за кроликом, - консумент второго порядка. Некоторые виды живых организмов соответствуют нескольким таким уровням. *Первичные консументы*, питающиеся только растениями, называются *растительноядными* или *фитофагами*. Консументы второго и более высоких порядков - *плотоядные*. Виды, употребляющие в пищу как растения, так и животных, относятся к *всеядным*, например, человек.

Мертвые растительные и животные остатки, например опавшие листья, трупы животных, продукты систем выделения, называются *детритом*. Это органика! Существует множество организмов, специализирующихся на питании детритом. Они называются *детритофагами*. Примером могут служить грифы, шакалы, черви, раки, термиты, муравьи и т.п. Как и в случае обычных консументов, различают первичных детритофагов, питающихся непосредственно детритом, вторичных и т. п. Наконец, значительная часть детрита в экосистеме, в частности опавшие листья, валежная древесина, в своем исходном виде не поедается животными, а гниет и разлагается в процессе питания ими грибов и бактерий. Поскольку роль грибов и бактерий столь специфична, их обычно выделяют в особую группу детритофагов и называют *редуцентами*.

Редуценты служат на Земле санитарами и замыкают биогеохимический круговорот веществ, *разлагая органику на исходные неорганические составляющие* - углекислый газ и воду.

Таким образом, несмотря на многообразие экосистем, все они обладают структурным сходством. В каждой из них можно выделить фотосинтезирующие растения - *продуценты*, различные уровни *консументов*, *детритофагов* и *редуцентов*. Они и составляют биотическую структуру экосистем.

Экологические факторы

Неживая и живая природа, окружающая растения, животных и человека, носит название среды обитания. Множество отдельных компонентов среды, влияющих на организмы, называются экологическими факторами. По природе происхождения выделяют *абиотические, биотические и антропогенные факторы*.

Абиотические факторы - это свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы.

Биотические факторы - это все формы воздействия живых организмов друг на друга. Раньше к биотическим факторам относили и воздействие человека на живые организмы, однако в настоящее время выделяют особую категорию факторов, порождаемых человеком.

Антропогенные факторы - это все формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания и других видов и непосредственно сказываются на их жизни. Таким образом, каждый жи-

вой организм испытывает влияние неживой природы, организмов других видов, в том числе и человека, и, в свою очередь, оказывает воздействие на каждую из этих составляющих.

Законы воздействия экологических факторов на живые организмы.

Несмотря на многообразие экологических факторов и различную природу их происхождения, существуют некоторые общие правила и закономерности их воздействия на живые организмы. Для жизни организмов необходимо определенное сочетание условий. Если все условия среды обитания благоприятны, за исключением одного, то именно это условие становится решающим для жизни рассматриваемого организма. Оно ограничивает (лимитирует) развитие организма, поэтому называется *лимитирующим фактором*. Первоначально было установлено, что развитие живых организмов ограничивает недостаток какого-либо компонента, например, минеральных солей, влаги, света и т.п. В середине XIX века немецкий химик-органик Юстас Либих первым экспериментально доказал, что рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в относительно минимальном количестве. Он назвал это явление законом минимума; в честь автора его еще называют законом Либиха.

В современной формулировке *закон минимума* звучит так: выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей.

Однако, как выяснилось позже, лимитирующим может быть не только недостаток, но и избыток фактора, например, гибель урожая из-за дождей, перенасыщение почвы удобрениями и т.п. Понятие о том, что наравне с минимумом лимитирующим фактором может быть и максимум, ввел спустя 70 лет после Либиха американский зоолог В.Шелфорд, сформулировавший *закон толерантности*.

Согласно *закону толерантности* лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) или экологическую валентность организма к данному фактору. Благоприятный диапазон действия экологического фактора называется *зоной оптимума* (нормальной жизнедеятельности). Чем значительнее отклонение действия фактора от оптимума, тем больше данный фактор угнетает жизнедеятельность популяции. Этот диапазон называется *зоной угнетения*. Максимально и минимально переносимые значения фактора - *это критические точки*, за пределами которых существование организма или популяции уже невозможно.

В соответствии с законом толерантности любой избыток вещества или энергии оказывается загрязняющим среду началом. Так, избыток воды даже в засушливых районах вреден и вода может рассматриваться как обычный загрязнитель, хотя в оптимальных количествах она просто необходима. В частности, избыток воды препятствует нормальному почвообразованию в черноземной зоне.

Виды, для существования которых необходимы строго определенные экологические условия, называют *стенобиотными*, а виды, приспособляющиеся к экологической обстановке с широким диапазоном изменения параметров, - *эври-*

биотными. Среди законов, определяющих взаимодействие индивида или особи с окружающей его средой, выделим правило соответствия условий среды генетической предопределенности организма. Оно утверждает, что вид организмов может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его природная среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям и изменениям.

Абиотические факторы среды обитания

Абиотические факторы - это свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы.

К числу наиболее важных *абиотических факторов* можно отнести:

- климатические (солнечная радиация, свет и световой режим, температура, влажность, атмосферные осадки, ветер, атмосферное давление и др.);
- эдафические (механическая структура и химический состав почвы, влагоемкость, водный, воздушный и тепловой режим почвы, кислотность, влажность, газовый состав, уровень грунтовых вод и др.);
- орографические (рельеф, крутизна склона, перепад высот, высота над уровнем моря и др.);
- гидрографические (плотность воды, скорость горизонтальных перемещений (течение), количество растворенного в воде кислорода, содержание взвешенных частиц, проточность, температурный и световой режимы водоемов и т. п.);
- химические (газовые составляющие атмосферного воздуха, химический состав водоемов, почв);
- физические (шум, магнитные поля, теплопроводность и теплоёмкость, радиоактивность, интенсивность солнечного излучения);
- пирогенные (воздействие огня).

Эти факторы могут воздействовать на организмы непосредственно, как свет или тепло, так и косвенно, как, например, рельеф местности, обуславливающий действие прямых факторов, света, ветра, увлажнения и пр.

Непосредственное живое окружение организма составляет его биотическую среду, а факторы этой *среды называются биотическими*. Представители каждого вида способны существовать в таком окружении, где связи с другими организмами обеспечивают им нормальные условия жизни.

Рассмотрим характерные особенности отношений различных типов.

Конкуренция является в природе наиболее всеохватывающим типом отношений, при котором две популяции или две особи в борьбе за необходимые для жизни условия воздействуют друг на друга отрицательно. Конкуренция может быть внутривидовой и межвидовой. Внутривидовая борьба происходит между особями одного и того же вида, межвидовая конкуренция имеет место между особями разных видов. Конкурентное взаимодействие может касаться жизненного

пространства, пищи или биогенных элементов, света, места укрытия и многих других жизненно важных факторов.

Межвидовая конкуренция, независимо от того, что лежит в ее основе, может привести либо к установлению равновесия между двумя видами, либо к замене популяции одного вида популяцией другого, либо к тому, что один вид вытеснит другой в иное место или же заставит его перейти на использование иных ресурсов.

Установлено, что два одинаковых в экологическом отношении и потребностях вида не могут сосуществовать в одном месте и рано или поздно один конкурент вытесняет другого. Это так называемый принцип исключения или принцип Гаузе.

Поскольку в структуре экосистемы преобладают пищевые взаимодействия, наиболее характерной формой взаимодействия видов в трофических цепях является *хищничество*, при котором особь одного вида, называемая хищником, питается организмами (или частями организмов) другого вида, называемого жертвой, причем хищник живет отдельно от жертвы. В таких случаях говорят, что два вида вовлечены в отношения *хищник - жертва*.

Еще один тип взаимодействия видов - *паразитизм*. Паразиты питаются за счет другого организма, называемого хозяином, однако в отличие от хищников они живут на хозяине или внутри его организма на протяжении значительной части их жизненного цикла. Паразит использует для своей жизнедеятельности питательные вещества хозяина, тем самым постоянно ослабляя, а нередко убивая его.

От паразитизма отличается *аменсализм*, при котором один вид причиняет вред другому, не извлекая при этом для себя никакой пользы. Чаще всего это те случаи, когда причиняемый вред заключается в изменении среды. Так поступает человек, разрушая и загрязняя окружающую среду.

Нейтрализм - это такой тип отношений, при котором ни одна из популяций не оказывает на другую никакого влияния: никак не сказывается на росте его популяций, находящихся в равновесии, и на их плотности. В действительности бывает, однако, довольно трудно при помощи наблюдений и экспериментов в природных условиях убедиться, что два вида абсолютно независимы один от другого.

Мутуализм. Тесные взаимовыгодные отношения, при которых присутствие каждого из видов-партнёров становится обязательным, называются мутуализмом. Можно привести многочисленные примеры мутуализма или обоюдовыгодных отношений особей разных видов. Таковы, например, взаимоотношения узкоспециализированных к опылению растений (инжир, дурман, орхидейные) с опыляющими их видами насекомых. Или взаимоотношения воловьих птиц и носорогов. Птицы кормятся насекомыми-паразитами на коже носорога, а их взлёт служит ему сигналом об опасности.

Комменсализм. Взаимоотношения, при которых один из партнёров получает пользу, не нанося ущерба другому, как уже было отмечено ранее, называются комменсализмом. Проявления комменсализма разнообразны, поэтому в нём выделяют ряд вариантов:

Нахлебничество – потребление остатков пищи хозяина. Таковы, например, взаимоотношения львов и гиен, подбирающих остатки недоеденной пищи, или акул с рыбами-прилипалами.

Сотрапезничество – потребление разных веществ или частей одной и той же пищи. Например: взаимоотношения между различными видами почвенных бактерий-сапрофитов, перерабатывающих разные органические вещества из перегнивших растительных остатков, и высшими растениями, которые потребляют образовавшиеся при этом минеральные соли.

Квартиранство – использование одними видами других (их тел или их жилищ) в качестве убежища или жилища. Такой тип взаимоотношений широко распространён у растений. Наглядный пример комменсализма дают некоторые усонogie рачки, прикрепляющиеся к коже кита. Они получают при этом преимущество – более быстрое передвижение, а киту не причиняют практически никаких неудобств. В целом же у партнёров нет никаких общих интересов, и каждый отдельно существует сам по себе. Однако подобные союзы облегчают одному из участников передвижение или добывание пищи, поиск убежища.

Обобщая рассмотрение форм биотических отношений, можно сделать следующие выводы:

1) отношения между живыми организмами являются одним из основных регуляторов численности и пространственного распределения организмов в природе;

2) негативные взаимодействия между организмами проявляются на начальных стадиях развития сообщества или в нарушенных природных условиях; в недавно сформировавшихся или новых ассоциациях вероятность возникновения сильных отрицательных взаимодействий больше, чем в старых ассоциациях;

3) в процессе эволюции и развития экосистем обнаруживается тенденция к уменьшению роли отрицательных взаимодействий за счет положительных, повышающих выживание взаимодействующих видов. Все эти обстоятельства человек должен учитывать при проведении мероприятий по управлению экологическими системами и отдельными популяциями с целью использования их в своих интересах, а также предвидеть косвенные последствия, которые могут при этом иметь место.

Функционирование экосистем. Энергия в экосистемах.

Напомним, что экосистема – это совокупность живых организмов, обменивающихся непрерывно энергией, веществом и информацией друг с другом и с окружающей средой. Рассмотрим сначала процесс обмена энергией. Энергию определяют как способность производить работу. Свойства энергии описываются законами термодинамики.

Первый закон (начало) термодинамики или закон сохранения энергии утверждает, что энергия может переходить из одной формы в другую, но она не исчезает и не создается заново.

Второй закон (начало) термодинамики или закон энтропии утверждает, что в замкнутой системе энтропия может только возрастать. Применительно к энер-

гии в экосистемах удобна следующая формулировка: процессы, связанные с превращениями энергии, могут происходить самопроизвольно только при условии, что энергия переходит из концентрированной формы в рассеянную, то есть деградирует. Мера количества энергии, которая становится недоступной для использования, или иначе мера изменения упорядоченности, которая происходит при деградации энергии, есть энтропия. Чем выше упорядоченность системы, тем меньше ее энтропия. Таким образом, любая живая система, в том числе и экосистема, поддерживает свою жизнедеятельность благодаря, во-первых, наличию в окружающей среде в избытке даровой энергии (энергия Солнца); во вторых, способности за счет устройства составляющих ее компонентов эту энергию улавливать и концентрировать, а используя - рассеивать в окружающую среду.

Таким образом, сначала улавливание, а затем концентрирование энергии с переходом от одного трофического уровня к другому обеспечивает повышение упорядоченности, организации живой системы, то есть уменьшение ее энтропии.

Энергия и продуктивность экосистем

Итак, жизнь в экосистеме поддерживается благодаря непрерывающемуся прохождению через живое вещество энергии, передаваемой от одного трофического уровня к другому; при этом происходит постоянное превращение энергии из одних форм в другие. Кроме того, при превращениях энергии часть ее теряется в виде тепла. Тогда возникает вопрос: в каких количественных соотношениях, пропорциях должны находиться между собой члены сообщества разных трофических уровней в экосистеме, чтобы обеспечивать свою потребность в энергии? Весь запас энергии сосредоточен в массе органического вещества - биомассе, поэтому интенсивность образования и разрушения органического вещества на каждом из уровней определяется прохождением энергии через экосистему (биомассу всегда можно выразить в единицах энергии)

Скорость образования органического вещества называют *продуктивностью*. Различают *первичную и вторичную продуктивность*. В любой экосистеме происходит образование биомассы и ее разрушение, причем эти процессы всецело определяются жизнью низшего трофического уровня - *продуцентами*.

Все остальные организмы только потребляют уже созданное растениями органическое вещество и, следовательно, общая продуктивность экосистемы от них не зависит. Высокие скорости продуцирования биомассы наблюдаются в естественных и искусственных экосистемах там, где благоприятны абиотические факторы, и особенно при поступлении дополнительной энергии извне, что уменьшает собственные затраты системы на поддержание жизнедеятельности. Такая дополнительная энергия может поступать в разной форме: например, на возделываемом поле - в форме энергии ископаемого топлива и работы, совершаемой человеком или животным. Таким образом, для обеспечения энергией всех особей сообщества живых организмов экосистемы необходимо определенное количественное соотношение между продуцентами, консументами разных порядков, детритофагами и редуцентами.

Однако для жизнедеятельности любых организмов, а значит и системы в целом, только энергии недостаточно, они обязательно должны получать различные минеральные компоненты, микроэлементы, органические вещества, необходимые для построения молекул живого вещества.

Круговорот элементов в экосистеме

Откуда изначально берутся в живом веществе необходимые для построения организма компоненты? Их поставляют в пищевую цепь все те же продуценты. Неорганические минеральные вещества и воду они извлекают из почвы, углекислый газ из воздуха, и из образованной в процессе фотосинтеза глюкозы с помощью биогенов строят далее сложные органические молекулы - углеводы, белки, липиды, нуклеиновые кислоты, витамины и т.п.

Чтобы необходимые элементы были доступны живым организмам, они все время должны быть в наличии. В этой взаимосвязи реализуется *закон сохранения вещества*. Его удобно сформулировать следующим образом: атомы в химических реакциях никогда не исчезают, не образуются и не превращаются друг в друга; они только перегруппировываются с образованием различных молекул и соединений (одновременно происходит поглощение или выделение энергии).

Обобщая законы функционирования экосистем, сформулируем еще раз основные их положения:

- природные экосистемы существуют за счет не загрязняющей среду солнечной энергии, количество которой избыточно и относительно постоянно;
- перенос энергии и вещества через сообщество живых организмов в экосистеме происходит по пищевой цепи;
- все виды живого в экосистеме делятся по выполняемым ими функциям в этой цепи на продуцентов, консументов, детритофагов и редуцентов - это биотическая структура сообщества;
- количественное соотношение численности живых организмов между трофическими уровнями отражает трофическую структуру сообщества, которая определяет скорость прохождения энергии и вещества через сообщество, то есть продуктивность экосистемы;
- природные экосистемы благодаря своей биотической структуре неопределенно долго поддерживают устойчивое состояние, не страдая от истощения ресурсов и загрязнения собственными отходами; получение ресурсов и избавление от отходов происходят в рамках круговорота всех элементов.

Тестовые вопросы по теме «Экосистема. Свойства экосистемы»

1. Совокупность живых организмов и среды их обитания, функционирующая как единое целое, называется...
 - a. экосистемой,
 - b. популяцией,
 - c. биоценозом,
 - d. фитоценозом
2. В состав природной и антропогенной экосистем, как правило, входят ...
 - a. микробоценоз и почвогрунт,
 - b. фитоценоз и почвогрунт,
 - c. биоценоз и экотоп,
 - d. зооценоз и климатоп
3. К функциональным компонентам биоценоза в составе экосистемы относят ...
 - a. эдафотоп,
 - b. зооценоз,
 - c. климатоп,
 - d. экотоп,
 - e. фитоценоз
4. В экосистему должны входить...
 - a. достаточно продуцентов и редуцентов,
 - b. достаточно продуцентов и консументов,
 - c. продуценты, консументы и редуценты,
 - d. достаточно консументов и редуцентов
5. Структура биоценоза, показывающая распределение организмов разных видов в пространстве (по вертикали и горизонтали), называется
 - a. зоотической,
 - b. экологической,
 - c. видовой,
 - d. пространственной
6. Структура биоценоза, показывающая численность видов и их соотношение, называется ...
 - a. микробиоценотической,
 - b. экологической,
 - c. видовой,
 - d. пространственной

7. Ствол гниющего дерева можно отнести к группе ...
- а. микроэкосистемы,
 - б. мезоэкосистемы,
 - в. макроэкосистемы,
 - г. глобальной экосистемы
8. Пруд можно отнести к ...
- а. глобальной экосистеме,
 - б. мезоэкосистеме,
 - в. микроэкосистеме,
 - г. макроэкосистеме
9. Океан можно отнести к ...
- а. макроэкосистеме,
 - б. микроэкосистеме,
 - в. искусственной экосистеме,
 - г. мезоэкосистеме
10. К антропогенным экосистемам относится ...
- а. микробоценоз,
 - б. биоценоз,
 - в. агроэкосистема,
 - г. биогеоценоз
11. К агроэкосистемам относятся ...
- а. любые антропогенные ландшафты,
 - б. сельскохозяйственные ландшафты, созданные человеком,
 - в. все искусственные экосистемы, созданные на месте природного ландшафта,
 - г. нарушенные человеком в своей деятельности природные территории
12. Агроэкосистемы характеризуются...
- а. понижением конкурентоспособности вида,
 - б. усилением конкурентоспособности вида,
 - в. повышенным видовым разнообразием,
 - г. усилением естественных регуляторных связей
13. Агробιοценозы, созданные человеком, характеризуются ...
- а. усложненной структурой,
 - б. большим видовым разнообразием,
 - в. саморегуляцией,
 - г. упрощенной структурой
14. Агроэкосистемы отличаются от естественных экосистем тем, что ...

- a. требуют дополнительных затрат энергии,
- b. характеризуются большим биоразнообразием,
- c. растения в них плохо растут,
- d. занимают площадь большую, чем естественные

15. Примером природного биогеоценоза является ...

- a. луг,
- b. пруд,
- c. сад,
- d. поле

16. Причиной удивительного многообразия насекомых в сообществах влажных тропических лесов является...

- a. наличие большого числа разнообразных экологических ниш,
- b. благоприятный световой режим,
- c. отсутствие влияния человека,
- d. отсутствие хищников

17. Форма связей между видами, при которой организм-потребитель использует живого хозяина не только как источник пищи, но и как место постоянного или временного обитания называется

- a. симбиоз,
- b. паразитизм,
- c. хищничество,
- d. конкуренция

18. Взаимодействие бобовых растений и клубеньковых бактерий является примером...

- a. хищничества,
- b. паразитизма,
- c. симбиоза,
- d. конкуренции

19. Тип взаимодействия, при котором организмы соперничают друг с другом, пытаясь лучше и быстрее достичь какой-либо цели, - это ...

- a. нейтрализм,
- b. хищничество,
- c. паразитизм,
- d. конкуренция

20. Тесное взаимовыгодное сосуществование видов называется _____ или _____ .

- a. аменсализмом,
- b. симбиозом,
- c. мутуализмом,

d. паразитизмом

21. Головастики некоторых видов лягушек выделяют в воду вещества, замедляющие развитие головастиков другого вида. Такое явление называется ...

- a. аменсализмом,
- b. сукцессией,
- c. комменсализмом,
- d. эвтрофикацией

22. Основным ресурсом, представляющим собой предмет конкуренции у растительных организмов, является

- a. содержание кислорода,
- b. свет,
- c. содержание углекислого газа,
- d. температура

23. Ярko выраженная форма симбиоза, при которой присутствие каждого из двух видов становится для другого обязательным, называется

- a. аменсализмом,
- b. мутуализмом,
- c. протокооперацией,
- d. комменсализмом

24. Взаимодействие волка и зайца является примером ...

- a. паразитизма,
- b. нейтрализма,
- c. симбиоза,
- d. хищничества

7.13. Тип взаимодействия, при котором ни одна популяция не оказывает влияния на другую, называется ...

- a. хищничеством,
- b. паразитизмом,
- c. конкуренцией,
- d. нейтрализмом

25. В основе самого распространенного типа связей между особями разных видов лежат отношения, связанные с ...

- a. расселением,
- b. миграцией,
- c. потреблением пищи,
- d. защитой потомства

26. Постоянное или временное сожительство особей разных видов, при котором один из партнеров питается остатками пищи или продуктами выделения другого, не причиняя ему вреда, называется ...

- a. нейтрализмом,
- b. аменсализмом,
- c. мутуализмом,
- d. комменсализмом

27. При усилении межвидовой конкуренции у видов-конкурентов происходит _____ экологических ареалов.

- a. сокращение,
- b. стабилизация,
- c. прерывистость,
- d. увеличение

28. В результате дифференциации экологических ниш видов происходит ...

- a. снижение хищничества,
- b. появление мутуализма,
- c. появление паразитизма,
- d. снижение конкуренции

29. Мальки рыб, живущие среди щупалец актиний и питающиеся остатками их пищи, являются...

- a. фитофагами,
- b. комменсалами,
- c. хищниками,
- d. конкурентами

30. В пищевой цепи «микроскопические водоросли (фитопланктон) – жучки и дафнии (зоопланктон) – плотва» плотва является _____ и _____.

- a. зоофагом,
- b. консументом,
- c. фитофагом,
- d. продуцентом

31. В пищевой цепи «трава – лемминг – полярная сова» лемминг является _____ и _____.

- a. паразитом,
- b. продуцентом,
- c. жертвой,
- d. хозяином,
- e. фитофагом

32. В пищевой цепи «трава – мышь – змея – еж» змея одновременно является _____ и _____.
а. хищником,
б. паразитом,
в. продуцентом,
г. фитофагом,
д. жертвой
33. Трофические цепи, которые начинаются с фотосинтезирующих организмов, называются ...
а. детритными цепями,
б. цепями разложения,
в. гетеротрофными цепями,
г. пастбищными цепями
34. Трофические цепи, начинающиеся с отмерших остатков растений, трупов животных, называются цепями ...
а. разложения,
б. потребления,
в. выедания,
г. пастбищными
35. Отдельные звенья пищевой цепи называются ...
а. пищевой сетью,
б. непищевым уровнем,
в. трофическим уровнем,
г. качественным уровнем
36. Группа организмов, представители которой в биогеоценозе начинают преобразование солнечной энергии, называется ...
а. продуцентами,
б. консументами II порядка,
в. консументами I порядка,
г. редуцентами
37. Организмы, образующие органическое общество из неорганических веществ посредством фотосинтеза или хемосинтеза, называются ...
а. фитофагами,
б. детритофагами,
в. автотрофами,
г. гетеротрофами

38. Согласно закону (правилу) пирамиды энергии, с предшествующего трофического уровня экологической пирамиды на последующий передается в среднем _____ энергии.
- a. 80%,
 - b. 50%,
 - c. 10% ,
 - d. 2%
39. Организмы, питающиеся растениями и занимающие второй трофический уровень пищевой цепи, называются ...
- a. автотрофами,
 - b. зоофагами,
 - c. фитофагами,
 - d. продуцентами
40. В детритных пищевых цепях (цепях разложения) 2-й трофический уровень занимают...
- a. хищники,
 - b. паразиты,
 - c. зоофаги,
 - d. детритофаги
41. Гусеница капустной белянки и кролик, питающиеся капустой, в пищевой сети
- a. занимают одинаковый трофический уровень,
 - b. относятся к детритофагам,
 - c. являются плотоядными,
 - d. занимают разные трофические уровни
42. Бурый медведь, использующий пищу растительного и животного происхождения, является ...
- a. редуцентом,
 - b. детритофагом,
 - c. только консументом 1-го порядка,
 - d. консументом 1-го и 2-го порядка
43. Организмы, занимающие в пищевых цепях 3-й трофический уровень характеризуются как _____ и _____.
- a. плотоядные,
 - b. консументы 1-го порядка,
 - c. травоядные,
 - d. консументы 2-го порядка,
 - e. детритофаги

44. Белка, использующая пищу растительного и животного происхождения, является _____ и может занимать _____.

- a. продуцентом,
- b. консументом 2-го и 3-го порядка,
- c. консументом 1-го и 2-го порядка,
- d. 1-ый трофический уровень

45. Последовательная смена биоценозов, преемственно возникающая на одной и той же территории под влиянием природных факторов или воздействия человека, называется...

- a. климаксом,
- b. цикличностью,
- c. сукцессией,
- d. изменчивостью

46. Сукцессия, вызванная деятельностью человека, называется...

- a. пирогенной,
- b. антропогенной,
- c. аллогенной,
- d. аутогенной

48. Вторичная сукцессия может развиваться на

- a. камнях,
- b. пожарищах,
- c. болотах,
- d. песках,
- e. скалах

49. Видовой состав растений и животных в процессе сукцессии ...

- a. существенно не меняется,
- b. непрерывно меняется,
- c. остается постоянным,
- d. резко возрастает

50. Процесс развития и смены экосистем на не заселенных ранее участках, начинающий с их колонизации, называется ...

- a. третичной сукцессией,
- b. полисукцессией,
- c. вторичной сукцессией,
- d. первичной сукцессией

51. Восстановление экосистемы, когда-то уже существовавшей на данной территории, называют ...

- a. полисукцессией,

- b. вторичной сукцессией,
 - c. третичной сукцессией,
 - d. первичной сукцессией
52. Устойчивое динамическое равновесие между биотическими потенциалами популяций сообщества и сопротивлением среды характерно для ...
- a. микробоценоза почвы,
 - b. зооценоза,
 - c. климаксного сообщества,
 - d. фитоценоза
53. Заращение озера с непроточной или слабопроточной водой – это ...
- a. антропогенная сукцессия,
 - b. процесс биологического накопления,
 - c. проявление цикличности развития сообщества,
 - d. природная сукцессия
54. Природные экосистемы по сравнению с искусственными ...
- a. более устойчивы,
 - b. менее устойчивы,
 - c. нуждаются в регуляции со стороны человека,
 - d. не имеют механизмов защиты от внешних воздействий
55. Молодые экосистемы по сравнению с климаксовыми ...
- a. стабильны,
 - b. толерантны,
 - c. более устойчивы,
 - d. неустойчивы
56. Видовой состав растений и животных в процессе экологической сукцессии ...
- a. однообразен,
 - b. характеризуется монотонностью,
 - c. непрерывно меняется,
 - d. устойчив

Практическая работа № 4

Определение демографической емкости территории

1. Цели занятия:

рассчитать демографическую емкость рассматриваемого района. Итоговые результаты расчета изобразить в виде гистограммы.

2. Перечень используемого оборудования

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

3. Подготовка к занятию

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме «*Определение демографической емкости территории*»

1. Дайте определение демографической емкости.
2. Что представляет собой экологическое равновесие?
3. Для чего используют величину демографической емкости?
4. Как определяется емкость территории по условиям организации отдыха у воды?

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

3.3 Составить конспект по теме (тетрадь для практических работ), где будут освещены вопросы п.3.1.

4. План проведения занятия

4.1 Прослушивание и обсуждение следующих сообщений:

1. Дайте определение демографической емкости.
2. Что представляет собой экологическое равновесие?
3. Для чего используют величину демографической емкости?
4. Как определяется емкость территории по условиям организации отдыха у воды?

4.2 В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные:

- а. Частные коэффициенты, $D_1 \dots D_6$
- б. Гистограмма демографической емкости района

5. Содержание отчёта

- 5.1 Наименование работы.
- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Конспект по теме (домашняя работа).
- 5.5 Расчётная часть.
- 5.6 Выводы.

6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе занятия по всей теме п.3.1.

7. Перечень используемой литературы

- 7.1 Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Экология: учебник для студентов бакалаврской степени многоуровневого высшего профессионального образования. Ростов н/Д: Феникс, 2015 – 601 с.
- 7.2 Степановских А.С. Общая экология: учебник для вузов — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 687 с.

- 7.3 Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. Человек - Экономика - Биота - Среда: Учебник для студентов вузов. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 495 с.
- 7.4 Фаронов А. Е. Основы информационной безопасности при работе на компьютере. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 154 с.
- 7.5 Шардаков А.К., Резвин С.Р. Экология урбанизированной территории: учебное пособие. Саратов: СГТУ, ЭБС АСВ, 2020. — 88 с.

Краткие теоретические сведения

Концепция демографической емкости впервые была сформулирована П.П. Семеновым-Тянь-Шанским, дальнейшее развитие получила в трудах В.В. Покшишевского и Е.Б. Лопатиной. В современных научных исследованиях она нашла широкое применение в работах С.М. Мягкова, Ф.Н. Рянского, Е.Г. Петровой и др. Для прогнозирования экологической ситуации в районе застройки проводят определение его демографической емкости.

Демографическая емкость — это максимальное число жителей района, которое может быть в его границах при условии обеспечения наиболее важных повседневных потребностей населения за счет ресурсов рассматриваемой территории с учетом необходимости сохранения экологического равновесия.

Экологическое равновесие — такое состояние природной среды района, при котором может быть обеспечена саморегуляция и воспроизводство основных ее компонентов, т.е. атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвенного покрова, растительности и животного мира. При нарушении экологического равновесия на территории возможно возникновение экологического кризиса и даже экологического бедствия.

Среда обитания человека должна учитывать комфортные психофизические условия и являться своего рода «фабрикой» воспроизводства основных элементов — атмосферного воздуха (кислорода), воды, почвы (земли), т.е. обладать *репродуктивной способностью (РС)*. Такой расчет ведется по *кислороду (Пк)*, *водным ресурсам (Пв)*, *почвенному покрову (Пп)*.

По данным вычисленных значений *РС* территории, через индекс репродукции определяют возможные масштабы развития населенного пункта (жилья, промышленности и т.д.).

Индекс репродукции (Ир) — это отношение показателей репродуктивной способности территории к показателям фактического или перспективного (с учетом планировки) потребления основных компонентов биосферы.

Если

$I_r = 1$, то имеет место сбалансированное потребление того или иного компонента природной среды;

$I_r < 1$ указывает на неблагоприятное состояние данного района (города) и необходимость проведения мер по восстановлению экологического равновесия, которыми могут быть:

- ограничение жилищного строительства;

- размещение промышленности;
- повышение лесистости и устройство водоёмов;
- изменение характера природопользования и улучшение других показателей.

Сама емкость территории определяется максимально возможной плотностью населения и зависит в первую очередь от природных условий, во вторую и третью – от уровня развития производительных сил и типа хозяйства общественной системы в целом.

Изучение *демографической емкости*, как правило, связывают с поиском оптимальной численности и предельно допустимой или критической плотности проживающего населения. При этом пути и способы ее определения могут быть различными. Все зависит от выбранных критериев для определения емкости территории – энергетических, биологических или пищевых, природно-географических, экономико-географических. Однако и без расчетов понятно, что в южных районах плотность населения может быть заметно выше, чем на севере, а в пустынях меньше, чем в оазисах (даже при условии гармоничного сосуществования человека и природы).

Наиболее актуально определение демографической емкости промышленных и курортных районов. Интересен опыт определения демографической емкости в условиях высоких антропогенных нагрузок, например в городах.

Метод основан на сопоставлении продуктивности абиотических и биотических компонентов экосистемы с потребностями поселений в природных условиях. Его преимущества заключаются в том, что, с одной стороны, устанавливают масштаб хозяйственной активности городского населения и структура потребляемых топливно-энергетических ресурсов. С другой стороны, определяется допустимая нагрузка на природные и антропогенные сообщества различных видов, учитывается их производственно-экономическая и градостроительная емкость, которая зависит от вида растительного сообщества.

Демографическая емкость оценивается путем определения частных емкостей территории по расходу энергии, по условиям эмиссии углекислого газа в атмосферу, воспроизводства атмосферой кислорода и выражается допустимой плотностью населения. *Демографическая емкость территорий* – это показатель не нормативный, а некий планировочно-экологический порог, за пределами которого может нарушиться равновесие всех природных, хозяйственных и социальных условий.

Возможны и более крупные масштабы развития некоторых районов, чем допускает их демографическая емкость (например, крупные многомиллионные агломерации), но в этом случае развитие таких районов неизбежно пойдет за счет ущемления интересов смежных районов или же за счет значительного удорожания строительства в рассматриваемом районе. Кроме того, демографическая емкость территории является переменной величиной. С ростом национального богатства, повышением плодородия земель и продуктивности лесов показатели демографической емкости отдельных районов и городских поселений, несомненно, будут повышаться.

Методические указания к выполнению расчётной части практической работы

Методика состоит в определении и сопоставлении между собой шести частных демографических емкостей рассматриваемого района в следующем порядке:

1. Демографическая емкость, чел., по наличию территорий, пригодных для промышленного и гражданского строительства, определяется как:

$$D_1 = T_p \times K_1 \times \frac{1000}{H_1}, \quad \text{где } T_p - \text{территория района, га};$$

K_1 – коэффициент, показывающий долю территории, получившей наивысшую оценку по пригодности для промышленного и гражданского строительства (принимается в пределах 0,03...0,06);

H_1 – ориентировочная потребность в территории 1000 жителей в зависимости от характера производственной базы района (берется 20...30 га). Этот показатель чаще всего бывает наибольшим. Однако в горных районах он может оказаться лимитирующим и обусловить демографическую емкость района застройки. В небольших по территории, но плотно заселенных районах целесообразно определять этот показатель дифференцированно для промышленности и населения.

2. Емкость территории, чел., по поверхностным водам определяется как

$$D_2 = E \times K_2 \times \frac{1000}{P},$$

где E – сумма расходов в водотоках при входе в район, $\text{м}^3/\text{сут}$;

K_2 – коэффициент, учитывающий необходимость разбавления сточных вод

(принимают на реках южного стока $K_2 = 0,25$, а северного стока $K_2 = 0,10$);

P – нормативная водообеспеченность 1000 жителей (принимают от 1000 до 2000 $\text{м}^3/\text{сут}$).

3. Емкость территории, чел., по подземным водам определяется как

$$D_3 = \mathcal{E} \times T_p \times \frac{1000}{P_c},$$

где \mathcal{E} – эксплуатационный модуль подземного стока, м^3 (сут. га);

P_c – специальный норматив водоснабжения 1000 жителей (принимают 40 $\text{м}^3/\text{сут}$).

4. Емкость территории, чел., по условиям организации отдыха в лесу определяется как

$$D_4 = T_p \times L \times 0,5 \times \frac{10}{(H_2 \times M_1)},$$

где L – лесистость района, %;

0,5 – коэффициент, учитывающий необходимость зеленых зон городов средней полосы России (для других районов он может существенно меняться);

H_2 – ориентировочный норматив потребности 1000 жителей в рекреационных территориях (принимают 200 га);

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

5. *Емкость территории*, чел.,

по условиям организации отдыха у воды определяется как

$$D_5 = 2B \times C \times \frac{1000}{(0,5 \times M_2)},$$

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

C – коэффициент, учитывающий возможность организации пляжей (принимают для районов лесной и лесостепной зон $C = 0,5$, а степной зоны $C = 0,3$);

0,5 – ориентировочный норматив потребности 1000 жителей в пляжах, км;

M_2 – коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих в лесу и у воды (принимают для районов с умеренным климатом $M_2 = 0,1 \dots 0,15$, а с жарким климатом $M_2 = 0,3 \dots 0,4$).

6. *Емкость территории*, чел., по условиям организации пригородной сельскохозяйственной базы определяется как

$$D_6 = T_p \times K_3 \times K_4 \times \frac{1000}{P},$$

где K_3 – коэффициент, учитывающий долю территории района, включенную по результатам комплексной оценки в категории «благоприятные» и «ограниченно благоприятные» для сельского хозяйства;

K_4 – коэффициент, учитывающий возможность использования сельскохозяйственных земель под пригородную базу (принимают для районов средней полосы России $K_4 = 0,2 \dots 0,3$);

P – ориентировочный показатель, отражающий потребности 1000 жителей района в землях пригородной сельскохозяйственной базы (принимают в зависимости от агроэкономических характеристик территории $P = 500 \dots 2000$ га). Полученные расчетные значения величин $D_1 \dots D_6$ необходимо представить в виде гистограммы, сопоставить между собой и в качестве окончательного показателя демографической емкости района застройки принять наименьшее значение.

Выполните расчеты на основании данных, указанных в табл. 4.1.

Таблица 4.1

№ вариан- та	$T_p, \text{га}$	K_1	$\Theta, \text{м}^3/\text{сут}$	$E, \text{м}^3/\text{сут}$	$L, \%$	$B, \text{км}$	K_3	K_4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	305086	0,05	0,10	4300000	78	24	0,30	0,25
2	283948	0,04	0,08	3600000	40	22	0,50	0,25
3	180375	0,06	0,09	4100000	66	20	0,31	0,25
4	250917	0,05	0,09	3200000	67	28	0,30	0,25
5	204725	0,04	0,10	4200000	57	28	0,41	0,25
6	344314	0,03	0,08	4000000	67	27	0,29	0,30
7	195674	0,05	0,09	3000000	72	20	0,25	0,30
8	281577	0,04	0,07	3500000	84	21	0,26	0,30
9	216650	0,06	0,07	3600000	42	24	0,55	0,30
10	437836	0,03	0,07	4400000	50	28	0,47	0,30
11	178590	0,05	0,10	4000000	43	27	0,50	0,25
12	187082	0,05	0,10	3800000	30	26	0,58	0,25
13	197011	0,05	0,09	3000000	37	23	0,60	0,25
14	255724	0,03	0,08	3100000	48	22	0,40	0,20
15	203278	0,04	0,07	3100000	42	21	0,56	0,20
16	149562	0,05	0,07	2900000	31	20	0,66	0,20
17	187434	0,04	0,08	2800000	74	25	0,25	0,30
18	163299	0,04	0,09	2800000	74	23	0,26	0,30
19	187136	0,04	0,10	2700000	51	24	0,46	0,20
20	265937	0,05	0,10	2700000	62	20	0,36	0,20
21	118010	0,05	0,10	2900000	32	21	0,65	0,20
22	261184	0,03	0,09	3000000	82	22	0,46	0,30
23	267502	0,03	0,08	3000000	59	22	0,39	0,25
24	321610	0,03	0,09	4300000	71	28	0,28	0,25
25	248508	0,03	0,09	4100000	82	28	0,37	0,30
26	249563	0,05	0,07	2800000	32	21	0,65	0,20
27	287432	0,04	0,08	2700000	75	26	0,24	0,30
28	164298	0,04	0,09	2700000	73	24	0,25	0,30
29	188137	0,04	0,10	2600000	52	25	0,45	0,20
30	266938	0,05	0,10	2600000	63	21	0,34	0,20

В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные.

1. Частные коэффициенты, $D_1 \dots D_6$ рассчитанные по формулам (1) – (6).
2. Гистограмма (по оси ординат принять равномерную сетку, например, 20, 40, 60, 80, 100 тыс. чел. и выше) демографической емкости района застройки, указав минимальные (сплошной линией) и максимальные (пунктирной линией) значения $D_1 \dots D_6$. На гистограмме выделите зеленым цветом окончательный показатель емкости, т.е. наименьшее значение из коэффициентов $D_1 \dots D_6$, вычисленных для территории района своего варианта задания.