

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Кафедра экологии и природопользования

Е. А. Тишкина

УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

Часть 1

Методические указания
к семинарским занятиям
для обучающихся очной и заочной форм обучения
по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование».
Дисциплина «Учение о биосфере»

Екатеринбург
2022

Печатается по рекомендации методической комиссии Института леса и природопользования УГЛТУ.
Протокол № 1 от 01.10.2021 г.

Рецензент – О. Н. Орехова, канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства.

Редактор А. Л. Ленская
Оператор компьютерной верстки Е. Н. Дунаева

Подписано в печать

Плоская печать

Заказ №

Формат 60×84 1/16

Печ. л. 1,86

Поз. № 10

Тираж 10 экз.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

Введение

Настоящие указания имеют цель ознакомить обучающихся с содержанием, требованиями, методикой и организацией теоретических занятий и практических работ по дисциплине «Учение о биосфере».

Учебные практические и лабораторные занятия играют важную роль в подготовке бакалавра. Они не только дополняют материалы учебных курсов и помогают обучающемуся овладеть многими методами наблюдения, анализа и синтеза, но и дают практические знания о природных процессах и их взаимосвязях.

Содержание семинарских и лабораторно-практических занятий определяется стандартом и программой по курсу «Учение о биосфере». Работа по данному курсу складывается из лекций, семинаров, лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.

Семинар № 1

Предпосылки возникновения учения о биосфере

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Термин «биосфера» был введен австралийским ученым Э. Зюссом в 1875 г. Целостное учение о биосфере создано В.И. Вернадским. В современном понимании биосферой мы называем оболочку Земли, включающую нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы, с которой связана жизнедеятельность организмов. За последнее время понятие «биосфера» все чаще встречается в биологической, геологической, философской литературе, становится одним из самых популярных в современном естествознании.

Что такое биосфера? Каковы ее особенности и закономерности существования? Какое значение имеет учение о биосфере? Решение этих вопросов связано со значительными трудностями из-за разногласия авторов, произвольных толкований некоторых терминов и понятий, ошибок и упущений. Существует несколько концепций в учении о биосфере, но наиболее полная и глубокая концепция принадлежит В.И. Вернадскому. Более поздние разработки касались и касаются преимущественно частных и главным образом биологических и экологических проблем. Так как в учении о биосфере сливаются воедино науки о Земле, о жизни и о космосе, а биосфера – одна из планетных оболочек, то познание ее должно осуществляться, прежде всего, в глобальном масштабе, с позиций общепланетных, характерных для наук о Земле. Биосферу нельзя рассматривать в отрыве от неживой природы, от которой она, с одной стороны, зависит, а с другой, – сама воздействует на нее. Поэтому перед естествоиспытателями возникает задача – конкретно исследовать, каким образом и в какой мере живое ве-

щество влияет на физико-химические и геологические процессы, происходящие на поверхности земли и в земной коре. Только подобный подход может дать ясное и глубокое представление о концепции учения о биосфере. Такую задачу как раз и ставил перед собой выдающийся российский ученый Владимир Иванович Вернадский (1863–1945).

К первой половине XX в. был накоплен огромный исследовательский материал в разных сферах науки, в том числе в естествознании. Это касается в первую очередь области палеонтологии и геологии, астрономии и химии, географии, биологии и др. Результаты подобных исследований помогли не только разрешить многие естественнонаучные вопросы, но и поставить новые задачи. Географические открытия, представления о Земле и космосе, создание картины происхождения солнечной системы, открытие законов о движении, энергии, состоянии материи, электричестве, числах, пространстве, развитие новых научных направлений и т. п. позволили расширить знания об особенностях существования живых организмов в окружающей среде и обеспечили научную основу появления новой теории о живой природе. С появлением в науке огромного числа фундаментальных разработок о живой природе (Ч. Дарвин, А. Уоллес, Г. Мендель, Т. Морган, А. Н. Бекетов, Ф. Криг, С. С. Четвериков, Н. И. Вавилов, Ж. Б. Дюма, Ж. Б. Буссенго, Ю. Либих, В. В. Докучаев, В. Пфедфер, Т. Шванн, М. Шлейден, А. И. Опарин, Хойл и Чандра Викрамасингч, В. И. Гольданский и др.) потребовалось обобщение полученных качественных и количественных характеристик, так как для науки характерно подводить черту под любым количеством уже готовых заключений. Теория о биосфере В. И. Вернадского является итоговым естественнонаучным глобальным трудом своего времени. В настоящее время изданы соответствующие труды, более или менее обстоятельные, и все-таки учение В. И. Вернадского о биосфере продолжает оставаться наиболее цельным, законченным, основополагающим, хотя не все ученые во всем с ним согласны.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель семинара – изучить и проанализировать идеи и представления философов и ученых о мироздании, динамику становления естественных наук в изучении биосферы и их значение.

Задания и вопросы для изучения и обсуждения.

1. Рассмотрите и проанализируйте представления древних людей о мироздании.
2. Как происходило накопление естественно-географических знаний в античное время?
3. Охарактеризуйте особенности развития естественной науки в эпоху Средних веков.
4. Чем знаменательна эпоха великих открытий в естествознании?
5. Проанализируйте идеи о естественном происхождении и эволюции

организмов, о происхождении и строении солнечной системы.

6. Как происходило становление научных основ естественных наук в XX веке?

7. Заполните таблицу 1.

8. Сделайте вывод. Почему идея В. И. Вернадского об изменении планеты живыми организмами считается большим научным открытием?

9. Прокомментируйте высказывания.

«Всей человеческой жизнью управляют гармония и ритм» (Платон).

«Плотность популяции растительного животного регулируется снизу и сверху» (Ю.Одум).

Таблица 1

Предпосылки учения о биосфере

№ п/п	Период /дата	Идея о мироздании	Имя, с которым связана идея	Примечание
1	Древний период			
2	Античные времена			
3	Средневековье			
4	XV–XVI вв.			
5	Век Просвещения			
6	XIX в.			
7	XX в.			

Темы докладов и сообщений

1. Природа в учениях В. Соловьева и Н.Ф. Федорова.
2. Попытки целостного подхода к жизни в трудах Ж. Б. Ламарка, Ж. Бюффона, А. Гумбольда, Г. Марша.

Список рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям

1. Бердяев Н. А. Русская идея. М.: Наука, 1990. – 258 с.
2. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.
3. Войткевич Г. В. Основы учения о биосфере: учеб. пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 480 с.
4. Добровольский В. В. Основы биогеохимии: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1998. - 412 с.
5. Короновский Н. В. Наша планета Земля. М.: Весь Мир, 2002. – 221 с.
6. Коротцев О. Н. Астрономия: популярная энциклопедия. СПб.: Азбука-классика, 2003. – 733 с.
7. Мильков Ф. Н. Общее землеведение. М.: Высшая школа, 1990. – 335 с.
8. Поннамперума С. Происхождение жизни. М.: Мир, 1977. – 176 с.

9. Соловьев В. С. Русская идея. М.: Мысль. 1988. – Т. 2. – 892 с.
10. Сусуму Сато и Хиромицу Кумамото. Реинжиниринг окружающей среды. СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2002. – 237 с.

Семинар № 2

Учение В. И. Вернадского о биосфере

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В жизни великих мыслителей, к числу которых, безусловно, относится Владимир Иванович Вернадский, главное – творчество. Творческий путь Вернадского чрезвычайно трудно представить в виде последовательного ряда событий, так как обычно В. И. Вернадский вел параллельно несколько научных исследований. Кроме того, занимаясь какой-нибудь наукой, он вовсе не ограничивался относящимися к ней конкретными проблемами, а охватывал мыслью огромные области, чаще всего на стыке нескольких наук. Об этом можно судить по названиям наук, прославивших его имя: геохимия, радиология, биогеохимия.

Но самое важное то, что для Вернадского наука была средством познания природы. Он размышлял над природными объектами, над их взаимосвязями. По существу, учение о биосфере явилось продолжением и распространением идей о почвах В. В. Докучаева на более широкую сферу реальности. Развитие биологии в этом направлении привело к формированию экологии. Учение о биосфере В. И. Вернадского для экологии представляет собой высший уровень взаимодействия живого и неживого и глобальную экосистему (экосферу). Поэтому результаты исследований В. И. Вернадского справедливы для всех экосистем и являются обобщением знаний о развитии нашей планеты. В наши дни они служат естественнонаучной основой рационального природопользования и охраны окружающей природной среды.

В 1930-е гг. российский ученый-геохимик В. И. Вернадский, изучив роль живой материи на всем протяжении ее эволюции, пришел к выводу о неразрывной связи живых и неживых систем. В истории Земли происходил непрерывный процесс планетарной интеграции живой и неживой материи, приведший к образованию сложной, единой, тонко сбалансированной системы – биосферы. Вернадский понимал биосферу как сферу единства живого и неживого (косного). Этот вывод стал одним из принципов его биосферной теории. Он рассматривал все разнообразие жизни на Земле как мощный фактор, вовлекающий в круговорот неорганические вещества планеты, аккумулирующий энергию солнечного излучения и преобразующий ее в энергию земных процессов. Вернадский сумел сделать фундаментальное эмпирическое обобщение: «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могуществен-

ной по своим конечным последствиям, чем организмы, взятые в целом...». «Земная оболочка биосферы, обнимающая весь земной шар, имеет резко обособленные размеры; в значительной мере она обуславливается существованием в ней живого вещества... Между ее косной частью и живыми веществами, ее населяющими, идет непрерывный материальный и энергетический обмен, выражающийся в движении атомов, вызванном живым веществом. Этот обмен в ходе времени выражается закономерно меняющимся, непрерывно стремящимся к устойчивости равновесием. Так неотделимо и неразрывно биосфера на всем протяжении геологического времени связана с живым заселяющим ее веществом. В этом биогенном токе атомов и связанной с ним энергии проявляется планетарное, космическое значение живого вещества». Таким образом, сферы Земли сформированы живым веществом.

Одним из аспектов учения В. И. Вернадского является представление о том, что биосфера включает живое вещество, косное, биокосное, радиоактивное, вещество космического происхождения и рассеянные атомы. Вернадский обосновал также представление об организованности биосферы, которая проявляется во взаимной приспособляемости организма и среды, в согласованности взаимодействия живого и неживого. Ему же принадлежат важнейшие идеи о формах превращения вещества, путях биогенной миграции атомов, т.е. миграции химических элементов при участии живого вещества, накоплении химических элементов, о движущих факторах развития биосферы, возникновении и развитии биосферы. Венцом творчества В. И. Вернадского стало учение о ноосфере, т.е. сфере разума.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель семинара – проанализировать учение В. И. Вернадского о биосфере и оценить его значение для науки XX–XXI вв.

Задания и вопросы.

1. Дайте полную характеристику эмпирическим обобщениям В. И. Вернадского о биосфере.

2. Каков механизм работы биосферы? Что делает биосферу похожей на вечный двигатель?

3. Что такое оптимизация биосферы?

4. Как вы понимаете фразу В. И. Вернадского «...человек – геологическая сила»?

5. Прокомментируйте высказывание В. И. Вернадского: «Ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все организмы неразрывно и непрерывно связаны – прежде всего, питанием и дыханием – с окружающей их материально-энергетической средой. Вне нее в природных условиях они существовать не могут».

Темы докладов

1. Учение о биосфере – научный фундамент современной экологии.
2. Вклад русских ученых в становление учения о биосфере.

Список рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям

1. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.
2. Горелов А. А. Экология: учебник. М.: Академия, 2009. – 400 с.
3. Горелов А. А. Социальная экология: учеб. пособие. М.: Московский Лицей, 2002. – 406 с.
4. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. – 741 с.

Семинар № 3

Живое вещество биосферы

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Занимаясь изучением распределения химических элементов по поверхности планеты, В. И. Вернадский пришел к выводу, что нет практически ни одного элемента из таблицы Д. И. Менделеева, который не включался бы в живое вещество. Ученый сформулировал три биогеохимических принципа, которые соотносил с понятием существования живого вещества.

Живые организмы являются геологической силой, преобразующей биосферу. Они обеспечивают обмен энергией в системах, благодаря чему биосфера существует и обращена к гомеостазу. Все процессы происходят за счет энергии активности всех веществ. К живому веществу относятся бактерии, микроорганизмы, растения, грибы, животные, не входящие в состав сообществ и в то же время являющиеся их компонентами или образующие системы сообществ, которые формируют биосферу.

Академик В. И. Вернадский выделил типы веществ, слагающих биосферу. К ним относятся вещества: живое, косное, биокосное, биогенное, радиоактивное, вещество рассеянных атомов. Биосфера выполняет энергетическую, газовую, окислительно-восстановительную, концентрационную (рассеивающую), деструктивную, транспортную, средообразующую (регулирующую) и информационную функции.

В природных системах, в отличие от антропогенных, не происходит чрезмерного изъятия вещества и энергии – это закон сохранения (бережливости).

Отличие живого вещества от косного В. И. Вернадский усматривал в том, что изменения и процессы в живом веществе происходят значительно быстрее, чем в косных телах; только в живом веществе происходят качественные изменения организмов в ходе геологического времени. Живая

материя отличается способностью к размножению, наследованию генетических и фенотипических признаков, к мутациям, а также к образованию новых видов. В. И. Вернадский высказал предположение, что живое вещество, возможно, претерпевает собственную эволюцию в ходе геологического времени, вне зависимости от изменения среды.

Биоразнообразие, обеспечивая обмен вещества со средой, является основным условием существования биосферы, т. е. устойчивое состояние (сущность жизни) возможно лишь при многообразии ее форм, специфика обмена которых обеспечивает последовательное использование выделяемых в среду продуктов метаболизма, формирующее генеральный биогенный круговорот веществ.

Биосфера как сумма взаимодействующих живых организмов на Земле стабилизирует их численность, а если требуется, то и сократит ее до приемлемого для остальных уровней. Биологи знают многое о том, как биосфера «осаживает» чрезмерно размножившийся вид. Подобные воздействующие факторы делят на две группы. В первую группу объединяют первичные, или ультимативные, факторы среды. К ним относятся биологические (пища, конкуренты, паразиты, хищники, загрязнения) и небиологические (газовый состав атмосферы, осадки, климат и т. п.) факторы. Действие ультимативных факторов – прямое и беспощадное. Во вторую группу объединяют вторичные, или сигнальные, факторы, косвенно указывающие виду на избыточность его численности.

Если вид имеет генетические программы слежения за изменением сигнальных факторов, заранее сообщающих, например, о возросшей плотности особей или о снижении биологической емкости среды обитания, он имеет возможность заблаговременно, до удара ультимативными факторами, стабилизировать свою численность или начать ее сокращать. В то время как контроль первичными факторами неизбежен для любого вида, предупреждающим сигналом вторичных факторов могут воспользоваться только те виды, у которых естественный отбор выработал специальные механизмы реагирования на них. Эти механизмы проявляются на популяционном уровне, а на индивидуальном уровне они не действуют.

В своем главном труде В. И. Вернадский обосновал несколько идей, которые в той или иной мере связаны с живым веществом биосферы.

1. Глобальные изменения Земли – это геохимические и энергетические превращения, которые определяются энергетической активностью всех живых организмов – живого вещества. Биосфера – не просто пространство, в котором обитают живые организмы. Ее состояние, определяющееся деятельностью живых организмов, представляет собой результат их энергетических преобразований и химической активности в настоящем и прошлом.

2. В. И. Вернадский не только конкретизировал и очертил границы жизни в биосфере, но и всесторонне раскрыл роль живых организмов в

процессе планетарного масштаба. Образование биосферы обеспечивается совокупностью факторов: силой земного притяжения, силой космического излучения, количеством кислорода и углекислого газа (их соотношением), температурой, интенсивностью коротких ультрафиолетовых лучей.

3. В. И. Вернадский считал, что надо исследовать не только внутреннюю структуру живого вещества, его составные части, но и более крупные структуры: биосферу, взаимодействующие сферы Земли и земную кору – область былых биосфер, великую каменную летопись геологической истории, хранилище информации о прошлом Земли, об истории жизни.

4. В своих работах Вернадский не ограничился общим описанием биосферы и выяснением ее общих закономерностей. Он показал место биосферы в системе других геосфер планеты.

5. Вернадский связал учение о биосфере с деятельностью человека, не только геологической, но и вообще с многообразными проявлениями бытия личности и жизни человеческого общества.

Таким образом, В. И. Вернадским была обоснована роль живых организмов как основной функции биосферы. Он являлся сторонником теории, согласно которой примерно 3,5–4 млрд. лет тому назад, после остывания отдельных участков поверхности земли в местах их соприкосновения с пространством Вселенной, на фоне активных физико-химических процессов зародилась жизнь. Только водная среда, обладающая специфическими качествами: буферностью и пластичностью, – смогла стать колыбелью и плотью будущих организмов, сохранивших сквозь тысячелетия ее изначальные свойства.

Физико-химический, косный контакт Земли с Вселенной постепенно начинал преобразовываться в биокосный, на первом этапе не структурированный. Практически полное преобладание и единство водного пространства Земли и безусловное единство атмосферы способствовали быстрому распространению жизненных форм.

Момент, когда все три оболочки Земли оказались задействованы в жизненных процессах и приобрели организованность и структуру, стремящуюся сохранить и развить живое, можно считать моментом образования особой геологической оболочки – биосферы, обеспечивающей активный информационно-энергетический контакт планеты с иными структурами Вселенной. В последующие геологические периоды шли процессы планетарной организации жизни – дифференциация, структурирование и стабилизация основных компонентов биосферы с постепенным расширением границ жизни и усилением роли живого.

В процессе эволюции биосферы определились следующие ее черты:

- наличие особой формы организации материи – живого вещества;
- устойчивое динамичное равновесие и упорядоченность (организованность) структуры;

- активное однонаправленное использование внешнего источника энергии – солнечного излучения;
- активное использование воды как основного субстрата и основного компонента живых организмов;
- негомогенное и недисперсное состояние веществ, находящихся в твердом, жидком и газообразном состоянии с наличием поверхности раздела между ними;
- биогенная миграция (круговорот) основных химических элементов;
- повсеместное распространение и задействование углерода;
- узкий диапазон колебаний основных физических параметров, обеспечивающий жизнедеятельность и сохранность белковых форм.

Биосферу, в соответствии с законом ее незаменимости, нельзя заменить ничем иным, так как она для всех существующих ныне видов на Земле единственная среда обитания.

Особое внимание В. И. Вернадский уделял разработке представлений о живом веществе. Живое вещество – продукт биосферы и ее главный компонент.

Жизнь на Земле – самый выдающийся процесс на ее поверхности, происходящий за счет живительной энергии Солнца и химических преобразований. Биосфера есть часть земного пространства, охваченного жизнью с ее активным химическим проявлением. В соответствии со своими требованиями к условиям внешней среды организмы расселяются в верхних горизонтах Земли: в нижней атмосфере, в гидросфере, в почвах, в глубинах литосферы, пропитанных природными водами, в нефтяных месторождениях.

Все живое вещество по своей массе занимает ничтожную долю по сравнению с любой из верхних оболочек земного шара. По современным вероятностным оценкам, общее количество массы живого вещества в современную эпоху составляет порядка 2420 млрд. т (табл. 2). Эту величину можно сравнить с массой оболочек Земли, в той или иной степени охваченных биосферой.

Таблица 2

Сравнение оболочек Земли

№ п/п	Оболочки Земли	Масса, т	Отношение к массе живого вещества
1	Живое вещество	$2,4 \cdot 10^{12}$	1
2	Атмосфера	$5,15 \cdot 10^{15}$	2 146
3	Гидросфера	$1,5 \cdot 10^{18}$	602 500
4	Земная кора	$2,8 \cdot 10^{19}$	1 670 000

Таким образом, все живое вещество нашей планеты составляет примерно $1/10000000$ часть массы земной коры. Однако в качественном отношении живое вещество представляет собой наиболее высокоорганизованную часть материи Земли. Оценка примерного химического состава живого вещества была проведена А. П. Виноградовым. Средний элементарный состав живого вещества отличается от состава земной коры высоким содержанием углерода. По содержанию других элементов организмы не повторяют состава среды своего обитания. Они избирательно поглощают элементы, необходимые для построения своих тканей. В процессе жизнедеятельности организмы используют наиболее доступные атомы, способные к образованию устойчивых химических связей. Атомы углерода имеют способность создавать длинные цепи соединений с другими атомами, что приводит к построению бесчисленных полимеров и других сложных органических высокомолекулярных соединений.

При великом разнообразии размеров, морфологии и физиологии живых организмов общим для всех условием существования является обмен веществ со средой обитания. В силу того, что организмы поглощают химические элементы селективно, в соответствии с физиологическими потребностями, в окружающей среде происходит биогенная дифференциация элементов. Не менее существенное значение имеет геохимия метаболизма. Газообразные метаболиты, поступая в газовую оболочку, постепенно изменяют ее состав. Жидкие метаболиты и продукты отмирания влияют на кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия природных вод, которые закономерно преобразуют верхнюю часть литосферы, извлекают из нее определенные химические элементы, вовлекают их в водную миграцию и в конечном итоге способствуют формированию химического состава Мирового океана и осадочных горных пород.

Индивидуальный организм смертен, но жизнь в форме продолжающихся поколений бесконечна. Учение о живом веществе – одна из точек соприкосновения естествознания и философии. В феномене живого вещества много неясного и загадочного. Образование живого только из живого не получило пока научного объяснения, что дает основание рассматривать жизнь не только как земное, но и как космическое явление.

Академик В. И. Вернадский определяет несколько свойств живых организмов.

1. Живые организмы характеризуются клеточным строением. Каждая клетка представляет сложную природную систему, которая обладает относительной самостоятельностью.

2. Живые организмы являются аккумуляторами и трансформаторами солнечной энергии – создают запасы солнечной энергии в биосфере.

3. Живые организмы содержат вещества, которые не встречаются в минеральном царстве. Протоплазма состоит из комплекса углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот и воды, не встречающихся в минералах.

4. Разнообразие живых организмов, выражаемое в существовании многочисленных их видов, определяется сочетанием относительно небольшого числа биологических молекул и биохимических реакций. Одни и те же атомные структуры существуют во всех организмах, но в разных комбинациях.

5. Биохимические процессы в клетках живых организмов происходят с участием органических катализаторов – ферментов и протекают с большой скоростью, что конкретно выражается в скорости роста и размножения организмов и в конце концов их геохимической деятельности.

6. В организмах происходят сложные превращения энергии в условиях относительно постоянных температур. Преобразование энергии в живых организмах включает процессы ее накопления в форме высокоэнергетических соединений. Любой организм с термодинамической точки зрения является открытой системой и подчиняется законам физики и химии. Получаемая извне энергия компенсируется внутренними расходами. Элементарные акты превращения энергии совершаются на молекулярном уровне.

7. Живые организмы способны к размножению. Скорость их размножения резко различна и зависит от массы. Мелкие организмы размножаются быстрее крупных. Проявляется общая закономерность – скорость размножения организмов обратно пропорциональна их размерам (массе).

8. Живые организмы способны к изменчивости, при этом основной причиной возникновения новых признаков являются мутации. Наиболее действенной причиной мутаций являются излучения радиоактивных веществ и рентгеновские лучи.

9. Организмы имеют способность приспосабливаться к условиям внешней среды путем естественного отбора. Этот процесс совершается на уровне популяций и содействует формированию новых видов.

10. К важнейшим свойствам живых организмов относится способность к концентрационной функции.

11. Живое вещество контролирует все основные химические превращения в биосфере. Оно в основном состоит из элементов, образующих газообразные и растворимые соединения. Масса живых организмов формируется 14 элементами (99,9 %), которые преобладают и в земной коре, составляя 98,9 %, хотя и в других соотношениях. Таким образом, жизнь – это химическое производное земной коры.

Академик В. И. Вернадский подчеркивал, что живое вещество – самая активная форма материи во Вселенной. Оно производит гигантскую геохимическую работу в биосфере, полностью преобразовав верхние оболочки Земли за время своего существования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель семинара – исследовать основные свойства живого вещества в биосфере и его структурно-преобразующую функцию.

Задания и вопросы для изучения и обсуждения.

1. Изучите закон сохранения (бережливости) К. Бэра. Раскройте его смысл. Приведите примеры.
2. Дайте сравнительную характеристику живой и неживой материи.
3. Какое значение имеет живое вещество для биосферы?
4. В чем заключаются свойства живого вещества?
5. Верно ли утверждение, что живое вещество устойчиво только в живых системах и что оно стремится заполнить собой все возможное пространство? Приведите доказательства.
6. Ответьте на вопрос, почему в природе не наблюдается явление, которое описал Р. Дажо: «Бактерия *Bacillus cola* делится каждые 20 мин. При таком ритме размножения достаточно 36 часов, чтобы этот одноклеточный организм покрыл весь земной шар сплошным слоем... Рост числа особей при отсутствии каких-либо тормозящих причин шел бы в геометрической прогрессии. Это и есть та способность к размножению, которая соответствует понятию биотического потенциала, установленному Чепменом».
7. Исходя из законов экологии и того факта, что на Земле ежедневно погибает один вид, определите возможное время гибели биосферы. Приведите расчеты и теоретические выкладки.
8. Сделайте выводы по рассмотренным вопросам семинара.

Список рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям

1. Баландин Р. К. Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие. М.: Знание, 1988. – 208 с.
2. Будыко М. И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. – 328 с.
3. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.
4. Вернадский В. И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. – 358 с.
5. Дольник В. Р. Непослушное дитя биосферы. М.: Педагогика-Пресс, 1994. – 207 с.
6. Комов С. В. Введение в экологию: десять общедоступных лекций. Екатеринбург: Урал-ЭкоЦентр, 2001. – 224 с.
7. Радкевич В. А. Экология. М.: Высшая школа, 1997. – 159 с.
8. Реймерс Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: словарь-справочник. М.: Просвещение, 1992. – 320 с.

Семинар № 4

Возникновение и эволюция биосферы.

Место антропогенеза в эволюционной истории биосферы

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Эволюцию биосферы изучает раздел экологии, который называется эволюционной экологией. В изучении эволюции одним из важнейших направлений является изучение форм жизни от клетки без ядра до сложного многоклеточного организма.

В свое время Л. Пастер выделил фактор накопления кислорода в атмосфере как решающий для эволюции биосферы. Геологическая эволюция создавала, несомненно, определенные условия для биологической эволюции.

Доказано, что водород в свободном состоянии является основным, базовым элементом Вселенной. Согласно этим представлениям, Солнце на 98 % состоит из водорода, а Земля образовалась из солнечного вещества. Содержание водорода на этапе формирования Земли должно было быть очень высоким, он должен рассматриваться как один из базовых элементов химической эволюции Земли.

Другие элементы химической эволюции Земли – С, О, N₂ не могли образоваться в результате последующих реакций термоядерных превращений водорода в центральной зоне формирующейся Земли. По мере накопления вторичных элементов, согласно законам термодинамики, на поверхности железосодержащих включений индуцировались реакции химического взаимодействия первичного вещества – водорода с его производными С, О.

Современная биосфера, согласно учению о биосфере В. И. Вернадского, возникла не сразу, а в результате длительной эволюции, в процессе постоянного взаимодействия абиотических и биотических факторов. Древнейшая биосфера возникла в гидросфере, существовала в ее пределах и носила гетеротрофный характер. Экспансия и «давление» отбора, обусловленные еще и скудностью пищи, в конечном итоге привели к возникновению фотосинтеза (около 3,5 млрд. лет назад). Осуществление созидательной и преобразующей роли живого вещества стало возможным с появлением в биосфере фотосинтезирующих автотрофов – цианобактерий и сине-зеленых водорослей (прокариотов), а затем и настоящих водорослей. Произошел переход восстановительной атмосферы в кислородную, что способствовало развитию эукариотических организмов и появлению многоклеточных (около 1,4 млрд. лет назад).

Деятельность этих организмов привела к накоплению в биосфере свободного кислорода в современном количестве. Примерно 600 млн. лет назад содержание кислорода в атмосфере достигло 0,6 %, а затем произошел новый эволюционный взрыв – появление новых форм жизни: губки, кораллы, черви, моллюски. К середине палеозоя содержание кислорода

впервые стало близко к современному, и к этому времени жизнь не только заполнила все моря, но и вышла на сушу. Растительный покров, достаточное количество кислорода и питательных веществ в дальнейшем привели к возникновению таких крупных животных, как динозавры, млекопитающие, и, наконец, человека.

Существует гипотеза распространения цианобактерий в солнечной системе, которую, по-видимому, только дальнейшие исследования марсианских пород смогут подтвердить или опровергнуть. Но, несмотря на обилие автотрофов, в конце палеозоя, примерно 300 млн. лет назад, произошло падение содержания кислорода в атмосфере до 5 % от современного уровня и повышение содержания углекислого газа. Это привело к изменению климата, снижению интенсивности процессов размножения и как следствие к бурному накоплению массы отмерших органических веществ, что создало запасы ископаемого топлива (каменный уголь, нефть). Затем содержание кислорода стало снова повышаться, и с середины мелового периода, примерно 100 млн. лет назад, отношение кислорода к углекислому газу стало близким к современному состоянию, хотя испытывало колебания в определенных пределах.

По мнению Ю. Одума (1975), «с экологической точки зрения эволюцию биосферы, по-видимому, можно сравнивать с гетеротрофной сукцессией, за которой последовал автотрофный режим». Но до сих пор, несмотря на четыре миллиарда лет эволюции, таксономический состав систем еще не стабилизировался. Биоразнообразие экосферы продолжает совершенствоваться за счет большого резерва в эволюции сообществ. На этом уровне ведущая роль принадлежит сопряженной эволюции и групповому отбору.

В сжатом виде идеи В. И. Вернадского об эволюции биосферы могут быть сформулированы следующим образом.

Вначале сформировалась литосфера – предвестник окружающей среды, а затем, после появления жизни на суше, – биосфера.

В течение всей геологической истории Земли никогда не наблюдались азойные геологические эпохи. Следовательно, современное живое вещество генетически связано с живым веществом прошлых геологических эпох.

Живые организмы – главный фактор миграции химических элементов в земной коре, «по крайней мере, 90 % по весу массы ее вещества в своих существенных чертах обусловлено жизнью» (Вернадский, 1934).

Грандиозный геологический эффект деятельности организмов обусловлен тем, что их количество бесконечно велико, и действуют они в течение бесконечно большого промежутка времени.

Основными движущими силами развития процессов в биосфере является биохимическая энергия живого вещества.

Главными датами развития животного мира являются их выход на

сушу, последующее заселение материков (к началу третичного периода) и, наконец, появление человека.

Какое общее представление о времени существования предков человека и их предполагаемых родственных связях существует в наши дни? Палеонтологическая летопись гоминид крайне неполна. Она становится более–менее полной лишь с того момента, как наши предки стали хоронить своих мертвецов, а до этого додумались лишь неандертальцы. В последние годы открытия новых родов и видов гоминид участились.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель семинара – изучить и проанализировать наиболее популярные, вероятные, и самые неожиданные теории возникновения биосферы и ее динамику в процессе эволюции.

Вопросы для изучения и повторения.

1. Энергетическая и атомная связь биосферы с космосом.
2. Этапы эволюции биосферы.
3. Варианты происхождения жизни на Земле в теориях и гипотезах.
4. Биологическая эволюция биосферы и ее необратимость.
5. Эволюция природы и экологическая проблема.
6. Антропогенез, его роль в эволюции биосферы, прогнозы дальнейшей эволюции.
7. Какие существуют теории происхождения человека? Какой теории вы придерживаетесь?

Задания.

1. Проанализируйте существующие теории происхождения жизни на Земле. Заполните таблицу 3. Сделайте выводы.

Таблица 3

Теории происхождения жизни на Земле

Теория происхождения (название)	Автор. Годы возникновения теории	Сущность теории	Современное понятие данной теории

2. Проанализируйте этапы выделения человекообразных существ из животного мира. Заполните таблицу 4.

Сделайте соответствующие выводы.

**Этапы выделения человекообразных существ
из животного мира (антропогенез)**

Временной промежуток	Этап	Морфо-физиологические изменения	Социальная динамика на этапе

3. Сделайте выводы по проблемам семинара.

Список рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям

1. Алексеенко В. А. Биосфера и жизнедеятельность. М.: Логос, 2002. – 232 с.
2. Белозерский Г. Н. Введение в глобальную экологию: учебник. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. – 462 с.
3. Будыко М. И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. – 328 с.
4. Войткевич Г. В. Основы учения о биосфере: учеб. пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 480 с.
5. Горелов А. А. Экология: учебник. М.: Академия, 2009. – 400 с.
6. Дубнищева Т. Я. Концепции современного естествознания: основной курс в вопросах и ответах. Новосибирск: Изд-во Сибир. университета, 2003. – 608 с.
7. Жмур С. И. Следы древней жизни в космических телах солнечной системы // Природа, 1997. – № 8. – С. 3–10.
8. Ионе К. Г. О роли водорода в техногенной эволюции Земли. Является ли Земля каталитическим реактором? Новосибирск: НИЦ «Цео-сит», 2003. – 68 с.
9. Комов С. В. Введение в экологию: десять общедоступных лекций. Екатеринбург: Урал-ЭкоЦентр, 2001. – 224 с.
10. Кондратьев К. Я. Глобальный климат. СПб.: Наука, 1992. – 356 с.
11. Маракушев А. А. Происхождение Земли и природа ее экзогенной активности. М.: Наука, 1999. – 252 с.
12. Николаев Г. Есть ли жизнь на Марсе? Да, была // Наука и жизнь, 1996. – № 11. – С. 22–26.

Семинар № 5

Освоение космоса и проблемы экологии

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Околосемное космическое пространство представляет собой единую среду, которая является внешней оболочкой Земли и защищает ее от всех

видов губительной радиации. Кроме того, оно служит важным звеном в цепи солнечно-земных связей, которое определяет климатические условия на Земле. Солнечно-земные связи изучены пока недостаточно, но стоит отметить, что пренебрежение столь важным звеном очень опасно и чревато тяжелыми последствиями.

Нижняя граница околоземного космического пространства (ОКП) находится на высоте 15–20 км над Землей, т.е. ниже максимума плотности озонового слоя, а верхняя граница простирается на десятки и сотни земных радиусов. В настоящее время мы достигли такого уровня антропогенного воздействия на ближний космос, какого не испытывает ни одна другая среда. Это объясняется тем, что мы имеем дело с гораздо более слабой средой, где содержание вещества и энергетика процессов, формирующих среду, на много порядков меньше, чем в приземной атмосфере, не говоря уже о литосфере и гидросфере. К тому же освоение этой среды ведется самыми мощными современными средствами, какими являются космические ракеты.

Одна ракета типа «Протон» или «Шаттл» выбрасывает столько же водорода, сколько его содержится в верхней атмосфере, и облако водорода грибовидной формы простирается на десятки тысяч километров. В верхней атмосфере нет никаких локальных образований, которые могли бы удерживать выброшенный газ. Результаты многих исследований показывают, что происходит изменение ионосферы, образуются гигантские дрейфующие ионосферные дыры, концентрация заряженных частиц во много раз падает, происходят негативные процессы, связанные с изменением озонового экрана, и т. д.

Кроме водорода ракеты выбрасывают облако углекислого газа CO_2 . Избыток углекислого газа изменяет основные параметры среды – температуру и плотность, причем в очень больших пределах.

Естественное радиоизлучение в окрестности Земли складывается из различных источников: атмосферных электрических помех, теплового радиоизлучения Земли, космического радиоизлучения, радиоизлучения Солнца и планет. Можно сказать, что цивилизация «шумит» во всех диапазонах радиоспектра – от очень низкочастотного (менее 30 кГц) до сверхвысокочастотного (более 3 ГГц), заметно изменяя естественную электромагнитную обстановку около Земли. Источниками искусственных радиоизлучений, хотя и малой интенсивности, являются также спутники и другие космические аппараты, вращающиеся вокруг Земли. Таким образом, мы имеем дело со своеобразным «электромагнитным загрязнением среды», в данном случае радиоэфира. При больших плотностях радиоизлучений (когда напряженность полей искусственной радиоволны сопоставима или превышает напряженность естественных полей в ионосферной плазме) над отдельными радиостанциями, особенно в коротковолновом диапазоне, наблюдаются заметные воздействия искусственных радиоизлучений на параметры околоземной плазмы.

Существует и проблема космического мусора, т.е. загрязнение ОКП твердыми фрагментами космической техники. В настоящее время эта масса достигла 3 тыс. т, а их количество с учетом маленьких частиц исчисляется миллиардами. Масса мусора, содержащегося в 1000-километровом слое верхней атмосферы, уже сравнима с массой самой атмосферы. В результате вероятность аварий космической техники на несколько порядков превышает вероятность аварий любой другой техники при обычных условиях ее эксплуатации. Известно, что крупные объекты сгорают не полностью. Их фрагменты достигают поверхности земли и могут нанести как прямой экологический ущерб (например, пожар при падении в лес), так и косвенный (через поражение потенциально опасных техногенных объектов – химических предприятий, хранилищ топлива, крупных населенных пунктов и т. д.).

Обострение экологической ситуации на нашей планете в значительной степени связано с ограниченностью пространства Земли. Развитие ракетно-космической техники позволяет проникнуть в околоземное космическое пространство для получения качественно новой информации о природной среде.

Взаимодействие человека и природы долгое время происходило в пределах Земли. Появление космонавтики ознаменовало начало активного познания и преобразования внеземной природы. Социальная экология поэтому не может ориентироваться исключительно на земные проблемы, она должна учитывать особенности освоения космоса, его влияния на космическую природу и биосферу Земли.

Освоение космоса – это поворот во взаимоотношениях общества и природы. Существующие в земной природе принципиальные ограничения на деятельность общества оказываются возможным преодолеть путем выхода за пределы планеты.

Главная задача космонавтики на сегодня – освоение ближнего космоса для научных и производственных целей. Вместе с тем исключительное значение имеет определение возможных последствий освоения биосферы Земли.

Для обеспечения безопасности биосферы необходимо решить проблему открытости, обеспечения доступа информации о космической деятельности и космических проектах, и в первую очередь через средства массовой информации. Околоземное космическое пространство должно быть внесено в реестр охраняемых сред, указанных в Законе РФ «Об охране окружающей природной среды», с применением всех положений этого закона. Далее необходима экологическая экспертиза космических проектов, космической техники – это инструмент, который мог бы остановить космический беспредел.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель семинара – определить роль развития и освоения научных данных о ближнем и дальнем космосе для современной цивилизации и для биосферы в целом; рассмотреть пути и механизмы безопасного освоения космоса.

Задания и вопросы для изучения.

1. Рассмотрите проблемы и перспективы освоения космоса.
2. В чем сущность энергетической проблемы в мире? Спутниковые, солнечные электростанции.
3. Изучение Земли из космоса. Черные дыры.
4. Какое воздействие оказывает использование ракетной и космической техники на биосферу?
5. Какие существуют пути безопасного освоения космоса? Дайте им характеристику.
6. Рассмотрите следующие аспекты проблемы загрязнения околоземного космического пространства:
 - «космическая угроза»;
 - характеристика видов воздействия человека на ОКП;
 - меры по понижению техногенного воздействия на ОКП;
 - мониторинг околоземного космического пространства.
7. Сделайте выводы по рассмотренным проблемам.

Темы докладов

1. Летопись освоения космоса.
2. Задачи и цели освоения космоса.
3. Проблемы космической эры.
4. Антропогенное воздействие на ближний космос.

Список рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям

1. Власов М. Н. Антропогенное воздействие на ближний космос // Природа, № 11. 1998. – С.14–19.
2. Власов М. Н., Кричевский С. В. Экологическая опасность космической деятельности. М.: Наука, 1999. – 238 с.
3. Войткевич Г. В. Основы учения о биосфере: учеб. пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 480 с.
4. Горелов А. А. Концепции современного естествознания: учеб. пособие. М.: Владос, 1999. – 511 с.
5. Никаноров А. М., Хоружая Г. А. Глобальная экология: учеб. пособие. М.: ЗАО «Книга сервис», 2003. – 288 с.

Семинар № 6
Круговорот веществ в природе.
Круговорот азота, фосфора и серы в биосфере

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Устойчивость биосферы создают круговороты веществ и потоки космической энергии. Они происходят при участии живого вещества доядерных организмов – прокариот, которые помогают как образованию биомассы, так и ее разложению и минерализации. Растения являются создателями органических веществ, выполняют космическую роль в биосфере, а грибы, являясь биотрофами и сапрофитами, замыкают круговорот, подготавливая питание для автотрофов.

Движение и преобразование веществ в биосфере осуществляются при непосредственном участии живого вещества, которое в настоящее время населяет биосферу и действует на Земле в течение всей геологической истории.

Животные относятся к активно перемещающимся гетеротрофам, которые выполняют в биосфере важнейшую роль, одновременно способствуя переработке и перераспределению органического вещества, регуляции численности, переносу репродуктивного вещества и самоочищению биосферы. Простейшие, обитающие преимущественно в водной среде, способствуют перераспределению вещества в водных экосистемах, участвуя в образовании осадочных горных пород.

Многочлеточные животные – единственные живые организмы биосферы, перемещающие вещества в горизонтальном направлении, в отличие от растений, перемещающих вещества в вертикальном направлении. Многочлеточные животные переносят также «чужое» репродуктивное живое вещество – пыльцу, споры, семена высших растений и тем самым содействуют их плодonoшению и дальнейшему расселению. Кроме того, многоклеточные животные, являясь некротрофами, выполняют в биосфере роль регулятора, в морских экосистемах регулируют биомассу первичной продукции. В водных системах наиболее заметно влияние животных фильтраторов, в почвах и донных осадках водоемов – детритоядных животных.

Фосфор и сера не менее важны, чем углерод, азот и кислород, для ряда белковых молекул и также относятся к важнейшим биогенным элементам. В круговороте веществ сера и фосфор проходят типичный осадочный биогеохимический цикл.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель семинара – изучить круговороты азота и фосфора в биосфере, определить их глобальное значение для жизни на планете, рассмотреть возможные уровни безопасного внедрения человека в данные круговороты.

Задания и вопросы для повторения и изучения.

1. Дайте оценку педосфере как глобальному биогеохимическому фильтру газов, выделяемых в атмосферу.
2. Дайте характеристику основным звеньям глобального цикла азота.
3. Рассмотрите деформацию биогеохимических циклов массообмена под воздействием сельскохозяйственного производства на примере азота и фосфора.
4. Вынос и накопление нитратов – это действительно проблема или всего лишь вымысел?
5. Рассмотрите механизм эвтрофикации. Дайте характеристику нынешнему состоянию водоемов России и других государств по отношению к явлению эвтрофикации. Существуют ли какие-либо закономерности?
6. Рассмотрите круговорот фосфора. Определите звенья в его цепи, являющиеся наиболее чувствительными при антропогенной нагрузке.
7. Приведите доказательства того, что фосфор может быть лимитирующим фактором для развития системы.
8. Сделайте выводы по проблемам семинара.

Темы докладов и сообщений

1. Самоочищение в гидросфере.
2. Проблемы нитратного загрязнения продуктов питания.
3. Биоразнообразие и жизнедеятельность микроорганизмов – азотфиксаторов.

Список рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям

1. Алексеенко В. А. Биосфера и жизнедеятельность. М.: Логос, 2002. – 232 с.
2. Эннос А. Р., Бейли С. Э. Биология окружающей среды. М.: Колос, 1997. – 183 с.
3. Войткевич Г. В. Основы учения о биосфере: учеб. пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 480 с.
4. Гейвандов Э. А. Экология: словарь-справочник. М.: Культура и традиции, Т. 2. 2002. – 412 с.
5. Добровольский В. В. Основы биогеохимии: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1998. – 412 с.
6. Дубнищева Т. Я. Концепции современного естествознания: основной курс в вопросах и ответах. Новосибирск: Изд-во Сибир. университета, 2003. – 608 с.
7. Инженерная экология: учебник / Под ред. В. Т. Медведева. М.: Гардарики, 2002. – 687 с.
8. Никаноров А. М., Хоружая Г. А. Глобальная экология: учеб. пособие. М.: ЗАО «Книга сервис», 2003. – 288 с.

Семинар № 7

Биогеохимические процессы в биосфере

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель семинара – исследовать биогеохимические процессы на уровне теории и практического опыта, определить глубину их изученности и динамическую перспективу биогеохимических нарушений для живого вещества.

Вопросы и задания для повторения и изучения.

1. Почему энергия течет в одном направлении, а вещество «вращается» на месте?
2. Дайте определение понятия «биогеохимия». Каковы его исторические корни?
3. В чем практическое значение и как применяются биогеохимические знания?
4. Каковы типы биогеохимических процессов в биосфере и их значение?
5. В чем заключается деформация природных биогеохимических циклов хозяйственной деятельностью человека, производимая через землепользование, индустриализацию, урбанизацию и пр.?
6. Что является проблемой биогеохимии городских и индустриальных агломераций и каково будущее человечества?
7. Выслушав доклад № 3, заполните таблицу 5, сделайте соответствующие выводы.
8. Сделайте выводы по темам семинара.

Темы для докладов и сообщений

1. Циркуляция вещества и энергии в природе.
2. Место лесов в биосфере, их планетарное значение.
3. Явления реакции природы в ответ на непродуманную хозяйственную деятельность человека в биосфере («экологический бумеранг»).

Таблица 5

Экологические проблемы в биосфере

«Экологический бумеранг»	Смысловое понятие	Причины возникновения	Следствие	Меры по ликвидации эффекта
Парниковый эффект				
Кислотные дожди				
Истощение озонового слоя				
Антропогенное воздействие на ОКП				
Эвтрофикация				
Уничтожение и деградация лесов				

Список рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям

1. Алексеенко В. А. Биосфера и жизнедеятельность. М.: Логос, 2002. – 232 с.
2. Гальперин М. В. Экологические основы природопользования. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2002. – 256 с.
3. Денисов В. В. и др. Экология: учеб. пособие. Ростов-на-Дону: Издательский центр «Март», 2002. – 672 с.
4. Добровольский В. В. Основы биогеохимии: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1998. – 412 с.
5. Дубнищева Т. Я. Концепции современного естествознания: основной курс в вопросах и ответах. Новосибирск: Изд-во Сибир. университета, 2003. – 608 с.
6. Инженерная экология: учебник / Под ред. В. Т. Медведева. М.: Гардарики, 2002. – 687 с.
7. Никаноров А. М., Хоружая Г. А. Глобальная экология: учеб. пособие. М.: ЗАО «Книга сервис», 2003. – 288 с.
8. Юсфин Ю. С. Промышленность и окружающая среда: учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 469 с.

Семинар № 8

Структура и организованность биосферы

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Академик В. И. Вернадский писал: «Организованность резко отличается от механизма тем, что она находится непрерывно в становлении, в движении всех ее самых мельчайших материальных и энергетических частиц. В ходе времени – в обобщениях механики и в упрощенной модели – мы можем выразить организованность так, что никогда ни одна из ее точек не возвращается закономерно, не попадает в то же место, в ту же точку биосферы, в какой когда-нибудь была раньше. Она может в нее вернуться лишь в порядке математической случайности, очень малой вероятности». В биосфере динамическое равновесие неустойчивое. Другими словами, биосфера не только «работает и изнашивается», но и развивается в процессе работы, самосовершенствуется, все более полно, активно и в большем масштабе накапливает, трансформирует энергию, усложняет свою организацию, обогащается информацией.

Организованность биосферы – явление многоплановое. В самом крупном плане биосфера представляет собой единство живых и минеральных элементов, вовлеченных в сферу жизни. Существенная составная часть единства – биотический круговорот, основанный на взаимодействии организмов, создающих и разрушающих органическое вещество. При более детальном рассмотрении нетрудно обнаружить гетерогенность биотического круговорота, его более древнюю часть, составленную из однокле-

точных синтетиков и деструкторов, и относительно позднюю надстройку из многоклеточных организмов. Еще более внимательный анализ показывает, что биосфера распределена по поверхности Земли неравномерно. В различных природных условиях она сформирована в виде относительно самостоятельных природных комплексов, получивших название экосистем, или биогеоценозов.

Понятие «биогеоценоз» введено в науку советским ботаником академиком В. Н. Сукачёвым и означает сообщество организмов разных видов, обитающее в определенных природных условиях. Каждый биогеоценоз, или экосистема, представляет собой своеобразную модель биосферы в миниатюре. Он, как правило, включает фотосинтетиков — хлорофиллоносные растения, создающие органическое вещество, гетеротрофов, живущих на созданной автотрофами органике, деструкторов, разрушающих органическое вещество тел растений и животных до минеральных элементов, а также субстрат с каким-то запасом минеральных элементов. В зависимости от особенностей субстрата, климата, исторических факторов формирования жизни биогеоценозы могут весьма существенно различаться. Известный американский эколог Ю. Одум (1968), говоря об основных экосистемах мира, называет следующие: моря, эстуарии и морские побережья, ручьи и реки, озера и пруды, пресноводные болота, пустыни, тундры, травянистые ландшафты, леса. Каждая из перечисленных Ю. Одумом крупных экосистем, характеризующаяся некоторыми специфическими особенностями, в свою очередь распадается на экосистемы, или биогеоценозы, различных лесов — хвойных, лиственных, тропических, каждый из которых отличается своими особыми чертами и прежде всего характерным круговоротом вещества. Точно также экосистема моря включает в свой состав биогеоценозы коралловых островов, весьма богатых жизнью.

Один из основателей экологии как самостоятельной науки известный английский ученый Ч. Элтон (1960) обращает внимание на то, что разные биогеоценозы насыщены жизнью в разной степени. Как правило, бедны разнообразием видов биогеоценозы Крайнего Севера, пустынь, особенно богаты видами биогеоценозы дождевых тропических лесов. Величина первичной продукции органического вещества в биогеоценозах, наиболее богатых жизнью, превосходит продукцию биогеоценозов глубин океана более чем в 50 раз.

Живая часть биогеоценоза — биоценоз складывается из популяций организмов, принадлежащих к разным видам. В распределении видов в составе биоценоза обнаруживаются интересные закономерности. Чем меньше вес организма, тем больше численность его особей. Изучение частоты встречаемости представителей разных видов позволяет обнаружить другую более важную закономерность: наибольшим распространением отличается сравнительно небольшое число видов. Так, например, по данным Э. Райса (1952), изучившего видовую структуру растительности высоко-

травной Оклахомы, 84 % травостоя было занято 9 видами, в то время как на долю остальных 20 видов приходилось 16 %. В состав биоценозов входят, с одной стороны, высокоспециализированные виды, способные существовать только в условиях данного биоценоза, с другой, – виды с более широким спектром потребностей. При существенных изменениях среды обитания первыми вымирают специализированные виды. Во многих биоценозах наряду с видами, встречающимися в данном сообществе постоянно, имеются виды, входящие в состав либо на какой-то стадии развития, либо в течение ограниченного сезона. К первым принадлежат многие водные насекомые, живущие в водоеме на личиночной стадии и покидающие это местообитание во взрослом состоянии, например, комары. Большую роль играют отношения типа паразит – хозяин. В последнее время открыта принципиально новая форма связей – передача наследственных особенностей от одних видов к другим с помощью бактериофагов и вирусов. Такая форма связи, по-видимому, широко распространена среди бактерий. Какую она играет роль во взаимодействии между другими членами биоценоза, пока еще недостаточно ясно. Анализ структуры биосферы не заканчивается на биогеоценозах. Они в свою очередь состоят из популяций разнообразных видов, т.е. из качественно своеобразных форм организации живой материи, каждая из которых ведет свое начало от общего предка. Биосфера является определенной природной системой, а ее существование в первую очередь выражается в круговороте энергии и веществ при участии живых организмов.

Очень важным для понимания биосферы было установление немецким физиологом В. Преффером (1845–1920) трех способов питания живых организмов: 1) автотрофное – построение организма за счет использования веществ неорганической природы, 2) гетеротрофное – строение организма за счет использования низкомолекулярных органических соединений, 3) миксотрофное – смешанный тип построения организма (автотрофно-гетеротрофный). Биосфера (в современном понимании) – своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами. Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы.

Атмосфера – наиболее легкая оболочка Земли, которая граничит с космическим пространством; через атмосферу осуществляется обмен веществ и энергии с космосом. Атмосфера имеет несколько слоев: тропосфера – нижний слой, примыкающий к поверхности Земли (высота 9–17 км), в нем сосредоточено около 80 % газового состава атмосферы и весь водяной пар; стратосфера; ноосфера – там «живое вещество» отсутствует. Преобладающие элементы химического состава атмосферы: N₂ (78 %), O₂ (21 %), CO₂ (0,03 %).

Гидросфера – водная оболочка Земли. Вследствие высокой подвижности вода проникает повсеместно в различные природные образования; даже наиболее чистые атмосферные воды содержат от 10 до 50 мг/л растворимых веществ. Преобладающие элементы химического состава гидросферы: Na⁺, Mg⁺, Ca⁺, Cl⁻, S, C. Концентрация того или иного элемента в воде еще ничего не говорит о том, насколько он важен для растительных и животных организмов, обитающих в ней. В этом отношении ведущая роль принадлежит N, P, Si, которые усваиваются живыми организмами. Главной особенностью океанической воды является то, что основные ионы характеризуются постоянным соотношением во всем объеме Мирового океана.

Литосфера – внешняя твердая оболочка Земли, состоящая из осадочных и магматических пород. В настоящее время земной корой принято считать верхний слой твердого тела планеты, расположенный выше сейсмической границы Мохоровичича. Поверхностный слой литосферы, в котором осуществляется взаимодействие живой материи с минеральной (неорганической), представляет собой почву. Остатки организмов после разложения переходят в гумус (плодородную часть почвы). Составными частями почвы являются минералы, органические вещества, живые организмы, вода, газы.

Преобладающие элементы химического состава литосферы: O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K. Ведущую роль выполняет кислород, на долю которого приходится половина массы земной коры и 92 % ее объема, однако кислород прочно связан с другими элементами в главных породообразующих минералах. То есть в количественном отношении земная кора — это «царство» кислорода, химически связанного в ходе геологического развития земной коры.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель семинара – обобщить и систематизировать знания о структуре и организованности биосферы.

Вопросы и задания для изучения, повторения и обсуждения.

1. Одновременное антропогенное воздействие на все уровни экосистем.
2. Биосфера – закономерная часть космической организованности.
3. Потоки энергии и вещества в биосфере с участием живых организмов.
4. Пространственная и временная организация биосферы. Явления симметрии в жизненных процессах.
5. Суточная, сезонная и годовая динамика биосферы.
6. Сделайте выводы по рассмотренным проблемам семинара.

Темы докладов и сообщений

1. Фотосинтез – процесс аккумуляции солнечной энергии.

2. Трансформация солнечной энергии, характеристика видов трансформированной энергии.
3. Энергетика процессов брожения и дыхания.
4. Производство энергии человеком как процесс в биосфере, основные источники энергии, эффективность использования энергии.

Список рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям

1. Алексеенко В. А. Биосфера и жизнедеятельность. М.: Логос, 2002. – 232 с.
2. Белозерский Г. Н. Введение в глобальную экологию: учебник. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. – 462 с.
3. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.
4. Войткевич Г. В. Основы учения о биосфере: учеб. пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 480 с.
5. Гальперин М. В. Экологические основы природопользования. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2002. – 256 с.
6. Никаноров А. М., Хоружая Г. А. Глобальная экология: учеб. пособие. М.: ЗАО «Книга сервис», 2003. – 288 с.
7. Юсфин Ю. С. Промышленность и окружающая среда: учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 469 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Семинар № 1. Предпосылки возникновения учения о биосфере.....	3
Семинар № 2. Учение В. И. Вернадского о биосфере.....	6
Семинар № 3. Живое вещество биосферы.....	8
Семинар № 4. Возникновение и эволюция биосферы. Место антропогенеза в эволюционной истории биосферы.....	15
Семинар № 5. Освоение космоса и проблемы экологии.....	18
Семинар № 6. круговорот веществ в природе. круговорот азота, фосфора и серы в биосфере.....	22
Семинар № 7. Биогеохимические процессы в биосфере.....	24
Семинар № 8. Структура и организованность биосферы.....	25



Е. А. Тишкина

УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

Часть 1

Екатеринбург
2022