Лекция 1

Тема лекции №1: Введение

Цель лекции: введение в курс дисциплины Водная экология и гидробиология, а также ознакомление с основными направлениями и методами используемыми при гидробиологии для изучения элементов водной среды.

* Рассматриваемые вопросы:
* Предмет и задачи курса
* Водная экология и гидробиология в системе естественных наук
* Предмет, цель, задачи, основные методы водной экологии и гидробиологии.
* Основные направления водной экологии и гидробиологии
* История развития водной экологии и гидробиологии

1.Предмет и задачи курса

Цель настоящего курса – изучение экологических процессов в водной среде, т. е. процессов взаимодействия гидробионтов , их популяций и сообществ между собой и с абиотическими компонентами водных экосистем и управление ими с целью оптимизации управления водными ресурсами.

Задачей изучения курса является изучение экологических процессов в гидросфере в интересах ее освоения и оптимизации взаимодействия человеческого общества с водными экосистемами.

В результате изучения курса студент должен:

• знать пути повышения биологической продуктивности водоемов для получения из них наибольшего количества биологического сырья;

• владеть методикой разработки биологических основ обеспечения людей чистой водой, в том числе оптимизация функционирования экосистем, создаваемых для промышленной очистки питьевых и сточных вод и мониторинга состояния водных экосистем;

• иметь общее представление об экологических последствий зарегулирования, перераспределения и переброски стока рек, антропогенного изменения гидрологического режима озер и морей, оценке вновь создаваемых промышленных, сельскохозяйственных и других предприятий для водных экосистем с целью охраны последних от недопустимых повреждений.

Биосфера нашей планеты существует в виде живых организмов и продуктов их жизнедеятельности в газообразной оболочке Земли – атмосфере, твердой – литосфере и жидкой – гидросфере.

Вода покрывает 71 % площади земного шара и составляет 1/800 часть объема суши. Основная масса воды сосредоточена в морях и океанах – 94–98 %, в полярных льдах содержится около 1,2 % воды и совсем малая доля – менее 0,5 %, в пресных водах рек, озер и болот. Соотношения эти постоянны, хотя в природе, не переставая, идет круговорот воды.

В водной среде обитает около 150 000 видов животных и 10 000 растений, что составляет соответственно всего 7 и 8 % от общего числа видов Земли. В Мировом океане, как в горах, выражена вертикальная зональность. Особенно сильно различаются по экологии пелагиаль – вся толща воды, и бенталь – дно.

Предметом исследований гидробиологии являются экологические процессы в водной среде, т. е. процессы взаимодействия гидробионтов, их популяций и сообществ между собой и с абиотическими компонентами водных экосистем. Водная экология исследует, кроме того, и воздействие человека на эти процессы.

Цель гидробиологии может быть определена как понимание экологических процессов, происходящих в водной среде. Управление этими процессами с целью оптимизации использования водных ресурсов может считаться целью водной экологии.

Основной задачей гидробиологии является изучение экологических процессов в гидросфере, тогда как применение их в интересах освоения гидросферы и оптимизации взаимодействия человеческого общества с водными экосистемами – основная задача водной экологии.

Главная теоретическая задача гидробиологии: изучение общих внутренних закономерностей структурно-функциональной организации водных экосистем, которые и определяют круговорот вещества и поток энергии в них, а водной экологии: исследование зависимостей круговоротов вещества и потоков энергии от факторов внешней среды, в том числе и антропогенных.

2.Водная экология и гидробиология в системе естественных наук

Водная экология и гидробиология, их место в системе естественных наук.

Предложено и предлагается много определений гидробиологии. Представляется наиболее корректным следующее: гидробиология – наука о надорганизменных формах организации жизни, изучающая структуру и функционирование водных экосистем. Данное определение охватывает изучение отдельных водных организмов (гидробионтов), их популяций и сообществ, взаимодействий между ними и с неживой природой.

Водная экология (гидроэкология, экология гидросферы) – часть геоэкологии, изучающая водные экосистемы как совокупность трех взаимодействующих компонентов: водной среды, водных организмов и деятельности человека.

Гидробиология и водная экология тесно связаны, прежде всего, с науками о гидросфере – гидрохимией, гидрофизикой, гидрологией.

Гидрохимия – часть геохимии, изучающая химический состав естественных вод и протекающие в них химические реакции. Гидрофизика – часть геофизики, исследующая физические свойства природных вод и протекающие в них физические процессы. Гидрология – часть географии, изучающая природные воды, закономерности круговорота воды в природе.

Близка гидробиология и к таким географическим дисциплинам, как океанология и лимнология.

Океанология – наука о Мировом океане (т. е. совокупности океанов и морей земного шара) и процессах, протекающих в нем.

Лимнология[[1]](#footnote-2) (или озероведение) изучает воды замедленного стока поверхности суши. Кроме того, в гидрологии суши можно выделить еще науку о водотоках (потамология[[2]](#footnote-3)), ледниках (гляциология).

Лимноэкология – часть гидроэкологии, изучающая структуру и функционирование экологических систем поверхностных пресных вод суши (озер, водохранилищ, рек).

Гидробиология связана и с рядом биологических дисциплин (зоологией, ботаникой, микробиологией).

Естественно, являясь дисциплинами биологическими и географическими, гидробиология и водная экология, тем не менее, в первую очередь, теснейшим образом связаны с экологией, частями которой они являются. Следует отметить, что именно водная экология является одной из самых успешно развивающихся частей экологии.

3.Предмет, цель, задачи, основные методы водной экологии и гидробиологии.

Предметом исследований гидробиологии являются экологические процессы в водной среде, т. е. процессы взаимодействия гидробионтов, их популяций и сообществ между собой и с абиотическими компонентами водных экосистем. Водная экология исследует, кроме того, и воздействие человека на эти процессы.

Цель гидробиологии может быть определена как понимание экологических процессов, происходящих в водной среде. Управление этими процессами с целью оптимизации использования водных ресурсов может считаться целью водной экологии.

Основной задачей гидробиологии является изучение экологических процессов в гидросфере, тогда как применение их в интересах освоения гидросферы и оптимизации взаимодействия человеческого общества с водными экосистемами – основная задача водной экологии.

Главная теоретическая задача гидробиологии: изучение общих внутренних закономерностей структурно-функциональной организации водных экосистем, которые и определяют круговорот вещества и поток энергии в них, а водной экологии: исследование зависимостей круговоротов вещества и потоков энергии от факторов внешней среды, в том числе и антропогенных.

Конкретные практические задачи гидробиологии и водной экологии:

Повышение биологической продуктивности водоемов для получения из них наибольшего количества биологического сырья.

Разработка биологических основ обеспечения людей чистой водой, в том числе оптимизация функционирования экосистем, создаваемых для промышленной очистки питьевых и сточных вод.

Экспертная оценка экологических последствий зарегулирования, перераспределения и переброски стока рек, антропогенного изменения гидрологического режима озер и морей.

Оценка вновь создаваемых промышленных, сельскохозяйственных и других предприятий для водных экосистем с целью охраны последних от недопустимых повреждений.

Мониторинг состояния водных экосистем.

Главным методом гидробиологии, как и остальных экологических дисциплин, является системный подход, т.е. рассмотрение экосистемы как целого, и количественный учет протекающих в ней потоков энергии, вещества и информации. Следовательно, гидробиология всегда оперирует величинами численности организмов, их биомассы и продукции[[3]](#footnote-4).

Для количественного учета используют различные орудия и приборы как специфически гидробиологические – планктонные сети (рис. 1), дночерпатели (рис. 2), драги, планктоночерпатели, батометры (рис. 3) различных конструкций, так и многие приборы, заимствованные из арсеналов гидрохимии, гидрофизики, гидрологии. В последнее время часто используются погружные и дистанционные биофизические приборы.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4  5  5  Рис. 1. Гидробиологические орудия. Планктонная сеть Джеди для количественного сбора зоопланктона в разных : 1 – в открытом, 2 – в закрытом состоянии, 3 – замыкатель сети, 4 – скребок для сбора бентоса, 5 – сачок. |



Рис. 2. Гидробиологические орудия. Дночерпатели для количественного сбора бентоса:: 1 – Экмана-Берджа, 2 – Петерсена, 3 – Петерсена модифицированный.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 1 | 2 |

Рис. 3. Гидробиологические орудия. Батометр Ван Дорна для количественного сбора фито- и бактериопланктона с разных глубинных горизонтов: 1 – в открытом и 2 – в закрытом виде.

Методы могут быть подразделены на следующие три группы: общие, особенные и частные методы.

Общие методы касаются всей геоэкологии. Это различные формы диалектического метода, дающего возможность связывать воедино все стороны процесса познания, все его ступени. В естествознании диалектический метод выступает как сравнительный (например, в биологии, географии, химии) метод, с помощью которого раскрывается всеобщая связь явлений, или как исторический. Иногда оба этих метода сочетаются в единый сравнительно-исторический метод, который глубже и содержательней каждого из них в отдельности и широко используется в водной экологии.

Особенные методы касаются не предмета в целом, а лишь одной из его сторон (явления, сущности явления, количественной стороны) или же определенного приема исследований. К особенным методам относятся, в частности, анализ и синтез, индукция и дедукция.

Анализ (греч. analysis– разложение) и синтез (греч. synthesis– соединение) в самом общем значении– это процессы мысленного или фактического разложения целого на составные части и восстановления целого из частей соответственно. Цель анализа – познание частей как элементов сложного целого.

Синтез, напротив, есть процесс объединения в единое целое частей, свойств, отношений выделенных посредством анализа. Синтез дополняет анализ и находится с ним в неразрывном единстве. Дедукция (от лат. deductio– выведение) – один из основных способов рассуждения (умозаключения) и методов исследования. Под дедукцией в широком смысле понимается любой вывод вообще, в более специфическом и наиболее употребительном смысле – доказательство или выведение утверждения (следствия) из одного или нескольких других утверждений (посылок) на основе законов логики, носящее достоверный характер.

Индукция (от лат. inductio– наведение) еще один тип умозаключения и метод исследования. Как форма умозаключения индукция обеспечивает возможность перехода от единичных фактов к общим положениям. В качестве метода исследования индукция понимается как путь опытного изучения явлений, в ходе которого от отдельных фактов совершается переход к общим положениям. Отдельные факты как бы наводят на общее положение. В реальном познании индукция всегда выступает в единстве с дедукцией.

Особенными методами являются также практические методы: наблюдение, эксперимент, сравнение, измерение. Исключительно важны математические приемы и методы, роль которых неуклонно возрастает по мере все более широкого применения счетно-вычислительных машин.

К частным методам относятся специальные методы, действующие либо только в пределах отдельной отрасли естествознания, либо за пределами той отрасли, где они возникли. Так методы физики, используемые в других отраслях естествознания привели к созданию геофизики и физической химии. Распространение химических методов привело к созданию геохимии, биохимии и т.д.

В ходе прогресса методы могут переходить из более низкой категории в более высокую: частные превращаются в особенные, особенные в общие.

Методическую основу водной экологии как современной науки составляет сочетание системного подхода, натурных наблюдений, эксперимента и моделирования. Экологическая практика охватывает собой множество приемов и методов исследований, адекватных многообразию направлений экологии и потому здесь перечислены лишь некоторые из них:

· Режимные систематические (мониторинговые) наблюдения за состоянием водных объектов и процессов и влияющими на них антропогенными (техногенными) факторами;

· аналитические исследования природных и искусственных объектов;

· исследования морфологических параметров природных водных объектов;

· статистические методы оценки процессов и явлений, происходящих на водных объектах и их водосборах;

· дистанционные методы исследований и методы специальной картографии водотоков и водосборов;

· методы математического моделирования гидроэкологических процессов;

· системный анализ гидроэкологической информации;

· методы социальной демографии; · паспортизация природных и искусственных водных объектов;

· экологический менеджмент;

· экологический аудит.

Как правило, в гидроэкологических исследованиях эти и другие применяемые методы исследований используются совместно или комплексиpуются.

Будучи одной из наук гидрологического цикла, водная экология использует общие для него теоретические и эмпирические методы: анализ и синтез, дедукцию и индукцию, наблюдение, сравнение (включая измерение) и эксперимент (включая моделирование).

Эмпирические методы подразделяются на "полевые" и "лабораторные", соответственно тому, проводятся ли они в условиях, приближенных к естественным или в условиях, контролируемых исследователем. И те и другие могут предполагать использование инструментария: измерительного и аналитического оборудования, устройств для фиксации, снятия и обработки данных.

Эмпирические данные могут быть использованы лишь после их теоретической обработки, то есть после включения в логическую конструкцию: гипотезу, теорию, концепцию. В последнее время особую важность приобрели планомерные, поддающиеся эффективному анализу экологические исследования, складывающиеся в мониторинг – систему долгосрочных наблюдений, оценки, контроля и прогноза состояния и изменения объектов. Мониторинг принято делить на фоновый, глобальный, региональный и импактный (в особо опасных зонах и местах). По способам ведения различают космический, авиационный и наземный мониторинг. В систематизации и анализе накапливаемых данных особое значение имеет создание баз данных и использование ГИС-технологий.

4.Основные направления водной экологии и гидробиологии

Общая гидробиология изучает экологические процессы в водоемах и водотоках. В ней выделяются:

системная гидробиология;

трофологическая гидробиология;

энергетическая гидробиология;

этологическая гидробиология;

палеогидробиология;

бентология;

планктология.

Системная гидробиология – приложение общей теории систем и ее методов в водной экологии. Она занимается общими проблемами организации биосистем в гидросфере, их поведением, самоорганизацией и самоуправлением, моделированием водных биосистем, прогнозу их состояния при различных внешних воздействиях.

По изучаемым процессам различаются трофологическая[[4]](#footnote-5) гидробиология – пищевые связи, биологическая трансформация веществ, энергетическая гидробиология – поток энергии, ее биологическая трансформация, этологическая гидробиология – поведение гидробионтов, палеогидробиология – исторические изменения водных экосистем.

По локализации изучаемых процессов в общей гидробиологии можно выделить бентологию и планктологию. Первая занимается экологическими процессами, проходящими на дне водоемов и водотоков, вторая – в толще вод.

Частная гидробиология изучает специфику экологии водных объектов разного типа. Выделяют гидробиологию морей, озер, прудов, болот, луж, временных и пересыхающих водоемов и др. То же происходит и для водотоков: гидробиология рек различных типов, ручьев. Кроме того, существует гидробиология подземных и пещерных вод, гидробиологии полярных и тропических водоемов, водоемов умеренного пояса и субтропических.

Водная экология, изучающая взаимодействие водных экосистем и человеческой деятельности тесно смыкается с прикладной гидробиологией. Последняя, как это следует из самого её названия, занимается прикладными приложениями результатов общей или теоретической гидробиологии. В нее входят:

Продукционная гидробиология, изучающая биологические основы продуктивности водоемов (например, повышения вылова рыбы, урожая морепродуктов и т.п.).

Санитарная гидробиология, занимающаяся решением проблем чистой воды, самоочищения водоемов.

Медицинская гидробиология, исследующая происхождение и распространение болезней, связанных с водой (в первую очередь – инфекционных). Ее подразделом является гидропаразитология, разрабатывающая методы борьбы с паразитическими животными, обитающими в водоемах, в том числе личиночными стадиями паразитов.

Токсикологическая гидробиология или водная токсикология, изучающая возможность вреда продуктов техногенеза для водных объектов, в частности, влияние токсикантов на гидробионтов и экосистемные процессы.

Радиологическая гидробиология, решающая вопросы, связанные с поступлением в водоемы радионуклидов, влиянием их на гидробионтов, накоплением их в трофических цепях.

Техническая гидробиология, изучающая биологические явления, представляющие опасность для техники, контактирующей с водой (биокоррозия, обрастания и т.п.). Частным случаем ее можно считать навигационную гидробиологию, которая исследует водные биологические процессы, препятствующие судоходству.

5.История развития водной экологии и гидробиологии

Область знаний, отражающая взаимоотношение живых тел и различного рода их объединений с неживым и живым окружением имеет более чем 2000-летнюю историю. Но, только в середине XIX века эта область знаний, благодаря трудам К.Ф.Рулье и Э.Геккеля, приобрела статус самостоятельной науки. В своих работах, опубликованных в 1866 и 1868 гг. Эрнст Геккель так определяет новую науку: "Под экологией мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений животного с окружающей его средой, как органической, так и неорганической, и прежде всего – его дружественных или враждебных отношений с теми животными и растениями, с которыми он прямо или косвенно вступает в контакт.

Современная водная экология (гидроэкология) вбирает в себя проблемы окружающей среды, использует науки о Земле, физику, химию, компьютерные науки и т.д. развивалась вместе с экологией. В истории её развития можно выделить три этапа:

1 этап. С древних времён – до 60-х годов 19-го века. Первые сообщения экологического характера связаны с такими центрами древней культуры, как Китай, Египет, Индия, Греция. Уже в работах древнегреческих философов Гераклита (530 – 470 гг. до н.э.), Гиппократа (460 – 356 гг. до н.э.), Аристотеля (384 – 322 гг. до н.э.), Теофраста Эрезийского (372 – 287 гг. до н.э.), Плиния Старшего (23 – 79 гг.) и других содержатся сведения экологического характера. Например, в трактате Гиппократа «О воздухе, воде и местности» содержатся сведения о влиянии условий окружающей среды на здоровье человека.

Аристотель описал 500 известных ему видов животных, особенности их поведения и приспособления к условиям окружающей среды. Ученик Аристотеля Теофраст Эрезийский – “отец ботаники”, как его часто называют, описывал особености роста растений в разных условиях среды, зависимость их форм и особенностей их роста от грунта и климата.

В эпоху Возрождения продолжалось накопление данных о растительном и животном мире. Первые систематики Д. Цезалпин (1519 – 1603), Д.Рей (1627 – 1705), Ж.Турнефор (1556 – 1708) в своих трудах приводят сведения экологического характера, в частности, зависимость распространения растений от условий их произрастания. Т. Мальтус ещё в 1798 г. описал уравнение экспоненциального роста популяции, на основе которого строил демографические концепции.

2 этап. 60–е годы 19-го века – 50–е годы 20-го века. Важный этап в становлении экологии как новой области знания. Ознаменовался выходом работ русских учёных Н.А.Северцова, В.В.Докучаева, В.И.Вернадского. Неоценимый вклад в развитие науки внёс в своё время Ч. Дарвин, которые ввёл понятие «борьба за существование». Это обстоятельство следует рассматривать как взаимодействие живых организмов с биотическими и абиотическими условиями среды. С введением практически однозначных понятий «экосистема» А.Тенсли и «биогеоценоз» В.Н.Сукачёвым стали интенсивно развиваться экологические исследования надорганизменного уровня. Это направление широко использовало количественные методы определения функций экосистем и математическое моделирование биологических процессов.

3 этап. 60–е годы 20-го века – до наших дней. С середины столетия экология оказывается в центре общечеловеческих проблем, наблюдается превращение экологии в комплексную междисциплинарную науку. Продолжаются исследования свойств биосферы, начатые В.И. Вернадским. Стало ясно, что популяция – не просто «население», т. е. сумма особей на какой-то территории, а самостоятельная биологическая (экологическая) система надорганизменного уровня, обладающая определенными функциями и механизмами авторегуляции, которые поддерживают ее самостоятельность и функциональную устойчивость. Это направление наряду с интенсивным исследованием многовидовых систем занимает важное место в современной классической экологии. Выдающимися представителями классической экологии этого периода являются Ю. Одум, Н.Ф. Реймерс, Н.П. И.А. Наумов, С.С. Шварц. Постепенно раскрывается роль многовидовых совокупностей живых организмов в осуществлении биогенного круговорота веществ и поддержании жизни на Земле.

Начиная с середины XIX в. гидробиология начала оформляться в самостоятельную науку. Ничто не происходит само по себе и, естественно, науки о жизни вод потребовали какие-то практические потребности человечества. Первая из них – забота о хлебе насущном. Иллюзия неиссякаемости рога изобилия, – промысла продуктов океана, – рассеялась: произошло снижение объема добычи устриц и мидий, уловы рыбы уменьшились, китобойный промысел стал сокращаться. Возникла необходимость реально оценивать запасы объектов промысла, особенности их воспроизводства и возможность искусственного разведения.

Вторая – опасность жажды. Угроза загрязнения источников питьевой воды – пресных водоемов благодаря развитию промышленности, сельского хозяйства, транспорта, росту населения стала реальной. Мыслящая часть человечества постепенно осознала, что без знания механизмов самоочищения природных вод цивилизация рискует остаться без пригодной для питья воды.

Начинаются планомерные работы, которые с полным правом уже можно назвать гидробиологическими. Московское общество любителей естествознания в 1867 г. организует планомерное изучение подмосковных озер. В 1872 г. образуются первые морские биологические станции: в Севастополе, основанная А. О. Ковалевским (ныне – Институт биологии Южных морей НАН Украины), и в Неаполе, основанная А. Дорном. Морская биологическая станция на Атлантическом побережье США основывается А. Агассизом в 1876 г. в Ньюпорте. Возникают и биологические станции для изучения пресных водоемов. В 1880 г. в Богемии (Чехия) А. Фриген создал станцию на Почерницком пруду; в 1892 г. в Германии О. Захариас – на оз. Плён (ныне Макс-Планк Институт Лимнологии); в 1891 г. в России на оз. Глубокое, затем в 1896 г. на оз. Бологовском. Наступает очередь водотоков: в 1894 г. – на р. Иллинойс в США, в 1900 г. – на р. Волге в Саратове. На оз. Байкал первая биологическая станция была создана в 1918 г. в пос. Большие Коты. Байкальская экспедиция АН СССР начала работу на Байкале с 1925, в 1931 г. была основана Лимнологическая станция АН СССР в пос. Маритуй, позже переведенная в пос. Лиственничное. Ныне это – Лимнологический институт СО РАН.

Возникает гидробиологическая аппаратура. Создаются устройства для количественного учета гидробионтов. В. Гензен в 1887 г. изобретает орудие лова планктона – специальную коническую сеть из мелкоячеистого шелкового сита («газа»). Й. Петерсен разрабатывает дночерпатель для количественного сбора обитателей дна.

Наука рождается окончательно, когда издаются первые обобщающие монографии и учебники. Такими для гидробиологии и лимнологии стали книги Ф. А. Фореля: «Le Leman. Monographie limnologique», 1893–1901 (в 3-х томах) и «Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie», 1901.

Вопросы для самоконтроля:

1.Что является основной целью и задачами изучения данного курса?

2.Задача и цель науки гидробиологии?

3.С какими науками связана водная экология и гидробиология?

4.Основные методы используемые в гидробиологии для исследования водной среды?

5.Каковы основные направления водной экологии и гидробиологии?

1. От *лимнос* (греч.) – озеро. [↑](#footnote-ref-2)
2. От *потамос* (греч.) – река. [↑](#footnote-ref-3)
3. Продукция – прирост массы организмов (в единице объема воды, под единицей площади водоема, на единице площади его дна) в единицу измерения времени. [↑](#footnote-ref-4)
4. От *трофос* (греч.) – пища. [↑](#footnote-ref-5)