

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан биологического факультета МГУ

Академик

М.П.Кирпичников

«01» сентября 2019 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОБИОЛОГИИ**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – **Гидробиология**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (второй год обучения, 3 и 4 семестры), обязательна для освоения аспирантами, обучающимися по направленности «Гидробиология»
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции (код компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|---|
| <i>УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i> | Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) Владеть: |

| | |
|--|--|
| | <p>навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Код В2 (УК-1)</p> |
| <p>УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.</p> | <p>Знать: методы научно-исследовательской деятельности</p> <p>Код 31 (УК-2)</p> |
| <p>УК-3: Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</p> | <p>Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке</p> <p>Код В2 (УК-3)</p> |
| <p>УК-4: Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</p> | <p>Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках</p> <p>Код В1 (УК-4)</p> <p>Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках</p> <p>Код 32 (УК-4)</p> |
| <p>ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p> | <p>Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа</p> |
| <p>ОПК-2 Готовность к преподавательской деятельности по</p> | <p>Уметь: доносить до обучающихся в доступной и ясной форме</p> |

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 академических часов, из которых 104 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (104 часа занятий лекционного типа) и 76 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: зоологию беспозвоночных и позвоночных животных, ботанику, микробиологию, общую экологию, неорганическую и органическую химию, статистические методы в биологии, биохимию, молекулярную биологию, клеточную биологию и физиологию (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах гидробиологии и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области гидробиологии, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе | | | | | | | | |
|---|--------------|---|---------------------------|------------------------|-----------------------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы из них | | | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)* | Всего | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератов и т.п. | Всего |
| <p>1. Гидробиология как наука о надорганизменных водных системах</p> <p>Место гидробиологии в системе биологических наук. Предмет гидробиологии, цели и задачи. Основные научные направления и подходы. Понятие о системном подходе, организация систем и особенности структуры. Биосфера и ее расчленение на биогеографические регионы. Соотношение понятий: биоценоз, биотоп, биогеоценоз, экосистема. Абиотическая и биотическая компоненты экосистемы.</p> | 12 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | 0 | 8 |

| | | | | | | | | | | |
|---|-----------|---|---|---|---|---|-----------|----|---|-----------|
| Подходы к изучению водного биоценоза. Границы биоценозов. Круговорот веществ в экосистемах. Биогеохимические циклы. Методы исследования водных экосистем. | | | | | | | | | | |
| 2. Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов (проблемы аутоэкологии) Свет, температура, соленость, газовый режим и активная реакция среды, Eh, pH, гидростатическое давление как факторы, регулирующие условия жизнедеятельности, поведения и распространения гидробионтов в водоемах. Химический состав природных вод. Приспособления к водному образу жизни. | 12 | 6 | 2 | 0 | 2 | 0 | 10 | 2 | 0 | 2 |
| 3. Структурные характеристики биотической компоненты экосистемы Структура популяций и сообществ. Методы количественной оценки структуры. Отношения организмов в пределах одной трофической группы и между различными трофическими группировками. Современные модели трофических отношений. Методы количественных оценок пищевых взаимоотношений организмов в сообществе. Классификация гидробионтов по типу питания. Пищевая избирательность. | 26 | 6 | 0 | 0 | 6 | 0 | 12 | 14 | 0 | 14 |

| | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| <p>Пространственная структура сообществ. Основные деления водной биоты. Население водной толщи, грунтов, разделов "вода-воздух" и "вода-грунт". Акклиматизация гидробионтов. Понятие экологической ниши. Закономерности нишевой структуры сообществ.</p> | | | | | | | | | | |
| <p>4. Функциональные характеристики сообществ</p> <p>Представления о продукции как о важнейшей функциональной характеристике сообществ. Первичная, вторичная и конечная продукция. Удельная продукция. Фотосинтез и хемосинтез. Валовая и чистая продукция. Первичная продукция морей, океанов и континентальных водоемов. Фотическая зона: компенсационная и критическая глубины. Методы определения первичной продукции. Бактериальная продукция и методы ее расчета. Бактериальная продукция водной толщи, осадков и обрастаний в морях и континентальных водоемах. Продукция консументов. Фитофаги и зоофаги. Методы определения вторичной. Оценка продукции различных групп консументов в региональном аспекте. Деструкция органического вещества. Прижизненный распад органического вещества. Дыхание и</p> | <p>30</p> | <p>16</p> | <p>2</p> | <p>0</p> | <p>4</p> | <p>0</p> | <p>22</p> | <p>0</p> | <p>8</p> | <p>8</p> |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|--|---|----|--|----|
| <p>пищеварение как основные функциональные механизмы разрушения органического вещества живым организмом. Их количественная оценка. Связь между интенсивностью обмена и весом тела, методы оценки. Активный, пассивный и стандартный обмен.</p> | | | | | | | | | | |
| <p>5. Формирование, развитие и устойчивость экосистем Понятие сукцессии как процесса развития экосистемы. Первичная и вторичная сукцессии. Движущие силы и направление сукцессии. Зрелость экосистем и концепция климакса. Виды сукцессии. Исторические сукцессии и эволюция экосистем. Циклические сукцессии. Сезонные сукцессии и биологические сезоны. Пространственно-динамический аспект развития сообществ пелагиали. Нарушения и восстановительные сукцессии (естественные и антропогенные). Устойчивость природных экосистем. Различные способы ее оценки. Устойчивость, стабильность и сложность экосистем. Гомеостаз системы как основной механизм поддержания устойчивости. Устойчивость экосистем к антропогенному воздействию и концепция предельно допустимого воздействия.</p> | 24 | 2 | 0 | 0 | 4 | | 6 | 18 | | 18 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|
| <p>6. Накопление и разрушение (минерализация) органического вещества в экосистеме</p> <p>Формы существования органического вещества в экосистеме — живое, детрит, взвешенное, растворенное. Количественное соотношение между ними в водной толще и грунтах, пути взаимных переходов. Пищевая доступность органического вещества. Экологический метаболизм. Накопление органического вещества в экосистемах. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество. Соотношение между ними в экосистемах различного типа. Разложение органического вещества в экосистемах. Понятие баланса органического вещества в экосистеме. Методы расчета. Пирамида биомасс. Поток энергии через экосистему. Энергетическая пирамида. Понятие о типах пищевых цепей, их особенностях в разных типах экосистем. Поток энергии по цепи хищник — жертва и по детритной цепи. Понятие «микробной петли». Сбалансированность процессов накопления и потребления органического вещества в трофической цепи. Степень удовлетворения пищевых потребностей. Напряженность трофических связей.</p> | 8 | 6 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|

| | | | | | | | | | | |
|--|----|----|---|---|---|---|----|---|---|---|
| <p>7. Проблемы частной гидробиологии (типология водоемов)</p> <p>Классификация водоёмов: океаны и моря, озера и водотоки, водохранилища и пруды. Зональность водоемов, основные черты ее структуры. Важнейшие абиотические характеристики водоемов: соленость, свет, температура. Соленость и пространственное распределение гидробионтов. Солнечная радиация и закономерности распространения света в водной среде. Температурная стратификация, ее сезонная и широтная, изменчивость. Термоклин. Водные массы. Течения. Общая схема циркуляции вод в океане. Основные конвергенции и дивергенции. Перемешивание водных масс. Важнейшие биотические характеристики водоемов: трофность и продуктивность.</p> | 26 | 12 | 2 | 0 | 2 | 2 | 18 | 0 | 8 | 8 |
|--|----|----|---|---|---|---|----|---|---|---|

| | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|---|---|---|---|--|-----------|----|---|-----------|
| <p>8. Проблемы частной гидробиологии (особенности пространственной и трофической структуры основных природных экосистем)</p> | | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 10 | 16 | 0 | 16 |
| <p>Концепция биологической структуры океана. Пелагические сообщества: фитопланктон, зоопланктон, ихтиофауна, их структурно-функциональные характеристики. Сообщества тропиков, умеренных и полярных районов северного и южного полушарий. Бенталь. Количественное распределение донного населения в Мировом океане и факторы, его определяющие. Донная фауна как пищевая база бентосоядных рыб. Биогеографическое районирование донной фауны Мирового океана. Донные сообщества литорали, коралловых рифов, шельфа, глубин океана. Сообщества обрастаний: закономерности пространственного распределения, сезонной динамики и факторы, их определяющие. Континентальные водоемы (реки, озера, болота, водохранилища, пруды, каналы), их гидрологический режим, условия жизни, основные представители флоры и фауны. Стадии формирования экосистем водохранилищ. Проблема эвтрофикации, "цветение" водохранилищ. Прудовое хозяйство, особенности нерестовых,</p> | 26 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| выростных и зимовальных прудов. | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | | | | | | |
|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <p>9. Проблемы прикладной гидробиологии</p> <p>Промысел рыбы и гидробионтов. Промысловая продукция океана: уровень современного вылова, состояние и перспективы промысла по регионам и типам объектов. Хозяйственное освоение шельфов морей. Эксплуатация природных сообществ и аквакультура. Гидробионты - объекты аквакультуры. Промысловая продукция континентальных вод. Удобрение водоёмов и рыборазведение. Акклиматизация кормовых объектов и промысловых организмов. Проблема обрастания, меры борьбы. Загрязнение водной среды как биосферный процесс. Основные загрязнители водоемов, их влияние на функционирование и устойчивость водных сообществ. Принципы биологического мониторинга. Биотестирование, биоиндикация. Токсикологическое нормирование. Водоемы как источники питьевого и хозяйственного водоснабжения. Биологическое самоочищение водоемов. Организмы — показатели сапробности вод. Охрана водоёмов. Проблемы рационального использования биологических ресурсов водоемов и управление их продуктивностью.</p> | 10 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2 | 0 | 2 |
|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|--|--|--|--|------------|-----------|-----------|
| Промежуточная аттестация - экзамен кандидатского минимума | | | | | | | | | |
| Итого | 180 | 104 | | | | | 104 | 76 | 76 |

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2000.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Т.1. 667 с. Т.2. М.: Мир, 1989.
3. Виноградов М. Е., Шушкина Э.Л. Функционирование планктонных сообществ эпипелагиали океана. — М.: Наука, 1987.— 240 с.
4. Виноградов М.Е. Вертикальное распределение океанического зоопланктона. М.: Наука, 1968.
5. Гутельмахер Б.Л. Метаболизм планктона как единого целого. Л.: Наука, 1986.
6. Зайцев Ю.П. Введение в экологию Черного моря. Одесса: Эвен, 2006.
7. Константинов А.С. Общая гидробиология. 4-е изд. М.: Высш. школа, 1986.
8. Одум Ю. Основы экологии. В двух томах. М.: Мир, 1986.
9. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 295 с.
10. Романкевич Е.А., Ветров А.А. Цикл углерода в арктических морях России. М.: Наука, 2001.
11. Семин В.А. Основы рационального водопользования и охраны водной среды. Учеб. Пособие для студ. ВУЗов. М.: Высш. шк.. 2001.
12. Симаков Ю.Г. Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. М.: Наука, 1990.
13. Федоров В.Д, Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980.
14. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003.
15. Biological Indicators of Water Quality / Eds. A.James & L.Evison. John Wiley & Sons, 1979.
16. Blankenship R.E. Molecular Mechanisms of Photosynthesis. Oxford, United Kingdom: Blackwell Science Ltd., 2002.

17. Falkowski P.G., Raven J.A. Aquatic Photosynthesis. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 2007.
18. Graham L.E., Wilcox L.W. Algae. Prentice-Hall, Inc. N-Y, 2000.
19. Phytoplankton productivity. Carbon assimilation in marine and freshwater ecosystems / Eds. Williams P.J.D., Thomas D.N., Reynolds C.S. Oxford: Blackwell, 2002.
20. Reynolds C.S. The Ecology of Phytoplankton. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 2006.
21. The organic carbon cycle in the Arctic Ocean / Eds. Stein R., Macdonald R.W. Berlin: Springer, 2004.

Дополнительная литература

1. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Ленинград: Гидрометеиздат, 1989.
2. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. М.: МГУ, 1992.
3. Жирков И.А. Жизнь на дне. Био-экология и био-география бентоса. М.: КМК. 2010.
4. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: РАН, 1998.
5. Копылов А.И., Косолапов Д.Б. Бактериопланктон водохранилищ Верхней и Средней волги. – М.: Изд-во СГУ, 2008.
6. Марголина Г.Л. Микробиологические процессы деструкции в пресноводных водоемах. М.: Наука, 1989.
7. Морозов Н.В. Экологическая биотехнология: очистка природных и сточных вод макрофитами. Казань: Изд-во Казанского гос. пед. ун-та, 2001.
8. Парсонс Т.Р., Такахаши М., Харгрейв Б. Биологическая океанография. М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1982.
9. Разумовский С. М. Избранные труды: сборник научных статей. М.: КМК Scientific Press, 1999.
10. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985.
11. Садчиков А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М.: Изд-во «Университет и школа», 2003.
12. Садчиков А.П. Планктология: Курс лекций: Часть 1: Зоопланктон. Трофические взаимоотношения. М.: МАКС Пресс, 2007.
13. Садчиков А.П. Планктология. Деструкционные процессы в водных экосистемах. – М.: Альтекс, 2010.
14. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М.: Мир, 1990.
15. Сорокин Ю.И. Черное море (природа, ресурсы). М.: Наука, 1982.
16. Eberhard S., Finazzi G., Wollman F.-A. The Dynamics of Photosynthesis // Annu. Rev. Genet. V. 42. P. 463–515, 2008.
17. Grebmeier J.M. Shifting Patterns of Life in the Pacific Arctic and Sub-Arctic Seas // Annu. Rev. Mar. Sci. V. 4. P. 63–78, 2012.

18. Hohmann-Marriott M.F., Blankenship R.E. Evolution of Photosynthesis // Annu. Rev. Plant Biol. V. 62. P. 515-548, 2011.
19. Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group I 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York.

Описание материально-технической базы.

Биологический факультет МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели):

Азовский А.И.

Гершкович Д.М.

Ильинский В.В.

Жирков И.А.

Капков В.И.

Колобов М.Ю.

Радченко И.Г.

Садчиков А.П.

Столяров А.П.

Филенко О.Ф.

Чертопруд М.В.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) ГИДРОБИОЛОГИЯ
на основе карт компетенций выпускников**

| РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) | КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС | | | | | ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА |
|--|---|------|-------|-------|--------|--|
| | 1, | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума |
| Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1) | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума |
| Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1(УК-2) | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума |

| | | | | | | |
|--|---|------|-------|-------|--------|--|
| Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3) | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума |
| Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код З2(УК-4) | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума |
| Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4) | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума |
| Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума |

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (индивидуальное собеседование):

1. Место гидробиологии в системе биологических наук. Предмет гидробиологии. Цели и задачи. Основные научные направления и подходы к изучению объекта (описательный, количественный, системный). Научные школы в отечественной гидробиологии (Зернов, Скадовский, Зенкевич, Ивлев).
2. Понятие о системном подходе. Система и слагающие ее элементы. Понятие об организации систем и особенностях структуры. Изолированные, закрытые и открытые системы. Биологические системы. Системы с активным и пассивным управлением.
3. Биосфера и ее расчленение на биогеографические регионы. Биогеографический регион как крупномасштабная экосистема. Структура биогеографического региона - локальные биоценозы. Соотношение понятий: биоценоз Мебиуса, биотоп Даля, биогеоценоз Сукачева, экосистема Тэнсли и Эванса. Составные части экосистемы, ее абиотическая и биотическая компоненты. Популяция и трофическая группировка как основные подсистемы биотической компоненты экосистемы. Подходы к изучению водного биоценоза: флоро-фаунистический, биотопический, трофический. Границы биоценозов (дискретность и непрерывность биоценозов). Понятие об экотоне. Энергетически зависимые и независимые сообщества.
4. Круговорот веществ в экосистемах. Состав живого вещества и масштабы его накопления в гидросфере. Учение о биосфере В.И. Вернадского. Биогеохимические циклы основных элементов живого вещества: углерода, азота, фосфора, кремния. Синтез и распад органического вещества в гидросфере.
5. Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения гидробионтов. Кислородный фотосинтез фотоавтотрофов, зависимость фотосинтеза от интенсивности света. Понятие компенсационной точки фотосинтеза. Эффективность использования световой энергии. Фототаксис животных. Адаптация гидробионтов к изменению интенсивности освещения и спектральному составу. Вертикальные миграции гидробионтов.
6. Температура как фактор, регулирующий жизнедеятельность гидробионтов. Коэффициент Ванг-Гоффа и температурная кривая Крюга. Температура и распространение организмов. Стено- и эвритермные организмы. Тепловодные и холодноводные организмы. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Широтный градиент и сезонная динамика температуры квазигоризонтального поверхностного слоя, термоклин.
7. Соленость как фактор, определяющий распространение гидробионтов. Адаптации гидробионтов к изменению солености. Осморегуляция и понятие критической солености. Эври- и стеногалитные организмы.
8. Газовый режим. Растворенный кислород и углекислота. Особенности дыхания гидробионтов в воде. Сероводород, его образование и окисление. Связь между содержанием кислорода, температурой и фотосинтезом. Суточные и сезонные колебания кислорода.

9. Активная реакция среды, Eh, pH в воде и грунтах. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале и его влиянии на процессы, связанные с жизнью и активностью гидробионтов.
10. Гидростатическое давление и его влияние на вертикальное распределение и биологические особенности организмов.
11. Вода как среда обитания. Химический состав природных вод. Приспособления к водному образу жизни: в толще воды, на поверхности и в толще грунта, в проточных водоемах и в зоне приобья.
12. Структура популяций, видовая структура сообществ. Олиго- и полимиксные сообщества. Консорции как реальная единица структуры биоценоза (В.Н. Беклемишев, Л.Г. Раменский). Количественная оценка структуры (биомасса, число видов, разнообразие связей). Показатели разнообразия и сходства. Уровни видового разнообразия. Доминирующие формы, ключевые виды и виды-эдификаторы. Относительное обилие популяций как показатель структуры сообщества. Модели относительного обилия, их ограничения.
13. Трофическая структура сообществ. Понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Продуценты, консументы, редуценты. Отношения организмов в пределах одной трофической группы. Пищевая конкуренция. Принцип Гаузе, его ограничения. Парадокс планктона. Отношения организмов различных трофических группировок. Взаимодействия типа хищник - жертва. Опыты Гаузе и математические модели Лотки и Вольтерра. Современные модели трофических отношений. Трофические цепи и сети.
14. Количественная оценка пищевых взаимоотношений организмов в сообществе. Классификация гидробионтов по типу питания. Пищевая избирательность. Рационы, усвояемость пищи.
15. Пространственная структура сообществ. Количественная и качественная неоднородность сообществ, типы пространственного распределения. Факторы и механизмы, обуславливающие пространственную неоднородность планктона и бентоса. Основные деления водной биоты.
16. Население водной толщи. Планктон и нектон. Вертикальное распределение и миграции гидробионтов. Горизонтальное распределение и активные миграции гидробионтов. Перемещение водных масс и проблема их биоиндикации.
17. Население границы раздела "вода-воздух". Нейстон, плейстон. Население границы раздела "вода-грунт". Инфауна и эпифауна.
18. Население грунтов. Инфауна и интерстициальная фауна. Механизмы экспатриации (выноса), миграции и интродукции гидробионтов и проблема перестройки биоценозов. Акклиматизация гидробионтов.
19. Понятие экологической ниши. Трофический и пространственный аспекты. Фундаментальная ниша Д. Э. Хатчинсона. Потенциальная и реализованная ниша. Закономерности нишевой структуры сообществ.
20. Валовая и чистая первичная продукция. Зависимость параметров фотосинтеза и первичной продукции от температуры, интенсивности света и концентрации биогенных элементов. Биогенные элементы, лимитирующие первичную продукцию в морских и пресных экосистемах, колимитирование.

21. Закономерности изменения первичной продукции с глубиной в зависимости от термохалинной структуры водного столба. Фотический слой. Компенсационная глубина. Суточная интегральная первичная продукция. Сезонная динамика суточной интегральной первичной продукции в тропических, умеренных и полярных водах.
22. Пространственное распределение фитопланктона и первичной продукции в мезо- и макромасштабе. Сопоставление годовой первичной продукции, квантовой эффективности фотосинтеза и скорости оборота биомассы водных фотоавтотрофов с аналогичными параметрами наземной растительности.
23. Первичная продукция в пресноводных экосистемах. Основные лимитирующие ресурсы. Пространственно-временная динамика первичной продукции в озерах: зависимость от типа, размера и уровня трофности, широтная изменчивость. Первичная продукция водотоков. Экологическая зональность, концепция речного континуума, основные контролирующие факторы. Эвтрофирование пресноводных экосистем.
24. Трансформация органического вещества, созданного в процессе фотосинтеза («судьба» первичной продукции). Выедание: классическая пищевая цепь и микробная петля. Вертикальный поток органического углерода – источник пищи для бентосных сообществ. Соотношение масштабов первичной продукции и деструкции в экосистемах. Трофический статус экосистемы, пространственно-временная изменчивость.
25. Продуктивность экосистем. Высокопродуктивные и низко продуктивные зоны в Мировом океане. Бюджет углерода в водных экосистемах: аккумуляция или эмиссия углерода. Влияние климатического и антропогенного факторов на экосистемный бюджет углерода.
26. Бактериальная продукция. Количественная оценка бактериальной продукции: путем прямого микроскопирования, по содержанию АТФ, скорости размножения (времени генерации), радиоуглеродные и тимидиновый методы. Бактериальная продукция водной толщи, осадков и обрастания в морях и континентальных водоемах.
27. Продукция консументов (“вторичная” продукция). Фитофаги и зоофаги. Определение продукции популяций без постоянного пополнения (метод П. Бойсен-Иенсена и его модификации). Расчет продукции популяций с постоянным пополнением (графический, “физиологический” методы расчета). Радиоуглеродные методы. Определение продукции эксплуатируемых популяций по данным промысловой статистики и учета пополнения. Трофические коэффициенты — K_1 , K_2 . Оценка продукции различных групп консументов в региональном аспекте.
28. Деструкция органического вещества. Основные представления о прижизненном распаде органического вещества. Дыхание и пищеварение как основные функциональные механизмы разрушения органического вещества живым организмом. Их количественная оценка. Связь между интенсивностью обмена и весом тела, методы оценки. Активный, пассивный и стандартный обмен. Уравнение Берталанфи.

29. Понятие сукцессии как процесса развития экосистемы. Первичная и вторичная сукцессии, их характерные особенности. Движущие силы и направление сукцессии. Зрелость экосистем и концепция климакса. Виды сукцессии. Исторические сукцессии и эволюция экосистем. Циклические сукцессии. Сезонные сукцессии и биологические сезоны. Пространственно-динамический аспект развития сообществ пелагиали. Нарушения и восстановительные сукцессии (естественные и антропогенные).
30. Устойчивость природных экосистем. Различные способы ее оценки. Устойчивость по Ляпунову. Эмпирические подходы. Устойчивость, стабильность и сложность. Гомеостаз системы как основной механизм поддержания устойчивости. Устойчивость экосистем к антропогенному воздействию и концепция предельно допустимого воздействия (ПДВ).
31. Формы существования органического вещества в экосистеме — живое, детрит, взвешенное, растворенное. Количественное соотношение между ними в водной толще и грунтах, пути взаимных переходов. Пищевая доступность органического вещества. Развитие представлений о важности растворенного органического вещества для существования и интеграции водных сообществ. Экологический метаболизм.
32. Накопление органического вещества в экосистемах. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество. Соотношение между ними в экосистемах различного типа. Прижизненные выделения органического вещества растительными и животными организмами, их экологическая роль. Влияние условий внешней среды на интенсивность выделения растворенного органического вещества.
33. Разложение органического вещества в экосистемах. Прямое химическое окисление органических веществ. Стойкое и нестойкое органическое вещество. Водный гумус. Ферментативный распад, связанный с активностью гидробионтов. Экзоферменты. Разложение органического вещества при дыхании и переваривании пищи. Связь интенсивности разложения с концентрацией пищи (величиной рациона). Включение в рационы гидробионтов живого вещества, детрита и растворенного органического вещества. Разложение мертвого органического вещества сапрофитными формами жизни. Роль бактерий, грибов и простейших в экосистеме. Мусорщики и сапрофаги.
34. Понятие баланса органического вещества в экосистеме. Пирамида биомасс. Поток энергии через экосистему. Эффективность использования энергии организмами различных трофических уровней. Энергетическая пирамида. Понятие о типах пищевых цепей (пастбищный и детритный), их особенности в разных типах экосистем. Поток энергии через систему по цепи хищник — жертва и по детритной цепи. Понятие «микробной петли». Сравнение эффективности использования энергии в системах разного типа.
35. Сбалансированность процессов накопления и потребления органического вещества в трофической цепи. Степень удовлетворения пищевых потребностей. Напряженность трофических связей.
36. Классификация водоёмов: океаны и моря, озера и водотоки, водохранилища и пруды. Вертикальная экологическая зональность водоёмов, основные черты ее структуры: бенталь моря и океана — супралитораль, литораль, сублитораль (зона шельфа), батиналь (материковый склон), абиссаль (ложе океана), ультраабиссаль (глубоководные желоба). Соответствующие подразделения в пелагиали

— эпипелагиаль, мезопелагиаль, батипелагиаль, абиссапелагиаль. Климатическая зональность водоемов - арктическая, бореальная, тропическая, нотальная и антарктическая зоны.

37. Важнейшие абиотические характеристики водоемов: свет, соленость, температура. Вертикальное распределение спектрального состава и интенсивности света. Классификация водоемов по содержанию соли в воде и фаунистический состав. Температурная стратификация, ее сезонная и широтная изменчивость в морских и пресных водоемах. Термохалинная стратификация. Пикноклин. ТС-кривые как индикаторы водных масс.
38. Водные массы. Течения. Общая схема циркуляции вод в океане. Основные конвергенции и дивергенции. Перемешивание водных масс. Турбулентность. Конвекция и адвекция. Приливно-отливные явления. Ветровое перемешивание. Голомиктические и мeroмиктические озера (по Хатчисону).
39. Важнейшие биотические характеристики водоемов: трофность, продуктивность. Биологическая классификация водоемов: эвтрофные, олиготрофные, мезотрофные, дистрофные. Первичная и конечная продукция, соотношение между ними. Продуктивность водоемов различной трофности. Продуктивные районы морей и океанов, их характеристика. Зависимость продуктивности донных сообществ от продуктивности фотической зоны. Потенциальная продуктивность водоемов и биологические ресурсы океана.
40. Концепция биологической структуры океана. Общие закономерности пространственного распределения жизни в Мировом океане.
41. Пелагиаль. Фитопланктон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики фитопланктона и факторы, их определяющие. Зоопланктон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики зоопланктона и факторы, их определяющие. Суточные, онтогенетические и сезонные вертикальные миграции. Биогеографическое районирование пелагиали океана.
42. Ихтиофауна. Рыбы эпипелагиали, мезопелагиали, глубоководные и придонные. Комплекс неритических видов. Систематический состав и закономерности географического распространения. Роль в трофических цепях пелагиали.
43. Пелагические сообщества, их структурно-функциональные характеристики. Глубоководные сообщества. Сообщества тропиков, умеренных и полярных районов северного и южного полушарий.
44. Бенталь. Количественное распределение донного населения в Мировом океане и факторы, его определяющие. Методы количественной оценки. Фитобентос, видовой состав, вертикальная структура и географическая зональность. Зообентос, видовой состав мелководного и глубоководного бентоса. Микро-, мейо- и макробентос. Основные факторы, влияющие на распределение и состав донной фауны. Донная фауна как пищевая база бентосоядных рыб.
45. Биогеографическое районирование донной фауны Мирового океана. Донные сообщества литорали, коралловых рифов, шельфа, глубин океана.
46. Сообщества обрастаний - перифитон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики и факторы, их определяющие.

47. Реки. Масштаб перемещения в Мировой океан речными водами растворенных и взвешенных веществ. Биосток. Условия жизни (турбулентное перемешивание водных масс и выравнивание гидрологических градиентов). Население: реопланктон (доминирующие группы), бентос (лито-, аргилло-, пелореофильные формы; биогидрологические профили), перифитон (растения-эдификаторы и полночленность консорциев), нектон (проходные и полупроходные рыбы).
48. Озера. Сточные и бессточные. Конвективное и ветровое перемешивание. Пресные, солоноватые, соленые и гиперсоленые озера. Лиманы. Лимнобионты (планктон, бентос, макрофиты, перифитон). Доминирующие формы. Сезонные явления, особенности вертикального распределения. Ихтиофауна, озерные, озерно-речные и проходные рыбы.
49. Болота. Гидрологический и гидрохимический режимы. Основные представители флоры и фауны.
50. Искусственные водоемы: водохранилища, пруды и каналы. Особенности гидрологического режима водохранилищ, колебания уровня и осушная зона. Основные черты сообществ пелагиали и бентали. Стадии формирования экосистем водохранилищ. Проблема эвтрофикации, "цветение" водохранилищ. Видовое разнообразие сообществ и продуктивность прудов. Прудовое хозяйство, особенности нерестовых, выростных и зимовальных прудов. Особенности гидрологического режима прудов. Формирования флоры и фауны прудов. Межбассейновые миграции.
51. Промысловая продукция океана. Уровень современного вылова. Состояние и перспективы промысла по регионам и типам объектов (рыбы, беспозвоночные, водоросли и млекопитающие). Промысловая ихтиофауна и ее биогеографические комплексы. Хозяйственное освоение шельфов морей.
52. Эксплуатация природных сообществ и аквакультура. Гидробионты - объекты аквакультуры.
53. Промысловая продукция континентальных вод. Удобрение водоёмов и рыбозаведение. Акклиматизация кормовых объектов и промысловых организмов. Растительные рыбы.
54. Проблема обрастания. Обрастания судов и технических сооружений. Заращение водотоков. Меры борьбы.
55. Загрязнение водной среды как биосферный процесс. Основные загрязнители водоемов, их влияние на функционирование и устойчивость водных сообществ. Нефть, тяжелые металлы, пестициды, детергенты, бытовые стоки. Радиоактивное и термическое загрязнения. Принципы биологического мониторинга. Биотестирование, биоиндикация. Токсикологическое нормирование. Предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимый сброс (ПДС), ориентировочно-безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязнителей.
56. Водоемы как источники питьевого и хозяйственного водоснабжения. Проблема чистой воды. Биологическое самоочищения водоемов. Организмы — показатели сапробности вод. Охрана водоёмов.
57. Проблемы рационального использования биологических ресурсов водоемов и управление их продуктивностью. Регламентация и регулирование промысла. Математическое моделирование динамики численности промысловых объектов. Подходы к управлению биологической продуктивностью водоёмов.

ПРОГРАММА

кандидатского минимума по специальности «гидробиология» 03.02.10

(утверждена Ученым советом биологического факультета МГУ 07 апреля 2011 г. (протокол №3))

1. Гидробиология как наука о надорганизменных водных системах

Место гидробиологии в системе биологических наук. Предмет гидробиологии. Цели и задачи. Основные научные направления и подходы к изучению объекта (описательный, количественный, системный). Научные школы в отечественной гидробиологии (Зернов, Скадовский, Зенкевич, Ивлев).

Понятие о системном подходе. Система и слагающие ее элементы. Понятие об организации систем и особенностях структуры. Изолированные, закрытые и открытые системы. Биологические системы. Системы с активным и пассивным управлением.

Биосфера и ее расчленение на биогеографические регионы. Биогеографический регион как крупномасштабная экосистема. Структура биогеографического региона - локальные биоценозы. Соотношение понятий: биоценоз Мебиуса, биотоп Даля, биогеоценоз Сукачева, экосистема Тэнсли и Эванса. Составные части экосистемы, ее абиотическая и биотическая компоненты. Популяция и трофическая группировка как основные подсистемы биотической компоненты экосистемы. Подходы к изучению водного биоценоза: флоро-фаунистический, биотопический, трофический. Границы биоценозов (дискретность и непрерывность биоценозов). Понятие об экотоне. Энергетически зависимые и независимые сообщества.

Круговорот веществ в экосистемах. Живое вещество, его накопление, состав. Масштабы этого процесса в гидросфере и учение о биосфере В.И. Вернадского. Биогеохимические циклы основных элементов живого вещества: углерода, азота, фосфора, кремния. Синтез и распад органического вещества в гидросфере.

Методы исследования водных экосистем. Задача количественной оценки взаимодействия элементов в системе. Однофакторный и многофакторный эксперимент при получении моделей описания связей в экосистемах с помощью регрессионного анализа в экологических исследованиях. Моделирование как специфический подход в изучении и описании экосистем. Типы моделей, прогностические свойства моделей.

2. Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов (проблемы аутоэкологии)

Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения гидробионтов. Кислородный фотосинтез фотоавтотрофов, зависимость фотосинтеза от интенсивности света. Понятие компенсационной точки фотосинтеза. Эффективность использования световой энергии. Фототаксис животных. Адаптация гидробионтов к изменению интенсивности освещения и спектральному составу. Вертикальные миграции гидробионтов.

Температура как фактор, регулирующий жизнедеятельность гидробионтов. Коэффициент Ванг-Гоффа и температурная кривая Крюга.

Температура и распространение организмов. Стено- и эвритермные организмы. Тепловодные и холодноводные организмы. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Широтный градиент и сезонная динамика температуры квазиоднородного поверхностного слоя, термоклин.

Соленость как фактор, определяющий распространение гидробионтов. Адаптации гидробионтов к изменению солености. Осморегуляция и понятие критической солености. Эври- и стеногалинные организмы.

Газовый режим. Растворенный кислород и углекислота. Особенности дыхания гидробионтов в воде. Сероводород, его образование и окисление.

Связь между содержанием кислорода, температурой и фотосинтезом. Суточные и сезонные колебания кислорода.

Активная реакция среды, Eh, pH в воде и грунтах. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале и его влиянии на процессы, связанные с жизнью и активностью гидробионтов.

Гидростатическое давление и его влияние на вертикальное распределение и биологические особенности организмов.

Вода как среда обитания. Химический состав природных вод. Приспособления к водному образу жизни: в толще воды, на поверхности и в толще грунта, в проточных водоемах и в зоне прибоа.

3. Структурные характеристики биотической компоненты экосистемы

Структура популяций, видовая структура сообществ. Олиго- и полимиксные сообщества. Консорции как реальная единица структуры биоценоза (В.Н. Беклемишев, Л.Г. Раменский). Методы количественной оценки структуры (биомасса, число видов, разнообразие связей). Показатели разнообразия и сходства. Уровни видового разнообразия. Доминирующие формы, ключевые виды и виды - эдификаторы. Относительное обилие популяций как показатель структуры сообщества. Модели относительного обилия, их ограничения.

Трофическая структура сообществ. Понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Продуценты, консументы, редуценты.

Отношения организмов в пределах одной трофической группы. Пищевая конкуренция. Принцип Гаузе, его ограничения. Парадокс планктона.

Отношения организмов различных трофических группировок. Взаимодействия типа хищник - жертва. Опыты Гаузе и математические модели Лотки и Вольтерра. Современные модели трофических отношений. Трофические цепи и сети.

Методы количественных оценок пищевых взаимоотношений организмов в сообществе. Классификация гидробионтов по типу питания. Пищевая избирательность. Рационы, усвояемость пищи.

Пространственная структура сообществ. Количественная и качественная неоднородность сообществ, типы пространственного распределения. Факторы и механизмы, обуславливающие пространственную неоднородность планктона и бентоса. Основные деления водной биоты.

Население водной толщи. Планктон и нектон. Вертикальное распределение и миграции гидробионтов. Горизонтальное распределение и активные миграции гидробионтов. Перемещение водных масс и проблема их биоиндикации.

Население границы раздела “вода-воздух”. Нейстон, плейстон. Население границы раздела “вода-грунт”. Инфауна и эпифауна.

Население грунтов. Инфауна и интерстициальная фауна. Механизмы экспатриации (выноса), миграции и интродукции гидробионтов и проблема перестройки биоценозов. Акклиматизация гидробионтов.

Понятие экологической ниши. Трофический и пространственный аспекты. Фундаментальная ниша Д. Э. Хатчинсона. Потенциальная и реализованная ниша. Закономерности нишевой структуры сообществ.

4. Функциональные характеристики сообществ

Представления о продукции как о важнейшей функциональной характеристике сообществ. Основные понятия — первичная, вторичная и конечная продукция.

Удельная продукция (П/Б-коэффициент). Вопросы терминологии (продукция, продуктивность). Выражение продукции в единицах энергии и единицах массы.

Первичная продукция. Фотосинтез и хемосинтез. Валовая и чистая продукция. Особенности процессов создания первичной продукции в наземных и водных системах. Первичная продукция морей, океанов и континентальных водоемов (масштаб и пространственно-временная гетерогенность). Эффективность утилизации солнечной энергии. Световые и темновые реакции фотосинтеза. Связь фотосинтетической активности с факторами среды (свет, минеральное питание, температура, структура водных масс). Фотическая зона: компенсационная и критическая глубины. Методы определения первичной продукции (скляночные методы, по хлорофиллу, по изменению содержания кислорода в фотической зоне, флуоресцентные методы и др.). Чувствительность методов, достоинства и недостатки.

Бактериальная продукция. Численность и биомасса, методы расчета бактериальной продукции. Прямое микроскопирование, содержание АТФ, скорость размножения (время генерации), радиоуглеродные и тимидиновый методы. Бактериальная продукция водной толщи, осадков и обрастаний в морях и континентальных водоемах.

Продукция консументов (так называемая “вторичная” продукция). Фитофаги и зоофаги. Методы определения продукции популяций без постоянного пополнения (метод П. Бойсен-Иенсена и его модификации). Расчет продукции популяций с постоянным пополнением (графический, “физиологический” методы расчета), Радиоуглеродные методы. Определение продукции эксплуатируемых популяций по данным промысловой статистики и учета пополнения. Трофические коэффициенты — K_1 , K_2 . Оценка продукции различных групп консументов в региональном аспекте.

Деструкция органического вещества. Основные представления о прижизненном распаде органического вещества. Дыхание и пищеварение как основные функциональные механизмы разрушения органического вещества живым организмом. Их количественная оценка. Связь между интенсивностью обмена и весом тела, методы оценки. Активный, пассивный и стандартный обмен. Уравнение Бергаланфи.

5. Формирование, развитие и устойчивость экосистем

Понятие сукцессии как процесса развития экосистемы. Первичная и вторичная сукцессии, их характерные особенности. Движущие силы и направление сукцессии. Зрелость экосистем и концепция климакса.

Виды сукцессии. Исторические сукцессии и эволюция экосистем. Циклические сукцессии. Сезонные сукцессии и биологические сезоны. Пространственно-динамический аспект развития сообществ пелагиали. Нарушения и восстановительные сукцессии (естественные и антропогенные).

Устойчивость природных экосистем. Различные способы ее оценки. Устойчивость по Ляпунову. Эмпирические подходы. Устойчивость, стабильность и сложность. Гомеостаз системы как основной механизм поддержания устойчивости.

Устойчивость экосистем к антропогенному воздействию и концепция предельно допустимого воздействия (ПДВ).

6. Накопление и разрушение (минерализация) органического вещества в экосистеме

Формы существования органического вещества в экосистеме — живое; детрит, взвешенное, растворенное. Количественное соотношение между ними в водной толще и грунтах, пути взаимных переходов. Пищевая доступность органического вещества. Развитие представлений о важности растворенного органического вещества для существования и интеграции водных сообществ. Экологический метаболизм.

Накопление органического вещества в экосистемах. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество. Соотношение между ними в экосистемах различного типа. Прижизненные выделения органического вещества растительными и животными организмами, их экологическая роль. Влияние условий внешней среды на интенсивность выделения растворенного органического вещества.

Разложение органического вещества в экосистемах. Прямое химическое окисление органических веществ. Стойкое и нестойкое органическое вещество. Водный гумус. Ферментативный распад, связанный с активностью гидробионтов. Экзоферменты.

Разложение органического вещества при дыхании и переваривании пищи. Связь интенсивности разложения с концентрацией пищи (величиной рациона). Включение в рационы гидробионтов живого вещества, детрита и растворенного органического вещества.

Разложение мертвого органического вещества сапрофитными формами жизни. Роль бактерий, грибов и простейших в экосистеме. Мусорщики и сапрофаги.

Понятие баланса органического вещества в экосистеме. Методы расчета. Пирамида биомасс. Поток энергии через экосистему. Эффективность использования энергии организмами различных трофических уровней. Энергетическая пирамида. Понятие о типах пищевых цепей (пастбищный и детритный), их особенности в разных типах экосистем. Поток энергии через систему по цепи хищник — жертва и по детритной цепи. Понятие «микробной петли». Сравнение эффективности использования энергии в системах разного типа. Невозможность оценки метаболических связей в сообществах в рамках энергетического подхода.

Сбалансированность процессов накопления и потребления органического вещества в трофической цепи. Степень удовлетворения

пищевых потребностей. Напряженность трофических связей.

7. Проблемы частной гидробиологии (типология водоемов)

Классификация водоёмов: океаны и моря, озера и водотоки, водохранилища и пруды. Вертикальная экологическая зональность водоемов, основные черты ее структуры: бенталь моря и океана— супралитораль, литораль, сублитораль (зона шельфа), батияль (материковый склон), абиссаль (ложе океана), ультраабиссаль (глубоководные желоба). Соответствующие подразделения в пелагиали — эпипелагиаль, мезопелагиаль, батипелагиаль, абиссапелагиаль. Климатическая зональность водоемов - арктическая, бореальная, тропическая, нотальная и антарктическая зоны.

Важнейшие абиотические характеристики водоемов.

Соленость. Классификация водоемов по содержанию соли в воде и фаунистический состав. Соленость и пространственное распределение гидробионтов.

Свет. Солнечная радиация и закономерности распространения света в водной среде. Цветность воды.

Температура. Температурная стратификация, ее сезонная и широтная, изменчивость. Термоклин. Эпилимнион и гиполимнион в озерах. Прямая и обратная температурная стратификация. Типы озер по термическому режиму (тропические, умеренные и полярные). Роль термоклина в существовании сообществ эпипелагиали океана, его “проницаемость” для мигрирующих интерзональных видов.

Особенности термического и солевого режима. ТС-кривые как индикаторы водных масс. Пикноклин как нижняя граница биотопа фитопланктона в пелагиали.

Водные массы. Течения. Общая схема циркуляции вод в океане. Основные конвергенции и дивергенции. Перемешивание водных масс. Турбулентность. Конвекция и адвекция. Приливно-отливные явления. Ветровое перемешивание. Голомиктические и меромиктические озера (по Хатчисону).

Важнейшие биотические характеристики водоемов.

Трофность. Биологическая классификация водоемов: эвтрофные, олиготрофные, мезотрофные, дистрофные.

Продуктивность. Основные представления о продуктивности как важнейшей характеристики водоема. Конечная продукция. Соотношение между первичной и конечной продукциями. Продуктивность водоемов различной трофности.

Продуктивные районы морей и океанов, их характеристика. Зависимость продуктивности донных сообществ от продуктивности фотической зоны.

Потенциальная продуктивность водоемов и биологические ресурсы океана.

8. Проблемы частной гидробиологии (особенности пространственной и трофической структуры основных природных экосистем)

Моря и океаны.

Концепция биологической структуры океана. Общие закономерности пространственного распределения жизни в Мировом океане.

Пелагиаль. Фитопланктон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики фитопланктона и факторы, их определяющие. Зоопланктон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики зоопланктона и факторы, их определяющие. Суточные, онтогенетические и сезонные вертикальные миграции. Биогеографическое районирование пелагиали океана.

Ихтиофауна. Рыбы эпипелагиали, мезопелагиали, глубоководные и придонные. Комплекс неритических видов. Систематический состав и закономерности географического распространения. Роль в трофических цепях пелагиали.

Пелагические сообщества, их структурно-функциональные характеристики. Глубоководные сообщества. Сообщества тропиков, умеренных и полярных районов северного и южного полушарий.

Бенталь. Количественное распределение донного населения в Мировом океане и факторы, его определяющие. Методы количественной оценки. Фитобентос, видовой состав, вертикальная структура и географическая зональность. Зообентос, видовой состав мелководного и глубоководного бентоса. Микро-, мейо- и макробентос. Основные факторы, влияющие на распределение и состав донной фауны. Донная фауна как пищевая база бентосоядных рыб.

Биогеографическое районирование донной фауны Мирового океана. Донные сообщества литорали, коралловых рифов, шельфа, глубин океана.

Сообщества обрастаний - перифитон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики и факторы, их определяющие.

Экосистемы континентальных водоемов.

Реки. Масштаб перемещения в Мировой океан речными водами растворенных и взвешенных веществ. Биосток. Условия жизни (турбулентное перемешивание водных масс и выравнивание гидрологических градиентов).

Реопланктон. Доминирующие группы планктона.

Бентос. Лито-, аргилло-, пелореофильные формы. Биогидрологические профили. Перифитон. Растения-эдификаторы и полночленность консорциев. Нектон. Проходные и полупроходные рыбы.

Озера. Сточные и бессточные. Конвективное и ветровое перемешивание. Пресные, солоноватые, соленые и гиперсоленые озера. Лиманы. Лимнобионты (планктон, бентос, макрофиты, перифитон). Доминирующие формы. Сезонные явления, особенности вертикального распределения. Ихтиофауна, озерные, озерно-речные и проходные рыбы.

Болота. Гидрологический и гидрохимический режимы. Основные представители флоры и фауны.

Водохранилища. Особенности гидрологического режима. Колебания уровня и осушная зона. Состав населения. Основные черты сообществ пелагиали и бентали. Стадии формирования экосистем водохранилищ. Проблема эвтрофикации, “цветение” водохранилищ.

Пруды. Плотинные, копаные и наливные. Видовое разнообразие сообществ и продуктивность прудов. Прудовое хозяйство, особенности нерестовых, выростных и зимовальных прудов.

Каналы. Особенности гидрологического режима. Особенности формирования флоры и фауны. Межбассейновые миграции.

9. Проблемы прикладной гидробиологии

Промысел рыбы и гидробионтов.

Промысловая продукция океана. Уровень современного вылова. Состояние и перспективы промысла по регионам и типам объектов (рыбы, беспозвоночные, водоросли и млекопитающие). Промысловая ихтиофауна и ее биогеографические комплексы. Хозяйственное освоение шельфов морей.

Эксплуатация природных сообществ и аквакультура. Гидробионты - объекты аквакультуры.

Промысловая продукция континентальных вод. Удобрение водоёмов и рыборазведение. Акклиматизация кормовых объектов и промысловых организмов. Растительные рыбы.

Проблема обрастания. Обрастания судов и технических сооружений. Заращение водотоков. Меры борьбы.

Загрязнение водной среды как биосферный процесс. Основные загрязнители водоемов, их влияние на функционирование и устойчивость водных сообществ. Нефть, тяжелые металлы, пестициды, детергенты, бытовые стоки. Радиоактивное и термическое загрязнения. Принципы биологического мониторинга. Биотестирование, биоиндикация. Токсикологическое нормирование. Предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимый сброс (ПДС), ориентировочно-безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязнителей.

Водоемы как источники питьевого и хозяйственного водоснабжения. Проблема чистой воды. Биологическое самоочищение водоемов. Организмы — показатели сапробности вод. Охрана водоёмов.

Рациональное использование биологических ресурсов водоемов. Проблемы рационального использования биологических ресурсов водоемов и управление их продуктивностью. Регламентация и регулирование промысла. Математическое моделирование динамики численности промысловых объектов. Подходы к управлению биологической продуктивностью водоёмов.