

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Биологический факультет

Кафедра ихтиологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Продукционная гидробиология

Кафедра ихтиологии биологического факультета

Образовательная программа
35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

Направленность (профиль) программы
Ихтиология

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины:
входит в часть ОПОП формируемую участниками
образовательных отношений,
дисциплина по выбору

Махачкала, 2021 год

Рабочая программа дисциплины Продукционная гидробиология составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.08 - Водные биоресурсы и аквакультура (уровень – бакалавриат)
от 17 июля 2017 г. № 668

Разработчик: кафедра ихтиологии, Мирзаханов М. К., к.в.н., доц.


Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры ихтиологии от «30» 06 2021г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Рабазанов Н.И.

на заседании Методической комиссии биологического факультета
от «1» 04 2021 г., протокол № 10

Председатель  Рамазанова П.Б.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «9» 04 2021 г. 

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Продукционная гидробиология» входит в блок дисциплин по выбору вариативной части образовательной программы бакалавриата по направлению 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой ихтиологии.

Дисциплина «Продукционная гидробиология» базируется на курсах базовой части математического и естественнонаучного цикла, читаемых в 1-5 семестрах.

Студенты, обучающиеся по данному курсу на первом этапе должны знать основы элементарной математики, зоологии и гидробиологии, ихтиологии, биологических основ рыбоводства, иметь представление о методах гидробиологических исследований, о живых кормах и кормовых организмах, о продукционных показателях видовых популяций и т.д.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных - ОПК-4, ОПК-5; профессиональных - ПК-4.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: *собеседования, контрольная работа* и промежуточный контроль в форме *зачета*.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц или 144 часа, в том числе: аудиторные занятия – 44 часов (лекции – 16 часов, лабораторные занятия – 28 часа), самостоятельная работа – 100 часа.

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
6	144	44	16	28				100	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Продукционная гидробиология» является ознакомление студентов с теорией биологической продуктивности водных экологических систем, как одной из центральных задач современной биологии, гидробиологии и экологии. Без знания структурных и функциональных особенностей водных экологических систем, их продукционных возможностей, невозможно рациональное использование биологических ресурсов, охрана гидросферы и научное прогнозирование ее состояния.

Задачей курса является:

- ознакомление с основными закономерностями биологических явлений и процессов, происходящих в гидросфере;
- формирование у студентов представлений о первичной, вторичной, конечной и удельной продукции;
- изучение методов определения продукции популяций и биоценозов как надорганизменных форм жизни с характерными структурными и функциональными особенностями;
- ознакомление с биологической продуктивностью и экологическими аспектами проблемы чистой воды и охраны водных экосистем;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Продукционная гидробиология» входит в блок дисциплин по выбору вариативной части образовательной программы бакалавриата по направлению 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Дисциплина Декоративное рыбоводство базируется на курсах цикла естественнонаучных дисциплин, читаемых в 1 – 5 семестрах: Зоология, Экология, Водные растения, Биология с основами экологии, Экология водных организмов, Биологические основы рыбоводства, Гидробиология, Ихтиология.

Студенты, обучающиеся по данному курсу на первом этапе должны знать основы элементарной математики, гидробиологии, биологических основ рыбоводства, иметь представление о методах гидробиологических исследований, о живых кормах и кормовых организмах, о продукционных показателях видовых популяций, основы зоологии беспозвоночных и должны владеть материалом по курсам «Экология водных организмов» и «Фауна Каспийского моря».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК- 4. Способен обосновать и готов реализовать современные технологии в профессиональной деятельности	ИД-1ОПК-4 Обосновывает и реализует современные технологии оценки состояния водных биоресурсов, искусственного воспроизводства и выращивания рыб и других гидробионтов, лечебно - профилактических мероприятий в рыбоводных хозяйствах	Знает: современное состояние и перспективы развития аквакультуры, диагностические и лечебно - профилактические мероприятия в рыбоводных хозяйствах; Умеет: работать с современными приборами и оборудованием при выращивании посадочного материала и товарной продукции рыбоводства, формировать ремонтно-маточное стадо основных объектов рыбоводства; Владеет: методами гидрохимии, гидробиологии, гидротехники и ихтиологии для анализа и интерпретации результатов исследования с применением современного вычислительного программного обеспечения.
ОПК – 5. Готов к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1ОПК-5 Проводит лабораторные анализы образцов воды, планктона, рыб и других гидробионтов	Знает: основные методы рыбохозяйственных экологических исследований, правила и условия их выполнения Умеет: проводит исследование внешнего и внутреннего состояния гидробионтов Владеет: лабораторными методами исследования образцов воды, планктона, рыб и других гидробионтов
ПК-4. Способен применять современные методы научных исследований в области водных биоресурсов и аквакультуры	ИПК-4. Применяет современные методы научных исследований в области водных биоресурсов и аквакультуры для определения их запасов.	Знает: современные методы научных исследований в области водных биоресурсов и аквакультуры для определения их запасов Умеет: самостоятельно осваивать дополнительную литературу по учебной дисциплине и проводить научные исследования в аквакультуре Владеет: навыками работы с лабораторным и полевым оборудованием, ведения документации о наблюдениях и экспериментах

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины 3 зачетных единиц или 144 часа, в том числе: аудиторные занятия – 44 часов (лекции – 16 часов, лабораторные занятия – 28 часа), самостоятельная работа – 100 часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр// Неделя семестра		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Всего часов	Формы текущего контроля (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия	Самост. работа студентов		
Модуль 1. Продукционная характеристика водных экосистем								
1.	Определение и содержание продукционной гидробиологии	6	1-2	2	2	4	8	Собеседование
2.	Популяционно-видовая структура сообщества. Эффективность индексов разнообразия и сравнения.	6	3-5	2	4	8	14	Прием лабораторных заданий
3.	Трофическая структура сообщества. Продуценты, консументы, редуценты.	6	6-8	2	4	8	14	Прием лабораторных заданий.
	Итого по модуль № 1			6	10	20	36	
Модуль 2. Виды продукции гидробионтов								
1.	Основные понятия - первичная, вторичная, удельная и конечная продукция.	6	9-10	2	4	12	18	Собеседование
2.	Бактериальная продукция. Вторичная продукция. Продукция коловраток	6	13-15	2	4	12	18	Собеседование
2.	Итого по модуль № 2	6		4	8	24	36	
Модуль 3. Методы определения продукции гидробионтов								
1.	Сбор и обработка количественных и качественных проб зоопланктона и зообентоса	6	11-12	2	2	8	12	Прием лабораторных заданий
2.	Определение продукции планктонных ракообразных	6	16-17	2	4	6	12	Прием лабораторных заданий
3.	Определение продукции животных с растянутым периодом развития	6	18-19	2	4	6	12	Собеседование
	Итого по модуль № 3	6		6	10	20	36	
	Зачет	6				36	36	
	Всего			16	28	100	144	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Продукционная характеристика водных экосистем

Тема 1. Определение и содержание продукционной гидробиологии.

Содержание: Введение. Определение и содержание продукционной гидробиологии. История развития продукционной гидробиологии. Возникновение морских и пресноводных биостанций. Экспедиционные исследования. Развитие отечественной продукционной гидробиологии.

Тема 2. Популяционно-видовая структура сообщества. Эффективность индексов разнообразия и сравнения.

Содержание: Популяционно-видовая структура сообществ. Оценка таксономического богатства сообщества. Индексы разнообразия. Относительная эффективность и пригодность индексов. Индексы сравнения. Энергетический подход при описании структуры сложного сообщества – учет численности и биомассы отдельных составляющих сообщество видов.

Сукцессии как временной аспект структуры сообществ. Первичная и вторичная сукцессии. Сукцессионные изменения озер и механизмы, лежащие в основе этого процесса.

Тема 3. Трофическая структура сообщества. Продуценты, консументы, редуценты.

Содержание: Трофическая структура сообщества. 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.

Трофические цепи и сети. Колебание численности популяций как результат запаздывания отклика при взаимодействии хищника и жертвы.

Модуль 2. Виды продукции гидробионтов

Тема 1. Основные понятия - первичная, вторичная, удельная и конечная продукция.

Содержание: Представления о продукции как о важнейшей функциональной характеристике сообществ. Формирование представлений о продукции. Основные понятия - первичная, вторичная и конечная продукция. Удельная продукция. (П/Б - коэффициент) . Вопросы терминологии (продукция, продуктивность) . Выражение продукции в единицах энергии и единицах массы.

Тема 2. Бактериальная продукция. Вторичная продукция. Продукция коловраток.

Содержание: Бактериальная продукция. Численность и биомасса бактерий, методы расчета бактериальной продукции (прямое микроскопирование, АТФ, скорость размножения (время генерации), радиоуглеродные методы). Бактериальная продукция водной толщи, осадков и обрастаний в морях и континентальных водоемах. Расчет продукции популяций с постоянным пополнением (первый и второй варианты графического метода, “физиологический” метод расчета). Радиоуглеродные методы.

Продукция консументов (“вторичная” продукция). Определение продукции коловраток. Методы определения продукции популяций без постоянного пополнения (метод Бойсен-Иенсена и его модификации).

Модуль 3. Методы определения продукции гидробионтов

Тема 1. Сбор и обработка количественных и качественных проб зоопланктона и зообентоса

Содержание: Первичная продукция. Фотосинтез и хемосинтез. Валовая, эффективная и чистая продукция. Отличия процессов создания первичной продукции в наземных и водных системах. Первичная продукция морей и океанов и континентальных водоемов (масштаб и распределение). Степень утилизации солнечной энергии. Методы определения первичной продукции (скляночные методы, по хлорофиллу, по радиоуглероду, по изменению содержания кислорода в фотической зоне, по изменению активной кислотности и др.). Их достоинства, недостатки и ошибки.

Тема 2. Определение продукции планктонных ракообразных.

Содержание: Продукция планктонных ракообразных, олигохет, пресноводных моллюсков. Определение продукции эксплуатируемых популяций по данным промысловой статистики и учета пополнения.

Соотношение продукции с общим потоком энергии через популяцию. Оценка продукции различных групп консументов в региональном аспекте.

Тема 3. Определение продукции животных с растянутым периодом развития.

Содержание: Продукция биоценозов. Определение продукции биоценозов. Фитофаги и зоофаги. Методы определения валовой продукции, П/Б коэффициенты. Поток энергии и вещества в сообществах. Автохтонное и аллохтонное вещество водных биоценозов. Сравнение сообществ по продуктивности. Общие особенности продукционного процесса на примере горных водохранилищ и озер. 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.

4.3.2. Содержание лабораторных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Продукционная характеристика водных экосистем

- Лабораторная работа № 1. Методы сбора и обработки фито-, зоопланктона – 2ч.

Цель занятия: Ознакомить с методами сбора и обработки фито-, зоопланктона.

- Лабораторная работа № 2 Видовой состав, количество, биомасса и сезонная динамика зоопланктона - 4ч.

Цель занятия: Научить определять видовой состав, количество, биомассу и сезонную динамику зоопланктона.

- Лабораторная работа № 3. Продукция консументов - 4ч.

Цель занятия: Изучить трофическую структуру сообщества и зависимость продукции консументов от состояния предыдущего звена пищевой цепи.

Модуль 2. Виды продукции гидробионтов

- Лабораторная работа № 1. Первичная, вторичная, удельная и конечная продукция - 4ч.

Цель занятия: Выяснить отличительные особенности первичной, вторичной, удельной и конечной продукции.

- Лабораторная работа № 2. Бактериальная продукция - 4ч.

Цель занятия: Изучить методы расчета бактериальной продукции (прямое микроскопирование, АТФ, скорость размножения (время генерации), радиоуглеродные методы). – 2ч.

Модуль 3. Методы определения продукции гидробионтов

- Лабораторная работа № 1. Методы сбора и обработки зоопланктона и зообентоса - 2ч.

Цель занятия: Научить самостоятельно осуществлять сбор и обработку зоопланктона и зообентоса с помощью современных методов исследования.

- Лабораторная работа № 2. Определение продукции планктонных ракообразных - 4ч.

Цель занятия: Изучить методы определения продукции планктонных ракообразных.

- Лабораторная работа № 3. Определение продукции животных с растянутым периодом развития- 4ч.

Цель занятия: Изучить методы определения продукции животных с растянутым периодом развития.

5. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Продукционная гидробиология» используется комплекс образовательных технологий, состоящий из: некоторых представлений планируемых результатов обучения; средств диагностики текущего состояния обучения студентов; набора моделей обучения студентов; критериев выбора оптимальных моделей для данных конкретных условий.

Во время аудиторных занятий занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, а лабораторные занятия - в лаборатории «Морской биологии», в аквареальном комплексе, используется также компьютерный класс биологического факультета ДГУ с использованием специальных вычислительных и игровых программ и полевого оборудования, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в написании рефератов) и при выполнении аудиторных работ и индивидуальную работу студента в компьютерном классе отделения или в Научной библиотеке Даггосуниверситета.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов на кафедре ихтиологии является важным видом учебной и научной деятельности студента. Она играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на СРС. В связи с этим, обучение в ДГУ включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента специальности «Водные биоресурсы и аквакультура».

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования - "подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем "Консультант-плюс", "Гарант", глобальной сети "Интернет";

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;

- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;

- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

Самостоятельная работа по дисциплине ««Производственная гидробиология»»

Содержание	Кол-во часов
История развития производственной гидробиологии.	2
Основные биотопы водоемов: пелагиаль, бенталь, нейсталь; жизненные формы, соответствующие этим биотопам.	4
Кормовые ресурсы, кормовая база, кормность водоемов и обеспеченность пищей.	4
Биологическая продуктивность водных экосистем и пути ее повышения	4
Влияние температуры на производственные показатели фитопланктона.	4
Влияние температуры на производственные показатели зоопланктона.	4
Влияние температуры на производственные показатели зообентоса.	4
Биологические ресурсы гидросферы, их освоение и воспроизводство промысловых гидробионтов	4
Охрана и повышение эффективности естественного воспроизводства промысловых гидробионтов	4
Гидробиологические аспекты аквакультуры	4
Формирование фауны планктона и бентоса озер, прудов, рек и водохранилищ	4
Формирование и состав фауны Каспийского моря	4
Биологическая продуктивность Каспийского моря	4
Типы прудов и озер, состав населения, планктон и бентос.	4
Состав, происхождение и формирование фауны рек. Планктон и бентос.	4
Факторы, определяющие биологическую продуктивность водоемов.	4
Вторичная продукция и пути повышения биологической продуктивности водоемов	2
Роль отдельных групп гидробионтов в продуктивности водных экосистемах	2
Современные методы сбора и обработки фитопланктона	2

Современные методы сбора и обработки зоопланктона.	2
Современные методы сбора и обработки зообеноса	2
Количественный учет групп гидробионтов, орудия сбора	2
Качественный учет групп гидробионтов, орудия сбора	2
Оценка функциональной роли отдельных групп гидробионтов в экосистеме.	2
Оценка продукции биоценоза через продукцию трофической цепи.	2
Первичная продукция, методы расчета	2
Вторичная продукция, методы расчета	2
Чистая и валовая продукция сообществ.	2
Продукция коловраток, методы расчета	2
Продукция веслоногих рачков, методы расчета	2
Продукция ветвистоусых рачков, методы расчета	2
Структура, величина и плотность популяций.	2
Структура популяций. Внутрипопуляционные отношения гидробионтов.	2
Воспроизводство, динамика численности и биомассы популяций	2
Плодовитость, смертность и выживаемость популяций	2
Оформление результатов гидробиологических исследований	2
Итого:	100

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК- 4.	Способен обосновать и готов реализовать современные технологии в профессиональной деятельности	<p>Знает: современное состояние и перспективы развития аквакультуры, диагностические и лечебно - профилактические мероприятия в рыбоводных хозяйствах;</p> <p>Умеет: работать с современными приборами и оборудованием при выращивании посадочного материала и товарной продукции рыбоводства, формировать ремонтно-маточное стадо основных объектов рыбоводства;</p> <p>Владеет: методами гидрохимии, гидробиологии, гидротехники и ихтиологии для анализа</p>	Устный опрос, письменный опрос, собеседование
ОПК – 5.	Готов к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	<p>Знает: основные методы рыбохозяйственных и экологических исследований, правила и условия их выполнения</p> <p>Умеет: проводит исследование внешнего вида и внутреннего состояния гидробионтов</p> <p>Владеет: лабораторными методами исследования образцов воды, планктона, рыб и других гидробионтов</p>	Устный опрос, письменный опрос, собеседование
ПК-4.	Способен применять современные методы научных исследований в области водных биоресурсов и аквакультуры	<p>Знает: современные методы научных исследований в области водных биоресурсов и аквакультуры для определения их запасов</p> <p>Умеет: самостоятельно осваивать дополнительную литературу по учебной дисциплине и проводить научные исследования в аквакультуре</p> <p>Владеет: навыками работы с лабораторным и полевым оборудованием, ведения документации о наблюдениях и экспериментах</p>	Устный опрос, письменный опрос, собеседование

7.2. Типовые контрольные задания

7.2.1. Примерные темы рефератов по разделам дисциплины

1. Гидробиологический режим рыбохозяйственных водоемов.
2. Гидробиологический режим и формирование кормовой базы водохранилищ
3. Фитопланктон выростных и нагульных прудов
4. Фитопланктон Аграханского и Кизлярского заливов Каспийского моря
5. Первичная продукция рыбохозяйственных водоемов
6. Продукция зоопланктона в выростных и нагульных прудах
7. Продукция зоопланктона рек Дагестана
8. Зоопланктон и формирование кормовой базы горных водоемов
9. Значение беспозвоночных в питании личинок и молоди промысловых рыб
10. Коловратки, качественное и количественное развитие в прудах
11. Видовой состав и экология коловраток горных водоемов
12. Формирование и состав фауны коловраток побережья Каспийского моря
13. Массовое культивирование планктонных коловраток
14. Продукция коловраток в естественных водоемах
15. Сезонная динамика численности и биомассы коловраток в рыбохозяйственных водоемах
16. Кормовая база и кормность Кизлярского и Аграханского заливов
17. Динамика развития коловраток в рр Терек, Сулак и Самур
18. Качественное и количественное развитие ветвистоусых рачков в прудовых хозяйствах
19. Видовой состав и экология ветвистоусых рачков в горных водоемах
20. Формирование и состав фауны ветвистоусых рачков Дагестанского побережья Каспийского моря
21. Массовое культивирование ветвистоусых
22. Динамика развития и продукция ветвистоусых в естественных водоемах
23. Сезонная динамика численности и биомассы ветвистоусых в рыбохозяйственных водоемах
24. Динамика развития ветвистоусых в реках Дагестана
25. Видовой состав и динамика развития веслоногих рачков во внутренних водоемах
26. Влияние факторов среды на рост гидробионтов
27. Плодовитость, смертность и выживаемость массовых форм гидробионтов
28. Продуктивность внутренних водоемов и пути ее повышения
29. Акклиматизация гидробионтов и гидробиологические аспекты аквакультуры
30. Динамика развития и продукция речных раков во внутренних водоемах
31. Формирование донной фауны Кизлярского и Аграханского заливов

32. Рост и развитие двустворчатых моллюсков в Кизлярском и Аграханском заливах

33. Роль насекомых в формировании донной фауны внутренних водоемов

34. Формирование и состав фауны бентосных организмов горных водоемов

35. Видовой состав и значение высших водных растений в биологической мелиорации внутренних водоемов

36. Формирование фауны в первые и последующие годы существования водохранилищ

7.2.2. Контрольные вопросы и задания для аттестации по итогам освоения дисциплины.

В течение преподавания курса «Продукционная гидробиология» в качестве форм текущей аттестации студентов используются такие формы, как заслушивание и оценка доклада по теме реферата, собеседование при приеме результатов лабораторных работ с оценкой. По итогам обучения в 6-м семестре проводится зачет (0,3 часа/студент).

7.2.3. Перечень вопросов к зачету

1. Определение и содержание продукционной гидробиологии.
2. Развитие отечественной продукционной гидробиологии.
3. Современные методы сбора и обработки фитопланктона
4. Оценка функциональной роли отдельных групп гидробионтов в экосистеме
5. Количественный учет групп гидробионтов, орудия сбора
6. Качественный учет групп гидробионтов, орудия сбора
7. Методы сбора и обработки бентоса
8. Оформление результатов гидробиологических исследований
9. Приспособления планктона к пелагическому образу жизни
10. Типы миграций, причины и значение миграций
11. Современные методы сбора и обработки зоопланктона
12. Нектон. Формы тела и способы активного плавания нектона
13. Специфичность бентали как среды обитания.
14. Экологические группировки донных организмов. Биология организмов обрастания
15. Влияние температуры на продукционные показатели фитопланктона.
16. Влияние температуры на продукционные показатели зоопланктона.
17. Влияние температуры на продукционные показатели зообентоса.
18. Приспособления растений и животных к световым условиям водной толщи.
19. Классификация водных организмов в зависимости от характера питания
20. Кормовые ресурсы водоемов. Кормовая база. Кормность водоемов и обеспеченность пищей

21. Способы добывания пищи гидробионтами. Спектры питания
22. Соматический и генеративный рост гидробионтов. Удельная скорость роста
23. Формы и продолжительность развития гидробионтов.
24. Структура, величина и плотность популяций.
25. Структура популяций. Внутрипопуляционные отношения гидробионтов.
26. Воспроизводство, динамика численности и биомассы популяций
27. Плодовитость, смертность и выживаемость популяций
28. Типы роста популяций. Динамика численности и биомассы популяций
29. Современные методы сбора и обработки зообеноса
30. Биологическая продуктивность водных экосистем и пути ее повышения
31. Первичная продукция, методы расчета
32. Вторичная продукция, методы расчета
33. Продукция коловраток, методы расчета
34. Продукция веслоногих рачков, методы расчета
35. Продукция ветвистоусых рачков, методы расчета
36. Факторы, определяющие биологическую продуктивность водоемов.
37. Вторичная продукция и пути повышения биологической продуктивности водоемов
38. Биологические ресурсы гидросферы, их освоение и воспроизводство промысловых гидробионтов
39. Охрана и повышение эффективности естественного воспроизводства промысловых гидробионтов
40. Гидробиологические аспекты аквакультуры
41. Каспийское море и основные бентические формы Каспия
42. Формирование и состав фауны Каспийского моря
43. Биологическая продуктивность Каспийского моря
44. Типы прудов и озер, состав населения, планктон и бентос.
45. Состав, происхождение и формирование фауны рек. Планктон и бентос.
46. Водохранилища. Процессы формирования фауны водохранилища

7.2.4. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Определение и содержание продукционной гидробиологии.
2. Основные понятия в продукционной гидробиологии, основные биотопы водоемов и жизненные формы, соответствующие этим биотопам.
3. Современные методы гидробиологических исследований.
4. Методы сбора и обработки качественных и количественных проб планктона и бентоса.
5. Приспособления и адаптация планктона и бентоса к пелагическому и бентическому образу жизни.

6. Типы миграций, причины и значение миграций.
7. Биология организмов нейстона и перифитона (организмов обрастания)
8. Экологические группировки донных организмов.
9. Экологическое значение солености и солевого состава воды и устойчивость гидробионтов к колебаниям солености.
10. Температура воды и ее влияние на жизнедеятельность гидробионтов.
11. Характер питания, спектры питания и пищевая элективность водных организмов.
12. Кормовые ресурсы, кормовая база, кормность водоемов и обеспеченность пищей.
13. Формы роста гидробионтов. Влияние факторов среды на рост гидробионтов
14. Структура, величина и плотность популяции, методы определения
15. Рождаемость, плодовитость, смертность и выживаемость популяции
16. Биологическая продуктивность водных экосистем и пути ее повышения
17. Биологические ресурсы гидросферы, их освоение и воспроизводство промысловых гидробионтов
18. Загрязнение водоемов и влияние загрязнений на жизнедеятельность гидробионтов
19. Формирование и состав фауны Каспийского моря
20. Формирование фауны планктона и бентоса озер, прудов, рек и водохранилищ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 40% и промежуточного контроля – 60 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 5 баллов.
- активное участие на практических занятиях – 10 баллов.
- выполнение лабораторных заданий – 10 баллов
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 20 баллов,
- письменная контрольная работа – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Алимов, А.Ф. Продукционная гидробиология / А. Ф. Алимов, В. В. Богатов. - СПб. : Наука, 2013. - 400-00. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ URL: (1шт.)
2. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Наука, 1989. – 152 с.
3. Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. – Л.: Наука, 1983. – 151 с.
4. Бульон В.В. Закономерности первичной продукции в лимнических экосистемах. - СПб.: Наука, 1994. – 222 с.
5. Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. – Минск: Изд-во АН БССР, 1960. – 328 с.
6. Калайда, М.Л. . Гидробиология : учебное пособие / М. Л. Калайда, М. Ф. Хамитова. - СПб. : Проспект Науки, 2013. - 192 с. Местонахождение: ЭБС IPRbooks URL: <http://www.iprbookshop.ru/35881.html>
7. Китаев, С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон / С. П. Китаев ; /Отв. ред. Г.Г. Винберг. - М. : Наука, 1984. - 207 с. ; 21 см. - 2-70. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ URL: (2шт.)
8. Константинов, Александр Степанович. Общая гидробиология : учебник для биолог. спец. унив. / Константинов, Александр Степанович. - М. : Высшая школа, 1972, 1967. - 430 с. - 1-07. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ URL: (8шт.)
9. Голубков С.М., Алимов А.Ф., Богатов В.В. Продукционная гидробиология. М., Наука, 2013. – 320 с.
10. Состояние и проблемы продукционной гидробиологии. Изд-во: КМК, 2006. - 340 с.
11. Крылов П.И. Продукционная гидробиология. М., Природа, 2002. № 8, с. 18-21.
12. Яшнов, Владимир Андреевич. Практикум по гидробиологии : [для биол. специальностей ин-тов] / Яшнов, Владимир Андреевич. - М. : Высш. шк., 1969. - 428 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 417-420. - Указ. родовых назв. организмов: с. 421-425. - 1-10. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ URL: (16шт.)

б) дополнительная литература

1. Абакумов В.А. Продукционные аспекты биомониторинга пресноводных экосистем // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем. – Л.: Наука, 1987. С. 51-61.
2. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биол. внутр. вод. 2000а. № 1. С. 68-82.

3. Винберг Г. Г. Общие основы изучения водных экосистем. – Л.: Наука, 1979. – 273 с.
4. Дзюбан Н.А., Кузнецова С.П. О гидробиологическом контроле качества вод по зоопланктону // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям: Тр. Всес. конф. – Л.: Наука, 1981. С. 117-136.
5. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. – Киев: Наук. думка, 1983. – 206 с.
6. Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря : Мировой океан. Т.1 / Л. А. Зенкевич. - М. : "Советская наука", 1951. - 506 с. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ URL: (1шт.)
7. Константинов, Александр Степанович. Общая гидробиология : учебник для биолог. спец. унив. / Константинов, Александр Степанович. - М. : Высшая школа, 1972, 1967. - 430 с. - 1-07. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ URL: (8шт.)
8. Меншуткин В.В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных. – Л.: Наука, 1971. – 196 с.
9. Методы определения продукции водных животных / Под ред. Г.Г. Винберга. Минск: Высшая школа, 1968. 246 с.
10. Плохинский Н.А. Биометрический анализ в биологии. – М.: МГУ, 1982. – 157 с.
11. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. https://elibrary.ru/query_results.asp
2. <http://www.iprbookshop.ru/366.html>
3. www.edu.dgu.ru - Образовательный сервер ДГУ
4. www.umk.icc.dgu.ru - Электронные учебно-методические комплексы ДГУ
5. www.rrc.dgu.ru - Дагестанский региональный ресурсный центр
6. www.icc.dgu.ru - Информационно-вычислительный центр ДГУ
7. www.isu.dgu.ru - Информационная система "Университет"

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекционные занятия по дисциплине «Продукционная гидробиология» играют ключевую роль в освоении студентами учебного материала. На них студент учится ориентироваться в содержании предмета для последующего освоения материала во время лабораторных и самостоятельных занятий. Поэтому посещение лекций и состав-

ление их конспектов – неперемное условие успешной учебной деятельности студента. Выписывание специальных терминов и их расшифровка по каждой теме способствует более глубокому пониманию и закреплению учебного материала. Поэтому необходимо обращать внимание на сноски в практикуме с расшифровкой терминов, пользоваться словарями-приложениями к учебникам, Биологическим энциклопедическим словарем, кратким зоологическим словарем.

При прохождении курса «*Продукционная гидробиология*» лабораторные занятия – одна из основных форм обучения. На них студенты изучают натуральных или фиксированных водных организмов, представителей различных систематических групп. Эти занятия идут параллельно и в тесном контакте с экскурсионной работой и существенно дополняют их, наглядно знакомя студентов с особенностями строения и характерными чертами различных систематических групп рыб и беспозвоночных животных. Именно такого рода лабораторные занятия углубляют знания, полученные ранее при изучении биологических дисциплин. Здесь студенты знакомятся с техническими приемами работы с гидробионтами и получают ряд навыков, необходимых для дальнейшей деятельности специалиста (демонстрация, составление коллекций, освоение методики отбора и обработки, наблюдения и др.).

Работа над текстом лекций

Рекомендации по работе над текстами лекции сводятся к конкретным советам, например, на обороте обложки тетради записывается фамилия, имя, отчество преподавателя, его ученая степень и ученое звание. Эта запись расшифровывается кратким рассказом преподавателя о себе, о своих студенческих годах, об опыте слушания лекций и ведения записей.

Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Иногда для этого оставляются лишь широкие поля.

Студентам, по мнению опытных преподавателей вузов, не следует много и подробно записывать на лекции «все подряд». В свою очередь, многие преподаватели диктуют основные положения своей лекции – определения, отличающиеся от приводимых в учебниках, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадоксы, парадигмы, концепции, ситуации, факты-маяки, а также мысли-маяки (ими часто являются остроумные изречения) и др. На первых лекциях стоит специально упражняться в использовании полей: фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения – т.е., превратить тетрадные поля в поля размышлений, бесед с собой, диалогов с товарищами, с преподавателем.

Уже на первом курсе нередко практикуются контрольные задания, ответы на которые в виде рассуждений даются студентами в форме мини-лекции продолжи-

тельностью в несколько минут. Остальные студенты кратко записывают основные положения, отмеченные товарищами. Всем важно быть готовыми к тому, что вступление к лекции на новую тему преподаватель сопровождает по предыдущей лекции: что произвело наибольшее впечатление? какие мысли запомнились? какие факты запомнятся надолго? В это время студенты ведут работу на полях тетрадей.

Запись лекций ведется в произвольной форме. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения); некоторые студенты важнейшие мысли выделяют цветными фломастерами или применяют боковые "фонарики", выделяющие подтемы.

Самим слушателям важно стремиться к специальной - предметной - интерпретации сообщаемых общих знаний. Предполагаются и систематические возвращения к предыдущим текстам.

Слушание и записывание лекций является одной из решающих форм самообразования студентов-заочников. С ней, с этой формой, связана и работа с литературой, и составление планов, тезисов, конспектов, и приучение к использованию современной техники хранения информации, и подготовка к коллоквиуму, зачету, экзамену, к написанию докладов, рефератов, курсовых работ. Именно активное слушание лекций создает предварительные условия для вовлечения первокурсников в самостоятельные исследования.

Необходима подготовка к слушанию установочной лекции. Она начинается с ознакомления с общей учебной программой, с просмотра записей предыдущих лекций, восстановления в памяти их материала, с психологического настроя на предстоящую работу.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен, во-первых, общим "умением слушать", во-вторых, стремлением воспринимать материал (воспринимать осмысленно, а не механически), нужное записывая в тетрадь.

Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко, особенно поначалу, вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, у третьих запись получается хаотическая. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Уместны и свои краткие пояснения к записям.

Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно. Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (глубокое осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Главным же средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту обобщающей лекции, например, составить ее развернутый план или тезисы; ответить на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); наконец, придумать и составить проверочные тесты по проблеме, написать и "защитить" по ней реферат, сделать графические схемы.

Если установочная лекция вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), то обобщающая лекция позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной дискуссии, раскрывает теоретическое и прикладное значение проблемы.

Обобщающая лекция может быть и введением в историографию науки, ее разделов, тем, проблем, и историко-научным материалом, позволяющим подробно рассмотреть "методы выдающихся исследований, открытий, перепроверок и опровержений прежних теорий в той или иной науке" (Б.М. Бим-Бад).

Алгоритм работы над обобщающей лекцией предполагает ответы на такие вопросы:

- над какими понятиями следует поработать;
- какие обобщения выявить (обобщение - это мысленное объединение предметов и явлений по их общим и существенным признакам);
- какой учебный материал и как систематизировать;
- какие общие закономерности и принципы удалось выявить;
- какими материалами следует дополнить текст;

- как и по каким параметрам можно провести сравнительный анализ материалов обобщающих лекций.

Система работы над материалами обобщающих лекций входит и в выполнение определенных заданий по тексту лекций.

Задания можно разделить на три уровня.

Задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции).

Задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы).

Задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме).

Подготовка студентов к зачету

Наиболее ответственным этапом в обучении студентов является экзаменационная сессия. На ней студенты отчитываются о выполнении учебной программы, об уровне и объеме полученных знаний. Это государственная отчетность студентов за период обучения, за изучение учебной дисциплины, за весь вузовский курс. Поэтому так велика их ответственность за успешную сдачу экзаменационной сессии.

На сессии студенты сдают экзамены или зачеты. Зачеты могут проводиться с дифференцированной отметкой или без нее, с записью «зачтено» в зачетной книжке. Экзамен как высшая форма контроля знаний студентов оценивается по пятибалльной системе.

Залогом успешной сдачи всех экзаменов являются систематические, добросовестные занятия студента. Однако это не исключает необходимости специальной работы перед сессией и в период сдачи экзаменов. Специфической задачей студента в период экзаменационной сессии являются повторение, обобщение и систематизация всего материала, который изучен в течение года.

Начинать повторение рекомендуется за месяц-полтора до начала сессии. Прежде чем приступить к нему, необходимо установить, какие учебные дисциплины выносятся на сессию и, если возможно, календарные сроки каждого экзамена или зачета.

Установив выносимые на сессию дисциплины, необходимо обеспечить себя программами. В основу повторения должна быть положена только программа. Не следует повторять ни по билетам, ни по контрольным вопросам. Повторение по билетам нарушает систему знаний и ведет к механическому заучиванию, к "натаскиванию". Повторение по различного рода контрольным вопросам приводит к пропускам и пробелам в знаниях и к недоработке иногда весьма важных разделов программы.

Повторение - процесс индивидуальный; каждый студент повторяет то, что для него трудно, неясно, забыто. Поэтому, прежде чем приступить к повторению, реко-

мендуется сначала внимательно посмотреть программу курса, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы и выписать их на отдельном листе.

В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций или семинаров, и др. Ни в коем случае нельзя ограничиваться только одним конспектом, а тем более, чужими записями. Всякого рода записи и конспекты - вещи сугубо индивидуальные, понятные только автору. Готовясь по чужим записям, легко можно впасть в очень грубые заблуждения.

Закончив работу над темой (главой), необходимо ответить на вопросы учебника или выполнить задания, а самое лучшее - воспроизвести весь материал.

Консультации, которые проводятся для студентов в период экзаменационной сессии, необходимо использовать для углубления знаний, для восполнения пробелов и для разрешения всех возникших трудностей. Без тщательного самостоятельного продумывания материала беседа с консультантом неизбежно будет носить «общий», поверхностный характер и не принесет нужного результата.

Есть целый ряд принципов («секретов»), которыми следует руководствоваться при подготовке к экзаменам.

Первый - подготовьте свое рабочее место, где все должно способствовать успеху: тишина, расположение учебных пособий, строгий порядок.

Второй - сядьте удобнее за стол, положите перед собой чистые листы бумаги, справа - тетради и учебники. Вспомните все, что знаете по данной теме, и запишите это в виде плана или тезисов на чистых листах бумаги слева. Потом проверьте правильность, полноту и последовательность знаний по тетрадям и учебникам. Выпишите то, что не сумели вспомнить, на правой стороне листов и там же запишите вопросы, которые следует задать преподавателю на консультации. Не оставляйте ни одного неясного места в своих знаниях.

Третий - работайте по своему плану. Вдвоем рекомендуется готовиться только для взаимопроверки или консультации, когда в этом возникает необходимость.

Четвертый - подготавливая ответ по любой теме, выделите основные мысли в виде тезисов и подберите к ним в качестве доказательства главные факты и цифры. Ваш ответ должен быть кратким, содержательным, концентрированным.

Пятый - помимо повторения теории не забудьте подготовить практическую часть, чтобы свободно и умело показать навыки работы с текстами, картами, различными пособиями, решения задач и т.д.

Шестой - установите четкий ритм работы и режим дня. Разумно чередуйте труд и отдых, питание, нормальный сон и пребывание на свежем воздухе.

Седьмой - толково используйте консультации преподавателя. Приходите на них, продуктивно поработав дома и с заготовленными конкретными вопросами, а не просто послушать, о чем будут спрашивать другие.

Восьмой - бойтесь шпаргалки - она вам не прибавит знаний.

Девятый - не допускайте как излишней самоуверенности, так и недооценки своих способностей и знаний. В основе уверенности лежат твердые знания. Иначе может получиться так, что вам достанется тот единственный вопрос, который вы не повторили.

Десятый - не забывайте связывать свои знания по любому предмету с современностью, с жизнью, с производством, с практикой.

Одиннадцатый - когда на экзамене вы получите свой билет, спокойно сядьте за стол, обдумайте вопрос, набросайте план ответа, подойдите к приборам, картам, подумайте, как теоретически объяснить проделанный опыт. Не волнуйтесь, если что-то забыли.

При подготовке к занятиям необходимо еще раз проверить себя на предмет усвоения основных категорий и ключевых понятий курса.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Информационные технологии:

- лекции с использованием мультимедийных презентаций;
- проектор и экран;
- ноутбук

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Продукционная гидробиология» используются: аквакомплекс ДГУ, многочисленные аквариумы с обитателями, лаборатория биология моря, лаборатория зоологии позвоночных, лаборатория физиологии и иммунологии животных, компьютерный класс биологического факультета ДГУ, специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, Научная библиотека ДГУ.

На лекциях и на практических занятиях используются комплекты иллюстраций (таблицы, плакаты, карты, схемы), приборы, макеты живых систем.