

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования — первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

«28» мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.10 Системная экология

Направление подготовки/специальность 06.04.01 Биология

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация Экология и охрана природы

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация магистр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «*Б1.В.10 Системная экология*» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 06.04.01 Биология

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

С.А. Бергун, доцент, канд. биол. наук

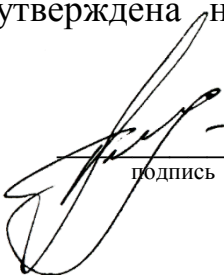
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание


подпись

Рабочая программа дисциплины «*Системная экология*» утверждена на заседании кафедры биологии и экологии растений протокол № 8 «21» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) М.В. Нагалеvский

фамилия, инициалы

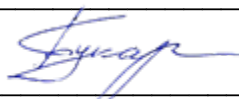

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 9 «28» мая 2021 г.

Председатель УМК факультета О.В. Букарева

фамилия, инициалы


подпись

Рецензенты:

Швыдкая Н.В, доцент кафедры ботаники и общей экологии ФГБОУ ВО «КубГАУ им. И.Т. Трубилина», канд. биол. наук

Улитина Н.Н., доцент кафедры генетики, микробиологии и биохимии ФГБОУ ВО «КубГУ», канд. биол. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель дисциплины: Показать современные проблемы биологии. Развить способность к системному мышлению. Показать возможность практического использования основных биологических теорий, концепций, законов и принципов в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.

1.2 Задачи дисциплины:

1. Изучение принципов формирования отношения человека к природе на основе различных философско-мировоззренческих концепций;
2. Изучение основных принципов системного подхода как методологической основы целостности экологии;
3. Изучение основ системного анализа и путей его применения в экологических исследованиях;
4. Научить использовать знания фундаментальны и теоретически понятий биологии и экологии для осуществления экологического проектирования.
5. Научить использовать знания закономерностей экологических процессов и явлений для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Б1.В.10 Системная экология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как «Учение о биосфере», «Концепции современного естествознания», «Региональная экология», «Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды», «Региональная экология».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ПК-3 Способен осуществлять биологическое и экологическое проектирование, лабораторный контроль и диагностику, контроль за состоянием окружающей среды	
ИПК 3.1. Свободно владеет фундаментальными и теоретическими понятиями биологии и экологии и использует эти знания для осуществления экологического проектирования.	Знает: - основные понятия и место экологии в биологических науках; - принцип системной организации, дифференциации и интеграции функций организма; - принципы формирования и функционирования надорганизменных систем, иметь представление о механизмах, определяющих устойчивость биологических сообществ, о механизмах взаимосвязи организма и среды;
	Умеет: – использовать для осуществления экологического проектирования знания фундаментальных и прикладных разделов биологических и экологических дисциплин.
	Владеет: - фундаментальными и теоретическими понятиями биологии и экологии.
ИПК 3.2. Использует знания закономерностей	Знает:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
экологических процессов и явлений для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов.	- роль биологического многообразия как ведущего фактора устойчивости живых систем и биосферы в целом; - процесс принятия решений при системных исследованиях - современные достижения в области биоэкологии; - экосистемный анализ при исследовании структуры и функционирования экологических систем.
	Умеет: – использовать знания закономерностей экологических процессов и явлений для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов..
	Владеет: - методами экологического мониторинга.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		II семестр (часы)	III семестр (часы)	II семестр (часы)	III семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:	28,2		28,2		
Аудиторные занятия (всего):	28		28		
занятия лекционного типа	14		14		
лабораторные занятия					
практические занятия	14		14		
Иная контактная работа:	0,2		0,2		
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2		0,2		
Самостоятельная работа, в том числе:	43,8		43,8		
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	30		30		
Подготовка к текущему контролю	13,8		13,8		
Контроль:					
Подготовка к экзамену					
Общая трудоемкость	час.	72	72		
	в том числе контактная работа	28,2	28,2		
	зач. ед	2	2		

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		
			Л	ПЗ	Внеаудиторная работа СРС
1	Основные понятия и место экологии в биологических науках. Системный подход в экологии	7,8	2	2	3,8
2	Методология системного анализа. Моделирование и анализ экологических систем	14	2	2	10
3	Методы исследования популяций и экосистем, стохастические и многомерные модели	18	4	4	10
4	Математическое моделирование в экологии сообществ.	16	2	4	10
5	Экосистемный анализ при исследовании структуры и функционирования экологических систем. Продукция экосистем и ее элементов	16	4	2	10
ИТОГО по разделам дисциплины		71,8	14	14	43,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2			
	Подготовка к текущему контролю				
	Общая трудоемкость по дисциплине	72			

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма обучения)

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Основные понятия и место экологии в биологических науках. Системный подход в экологии	Предмет и задачи курса. Основные понятия и разделы экологии. Место экологии в структуре биологических наук, ее значение как системной дисциплины. Принципы системного подхода в экологии.	Устный опрос Коллоквиум № 1
2	Методология системного анализа Моделирование и анализ экологических систем	Характерные черты системного анализа и его основные этапы. Применение системного анализа к экологическим системам. Принципы постановки задач и формулирование целей. Выбор переменных, характеризующих систему и ее управление. Структурное разбиение и моделирование систем. Анализ и прогнозирование условий функционирования в будущем. Роль моделирования при анализе экологических систем и в управлении природопользованием. Сбор информации, использование имеющихся статистических данных и оценок экспертов, постановка специальных экспериментов. Конкретизация количественных взаимосвязей в эколого-экономических системах, проверка количественных взаимосвязей между переменными.	Устный опрос Коллоквиум № 1

3	Методы исследования популяций и экосистем, стохастические и многомерные модели	Основные законы экологии популяций, сообществ, экосистем и биосферы. Применение дисперсионного анализа и регрессионного анализа. Обзор методов исследования популяций животных и экологических систем. Оптимизационные модели межпопуляционных взаимодействий. Многомерные модели: анализ главных компонент, дискриминантный анализ, канонический анализ. Оптимизационные и теоретико-игровые модели в системной экологии.	Устный опрос Коллоквиум № 1
4	Математическое моделирование в экологии сообществ.	Дифференциальные уравнения. Вариационное исчисление. Теория клеточных автоматов. Нейронные сети. «Организменные» модели. Модели, основанные на дифференциальных уравнениях. Моделирование сообществ фитопланктона. Перестройки структуры фитопланктонного сообщества. Дифференциальные уравнения в микробиологии. Концепция лимитирующих факторов. Применение различных способов формализации закона минимума Либиха в моделях с дифференциальными уравнениями. Индикатор лимитирующего ресурса. Развитие концепции лимитирующих факторов. Модели взаимодействия «ресурс – потребитель». Моделирование конкуренции за ресурсы. Совместное потребление ресурсов питания организмами одного трофического уровня. Эффекты влияния световой энергии. Моделирование влияния миграции видов на устойчивость сообщества. Управление ростом и урожаем микроводорослей.	Устный опрос Коллоквиум № 2
5	Экосистемный анализ при исследовании структуры и функционирования экологических систем. Продукция экосистем и ее элементов	Состав и основные функциональные элементы различных экологических систем. Конкретные примеры наземных и водных экосистем и их функционирование на примере водных экосистем. Понятия о трансформации вещества и энергии в экосистеме, о пищевых цепях, межвидовых и внутривидовых отношениях с точки зрения системных исследований: конкуренции, хищничества, симбиоза и паразитизма; о пирамиде биомасс, консументах и продуцентах, детрите, бентосе, планктоне, нектоне. Продукция элементов экосистемы и ее в целом. Математическое моделирование продукционных процессов в экосистеме. Мониторинг состояния окружающей среды.	Устный опрос, коллоквиум №2

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/)

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	Основные понятия и место экологии в биологических науках. Системный подход в экологии	Практическое занятие №1 Предмет и задачи курса. Основные понятия и разделы экологии. Место экологии в структуре биологических наук, ее значение как системной дисциплины. Принципы системного подхода в экологии.	Устный опрос Тема 1
2	Методология системного анализа. Моделирование и анализ экологических систем	Практическое занятие №2. Методология системного анализа Рассмотреть способы применения и разработки программы системных исследований для решения практических задач.	Устный опрос Тема 2
3	Методы исследования популяций и экосистем, стохастические и многомерные модели	Лабораторное занятие №3. Методы исследования популяций и экосистем Разобрать динамики численности популяций. Решение задач.	Устный опрос Тема 3
4	Методы исследования популяций и экосистем, стохастические и многомерные модели	Лабораторное занятие №4. Методы исследования популяций и экосистем Разобрать оптимизационные модели межпопуляционных взаимодействий: модель «хищник – жертва». Решение задач.	Устный опрос Тема 4, 5 Коллоквиум 1
5	Математическое моделирование в экологии сообществ.	Практическое занятие №5 Математическое моделирование в экологии сообществ. Разобрать модели взаимодействия «ресурс – потребитель». Решение задач.	Устный опрос Тема 6
6	Математическое моделирование в экологии сообществ.	Практическое занятие №6 Математическое моделирование в экологии сообществ. Разобрать модели вспышки массового размножения лесных насекомых. Решение задач. Разобрать влияние модифицирующих факторов на развитие вспышки массового размножения насекомых. Решение задач.	Устный опрос Тема 7
7	Экосистемный анализ при исследовании структуры и функционирования экологических систем.	Практическое занятие №7 Экосистемный анализ при исследовании структуры и функционирования экологических систем. Рассмотреть принципы нахождения продукции популяций и сообществ на примере наземных и водных экосистем. Решение задач.	Устный опрос Тема 8 Коллоквиум 2

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	«Методические по организации самостоятельной работы студентов. Направление подготовки 06.03.01 Биология, 06.04.01 Биология, направленность (профиль) Биоэкология, Экология (Экология растений)», утвержденные кафедрой биологии и экологии растений, протокол № 6 от 24.02.2021 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	Л	Управляемые преподавателем беседы на темы: 1. «Принципы системного подхода в экологии» 2. «Роль моделирования при анализе экологических систем и в управлении природопользованием». 3. «Основные законы экологии популяций, сообществ, экосистем и биосферы». Мультимедийные презентации на темы: «Принципы и методы системного анализа», «Математические модели в экологии».	10
3	ПР	Управляемые преподавателем беседы на темы: 1. Применение и разработка программы системных исследований для решения	10

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
		практических задач. 2. Зависимость устойчивости экосистемы от биоразнообразия. <i>Мультимедийные презентации на темы: «Популяционные модели», «Модели всплеск массового размножения насекомых».</i>	
Итого:			20

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Системная экология».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме вопросов к устному опросу и коллоквиумам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачёту.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК 3.1. Свободно владеет фундаментальными и теоретическими понятиями биологии и экологии и использует эти знания для осуществления экологического проектирования.	Знает: - основные понятия и место экологии в биологических науках; - принцип системной организации, дифференциации и интеграции функций организма; - принципы формирования и функционирования надорганизменных систем, иметь представление о механизмах, определяющих устойчивость биологических сообществ, о механизмах взаимосвязи организма и среды; Умеет: – использовать для осуществления экологического проектирования знания фундаментальных и прикладных разделов биологических и экологических дисциплин. Владеет: - фундаментальными и теоретическими понятиями биологии и экологии.	Устный опрос по темам 1, 2,3,7 Коллоквиум 1	Вопросы к зачёту 1-7
2	ИПК 3.2. Использует знания закономерностей экологических процессов и явлений для подготовки	Знает: - роль биологического многообразия как ведущего фактора устойчивости живых систем и биосферы в целом; - процесс принятия решений при системных исследованиях	Устный опрос по темам №4-6 Коллоквиум 2	Вопросы к зачёту 8-23

	научных проектов и научно-технических отчетов.	- современные достижения в области биоэкологии; - экосистемный анализ при исследовании структуры и функционирования экологических систем. Умеет: – использовать знания закономерностей экологических процессов и явлений для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов.. Владеет: - методами экологического мониторинга.		
--	--	--	--	--

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль успеваемости проводится фронтально на каждом занятии для определения теоретической подготовки к практическим работам, в виде устного опроса, который оценивается по пятибалльной шкале.

Перечень вопросов для устного контроля знаний студентов

Тема 1. Основные понятия и место экологии в биологических науках. Системный подход в экологии

1.1. Предмет и задачи курса. Основные понятия и разделы экологии. Место экологии в структуре биологических наук, ее значение как системной дисциплины.

Тема 2. Методология системного анализа

2.1. Принципы постановки задач и формулирование целей.

Тема 3. Моделирование и анализ экологических систем

3.1. Сбор информации, использование имеющихся статистических данных и оценок экспертов, постановка специальных экспериментов. Конкретизация количественных взаимосвязей в эколого-экономических системах, проверка количественных взаимосвязей между переменными.

3.2. Семейства математических моделей, их преимущества и недостатки. Словесные и математические модели. Детерминированные, стохастические, динамические, матричные и марковские модели.

Тема 4. Методы исследования популяций и экосистем

4.1. Оптимизационные модели межпопуляционных взаимодействий.

4.2. Оптимизационные и теоретико-игровые модели в системной экологии.

Тема 5. Процесс принятия решений при системных исследованиях

5.1. Оценка возможных вариантов решений при системных экологических исследованиях. Качественное и количественное измерение показателей, определение значимости показателей.

5.2. Целевая функция при ограничениях, накладываемых на входные переменные.

5.3. Экономические аспекты проблемы управления окружающей средой.

5.4. Оптимизация решения при допустимости незначительного загрязнения окружающей среды.

Тема 6. Математическое моделирование в экологии сообществ.

6.1. Перестройки структуры фитопланктонного сообщества.

6.2. Дифференциальные уравнения в микробиологии.

6.3. Применение различных способов формализации закона минимума Либиха в моделях с дифференциальными уравнениями. Индикатор лимитирующего ресурса. Развитие концепции лимитирующих факторов.

6.4. Эффекты влияния световой энергии. Управление ростом и урожаем микроводорослей.

Тема 7. Экстремальные принципы

7.1. Принцип максимизации репродуктивных усилий.

7.2. Дифференциальные уравнения и принцип максимума Понтрягина в биоэкономической модели.

7.3. Максимизация функции энтропии.

Тема 8. Экосистемный анализ при исследовании структуры и функционирования экологических систем. Продукция экосистем и ее элементов

8.1. Состав и основные функциональные элементы различных экологических их функционирование на примере водных экосистем.

8.2. Понятия о трансформации вещества и энергии в экосистеме, о пищевых цепях, межвидовых и внутривидовых отношениях с точки зрения системных исследований: конкуренции, хищничества, симбиоза и паразитизма; о пирамиде биомасс, консументах и продуцентах, детрите, бентосе, планктоне, нектоне. систем. Конкретные примеры наземных и водных экосистем и их функционирование на примере водных экосистем.

Вопросы к коллоквиумам

Коллоквиум № 1

1. Системный подход и его применение в экологии и к системам окружающей среды.
2. Математический аппарат системного подхода.
3. Статистические методы в системном подходе.
4. Основные методы моделирования.
5. Характерные черты системного анализа.
6. Принципы постановки задач и формулирование целей. Проблема интерпретации полученных результатов.
7. Семейства математических моделей, их преимущества и недостатки.
8. Детерминированные модели.
9. Имитационные модели.
10. Стохастические модели.
11. Матричные модели.
12. Оптимизационные модели.
13. Основные методы многомерного анализа в системной экологии.
14. Дисперсионный анализ в системной экологии.
15. Регрессионный анализ в системной экологии.
16. Анализ главных компонент в системной экологии.
17. Факторный анализ в системной экологии.
18. Процесс принятия решений, оценка вариантов решений в системной экологии.
19. Эколого-экономические аспекты проблемы управления окружающей средой.
20. Оптимизация решения при допустимости незначительного загрязнения окружающей среды.
21. Системный анализ при исследовании структуры и функционирования экологических систем.
22. Основные функциональные элементы экологической системы.
23. Примеры различных экосистем и их функционирование.
24. Понятие о трансформации вещества и энергии в экосистеме.
25. Пищевые цепи, межвидовые и внутривидовые отношения в экосистеме.
26. Пирамида биомасс, продукции и энергии в экосистеме.
27. Колебания «хищник-жертва», теория и примеры.
28. Перекрытие ниш, конкуренция, мерность ниш.
29. Видовое разнообразие, количественная оценка.

Коллоквиум № 2

1. Продукция элементов экосистемы и ее в целом, продуктивность сообществ.
2. Загрязнение экосистемы и влияние его на структуру и функционирование экосистем.
3. Математическое моделирование продукционных процессов в экосистеме.
4. Структура экосистемы, пищевые сети и трофические уровни экосистем.
5. Основные типы биогеохимических циклов в экосистемах.
6. Глобальный круговорот углерода и воды. Системные аспекты.
7. Лимитирующие факторы в экосистемах. Закон Либиха.
8. Антропогенный стресс и токсичные отходы как лимитирующий фактор в экосистемах.
9. Эволюция сообществ с точки зрения системных исследований.
10. Математические модели популяций. Основные уравнения, учитывающие конкуренцию, логистическое уравнение.
11. Индексы разнообразия сообществ. Связь видового разнообразия с различными факторами.
12. Сукцессии сообществ.
13. Потоки энергии в сообществах.
14. Устойчивость и структура сообществ.
15. Информационные индексы сложности структуры сообщества (на основе функции Шеннона-Уивера).
16. Коэффициенты сходства систематического состава фауны и флоры (Жаккара и Сёрнсена-Чекановского).
17. Коэффициенты сходства систематического состава фауны и флоры (Экмана, Престона, Василевича).
18. Пищевые сети и трофические уровни. Примеры для водных сообществ.
19. Продукция, удельная продукция особи, популяции

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он показывает всестороннее, систематическое, глубокое знание учебно-программного материала; умеет свободно логически, аргументировано, чётко и сжато, излагать ответы на вопросы билета и дополнительные вопросы; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала; свободно применяет теоретические знания для решения практических вопросов будущей специальности; усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он во время ответа на вопросы показывает полные, систематические знания учебно-программного материала по дисциплине; успешно, без существенных недочётов, выполняет предусмотренные в программе задания; допускает незначительные погрешности в анализе фактов, явлений, процессов; затрудняется в выявлении связи излагаемого материала с другими разделами программы; допускает незначительные нарушения логической последовательности в изложении материала;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он даёт неполные ответы на поставленные вопросы; допускает неточности в формулировках; проявляет определённые затруднения в выявлении внутри- и межпредметных связей;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он при ответе на вопрос показал слабые знания основного материала, допустил грубые ошибки; не усвоил содержание рекомендованной литературы; отказался от ответа.

Зачётно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачёт)

1. Системный подход в экологии. Основные системные принципы.
2. Что такое модель. Типы моделей.
3. Моделирование. Основные этапы моделирования.
4. Современные математические модели в экологии.
5. Основные процедуры системного анализа. Методики генерирования альтернатив.
6. Основные законы теории систем.
7. Теория популяций.
8. Математическое моделирование в популяционной экологии. Описание взаимоотношений «хищник – жертва».
9. Теория сообществ.
10. Теория экосистем.
11. Теория биосферы.
12. Законы системы «Человек – природа»
13. Линейно-детерминистический подход в экологии.
14. Нелинейные системы.
15. Модели, основанные на дифференциальных уравнениях.
16. Дифференциальные уравнения в микробиологии.
17. Концепция лимитирующих факторов.
18. Моделирование конкуренции за ресурсы.
19. Изучение структуры фитопланктонного сообщества
20. Принцип конкурентного исключения.
21. Моделирование сообществ с учетом энтропии.
22. Модели динамической структуры.
23. Мониторинг состояния окружающей среды.

Критерии оценивания результатов обучения

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять пройденный материал, иллюстрируя его примерами.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по пройденному материалу, довольно ограниченный объем знаний пройденного материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Блинов, Л. Н. Экология : учебное пособие для вузов / Л. Н. Блинов, В. В. Полякова, А. В. Семенча ; под общей редакцией Л. Н. Блинова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 208 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00221-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469414>

2. Шилов, И. А. Экология популяций и сообществ : учебник для вузов / И. А. Шилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13188-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469799>

5.2. Периодическая литература

№ п/п	Название издания	Периодичность выхода (в год)	За какие годы хранится	Место хранения	Срок хранения	Рубрикатор
1	Экологический вестник Северного Кавказа	3	2007-	ЧЗ		биологические науки, экология
2	Экологический консалтинг		2008-	ЧЗ		биологические науки, экология
3	Экологическое право	6	1999-	ЧЗ		биологические науки, экология
4	Экология	6	1970-	ЧЗ	пост.	биологические науки, экология
5	Экология и жизнь	12	2000-	ЧЗ		биологические науки, экология
6	Экология и промышленность России	12	2008-	ЧЗ		биологические науки, экология
7	Экология производства	12	2007	отр. отдел б-ки при ф-те управления и психологи	7 лет	экономика, экономические науки

				и		
--	--	--	--	---	--	--

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;

12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84dlf.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru/](http://mschool.kubsu.ru;);
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Практические занятия

- ознакомиться с темой, целью, задачами занятия;
- ознакомиться с предложенными к занятию вопросами;
- изучить соответствующий лекционный материал;
- изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
- изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
- написать план-конспект ответа на вопросы с указанием ученых, используемых ими методов и открытий, объемом четыре рукописные страницы на один вопрос;
- подготовить устное сообщение в соответствии с планом-конспектом на 2—3 мин.

2. Коллоквиумы

- ознакомиться с темой и вопросами коллоквиума;
- изучить соответствующий лекционный материал;
- изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
- изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
- написать ответ на один из предложенных вопросов, показывающий знание основных законов, теорий, концепций и принципов, объемом три-четыре рукописные страницы, время на выполнение задания 60 мин.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения:	Microsoft Windows 8, 10; Microsoft Office Professional Plus (программы для

	презентационная техника (Интерактивный комплекс в составе: интерактивная доска Projecta, интерактивный короткофокусный проектор Epson, интерактивная трибуна с микрофонами, видеокамера для конференций, документ-камера, звуковое оборудование; выход в сеть Интернет.) и соответствующим программным обеспечением (ПО).	демонстрации и создания презентаций (программное обеспечение для программы для работы с текстом (Microsoft Word), построения таблиц и графиков (Microsoft Word, Excel), создания и демонстрации презентаций (Microsoft Power Point).
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Интерактивный комплекс в составе: короткофокусный проектор Panasonic, интерактивная доска ActivBoard, ноутбук Lenovo; выход в сеть Интернет.	Microsoft Windows 8, 10; Microsoft Office Professional Plus (программы для демонстрации и создания презентаций (программное обеспечение для программы для работы с текстом (Microsoft Word), построения таблиц и графиков (Microsoft Word, Excel), создания и демонстрации презентаций (Microsoft Power Point).

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду	Microsoft Windows 8, 10; Microsoft Office Professional Plus (программы для демонстрации и создания презентаций (программное обеспечение для программы для работы с текстом (Microsoft Word), построения таблиц и графиков (Microsoft Word, Excel), создания и демонстрации презентаций (Microsoft Power Point).

	образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.437)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 8, 10; Microsoft Office Professional Plus (программы для демонстрации и создания презентаций (программное обеспечение для программы для работы с текстом (Microsoft Word), построения таблиц и графиков (Microsoft Word, Excel), создания и демонстрации презентаций (Microsoft Power Point).