

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ АГРОНОМИИ И ЭКОЛОГИИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета агрономии и
экологии, к.с.х.н., доцент

 А. А. Макаренко

«16» 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Системная экология

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность
«Экология и природопользование»

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
очная

Краснодар
2022

Рабочая программа дисциплины «Системная экология» разработана на основе ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 894 (в ред. от 26.11.2020).

Автор:
к.б.н., доцент кафедры
ботаники и общей экологии


О. А. Мельник

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры ботаники и общей экологии от 05.05.2022 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой,
д.б.н., профессор



С. Б. Криворотов

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета агрономии и экологии, протокол от 11.05.2022 г., протокол № 8.

Председатель
методической комиссии,
ст. преподаватель кафедры общего
и орошаемого земледелия


Е. С. Бойко

Руководитель
основной профессиональной
образовательной программы,
к.б.н., профессор


Н. В. Чернышева

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Системная экология» является формирование комплекса знаний об основах системного мышления, умения составлять физические и математические модели, описывающие функционирование экосистем, и использовать методы системного анализа при исследовании экосистем.

Задачи дисциплины:

– способность понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе системного анализа;

– способность анализировать экологическую обстановку при различной антропогенной нагрузке.

2 Перечень планируемых результатов по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ПК-4 Готов проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения.

ПК-4.1 Применяет методику статистической обработки данных результатов экспериментальных исследований.

ПК-4.2 Обобщает результаты экспериментальных исследований.

ПК-4.3 Проводит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулирует выводы и предложения.

ПК-14 Способен анализировать экологическую обстановку при различной антропогенной нагрузке.

ПК-14.1 Применяет на практике порядок учета данных и составления отчетности по охране окружающей среды.

ПК-14.2 Применяет современные информационные технологии и специализированные программы для обработки полученных данных и проведения их биоинформационного анализа.

ПК-14.3 Анализирует различные модели развития экологической обстановки при различной антропогенной нагрузке.

В результате изучения дисциплины «Системная экология» обучающийся готовится к освоению трудовых функций и выполнению трудовых действий:

Профессиональный стандарт «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий» (Приказ Минтруда России от 21 декабря 2015, № 1046н)

ОТФ: Мониторинг состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий

ТФ – осуществление экологической оценки состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий (А/01.6).

ТД – планирование работ, определение границ территорий и объектов мониторинга поднадзорных территорий; сбор с поднадзорных территорий природных образцов и обеспечение их хранения до окончания исследования; анализ результатов исследований природных образцов; формирование заключения об экологическом состоянии поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий.

ТФ – оценка риска и осуществление мер профилактики возникновения очагов вредных организмов на поднадзорных территориях с применением природоохранных биотехнологий (А/02.6).

ТД – разработка реестра антропогенных и природных факторов экологической опасности, проявляющихся на поднадзорных территориях; районирование оцениваемой территории по допустимой антропогенной нагрузке на компоненты окружающей среды; проведение лабораторных исследований и экспертиз биологического материала; определение структуры антропогенной нагрузки на компоненты окружающей среды; определение зон повышенной экологической опасности; применение биотехнологических приемов против появления очагов вредных организмов.

ТФ – составление прогнозных оценок влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий (А/04.6).

ТД – оценка степени ущерба и деградации природной среды; выявление загрязненных земель в целях их биоконсервации и реабилитации с использованием биотехнологических методов; оценка экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и промышленных объектов; разработка моделей развития экологической обстановки при различной антропогенной нагрузке.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Системная экология» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, направленность «Экология и природопользование».

4 Объем дисциплины (180 часов, 5 зачетных единиц)

Виды учебной работы	Объем, часов			
	Очная			Заочная
	2 курс, 4 семестр	3 курс, 5 семестр	Всего	
Контактная работа	45	54	99	
в том числе:				
– аудиторная по видам учебных занятий	44	48	92	-
– лекции	16	18	34	-
– практические (лабораторные)	28	30	58	-
– внеаудиторная	1	6	7	-
– зачет	1	-	1	-
– экзамен	-	3	3	-
– защита курсовых работ (проектов)	-	3	3	-
Самостоятельная работа	27	54	81	-
в том числе:				
– курсовая работа (проект)	-	18	18	-
– прочие виды самостоятельной работы	27	36	63	-
Итого по дисциплине	72/2	108/3	180/5	-
В том числе в форме практической подготовки	-	-	-	-

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают зачет, экзамен, выполняют курсовой проект.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 4 семестре и на 3 курсе, в 5 семестре по учебному плану очной формы обучения.

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	самостоятельная работа
1	Предмет системной экологии, ее место в цикле биологических и экологических наук. Теоретический и прикладной аспект системной экологии. Общая теория систем, исторические периоды ее развития. Статистический анализ результатов исследований. Шкалы измерения признаков. Группировка данных по количественной вариации.	ПК-4, ПК-14	4	2	-	-	-	4	-	4
2	Понятийный аппарат теории систем и системного анализа. Терминология системного анализа. Определение понятия системы. Понятия, характеризующие строение системы. Понятия, характеризующие функционирование и развитие систем. Структура системы. Свойства систем. Графическое изображение вариационных рядов.	ПК-4, ПК-14	4	2	-	-	-	4	-	4
3	Классификация систем. Классифицирующие признаки и виды систем.	ПК-4, ПК-14	4	2	-	-	-	4	-	4

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	самостоятельная работа

	Большие и сложные системы. Обобщающие системные теоремы. Обзор основных статистических характеристик. Средние величины									
4	Сущность экосистемного подхода. Основные черты экосистемного подхода, интерпретация этого термина некоторыми учеными. История становления системного подхода в экологии. Современное состояние теоретической экологии. Меры вариации признака.	ПК-4, ПК-14	4	2	-	-	-	4	-	4
5	Сложные биогенные системы и их структурные характеристики. Системы, претендующие на роль основного объекта экологии. Топогенный и ценогенный принципы деления экосистем. Иерархический ряд экосистем. Оценка параметров генеральной совокупности.	ПК-4, ПК-14	4	2	-	-	-	4	-	2
6	Основные уровни морфологического строения экологических систем. Элементарные единицы абиотической и биотической части экосистем. Иерархические уровни экологических систем и	ПК-4, ПК-14	4	2	-	-	-	2	-	2

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	самостоятельная работа

	их основные количественные показатели. Основные элементы экосистем. Основные принципы системной экологии. Предварительная статистическая обработка экологических данных с помощью программы Microsoft Excel (1 способ).									
7	Определение границ экосистем. Концепция континуума, дискретность и непрерывность экосистем. Критерии разграничения экосистем. Экологические признаки деления экосистем. Математические методы разграничения экосистем. Предварительная статистическая обработка экологических данных с помощью программы Microsoft Excel (2 способ).	ПК-4, ПК-14	4	2	-	-	-	2	-	2
8	Методы системных исследований в экологических науках. Проблематика экологических исследований. Основные направления экологических исследований (полевые наблюдения, экспериментальные методы, прогнозирование). Предварительная статистическая обработка экологических данных с	ПК-4, ПК-14	4	2	-	-	-	4	-	2

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	самостоятельная работа

	помощью программы Microsoft Excel (3 способа).									
9	Основные этапы системного анализа в решении экологических проблем. Схема системного анализа для решения экологических задач. Математический аппарат экологического моделирования.	ПК-4, ПК-14	5	2	-	2	-	-	-	7
10	Модели и моделирование. Виды моделирования. Цели моделирования, основные требования к модели. Технология построения математической модели. Адекватность модели. Совместный анализ нескольких выборок. Сущность параметрических и непараметрических методов сравнения выборок	ПК-4, ПК-14	5	2	-	4	-	-	-	4
11	Методы оценки основных статистических параметров популяций. Обзор основных статистических параметров популяции. Оценка численности и абсолютной плотности популяции. Методы оценки абсолютной плотности. Методы измерения численности и плотности популяций. Индексы относительного обилия.	ПК-4, ПК-14	5	2	-	4	-	-	-	4

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	самостоятельная работа

	Обеспечение репрезентативности экологических сборов. Проверка гипотезы о нормальном законе распределения.									
12	Количественные и качественные характеристики видовой структуры биотического сообщества. Основные показатели видовой структуры биотического сообщества. Оценка доминирования. Кривая число видов – площадь, гипотеза Вильямса. Зависимость числа видов от их встречаемости. Критерий Фишера сравнения дисперсий.	ПК-4, ПК-14	5	2	-	2	-	-	-	4
13	Модели распределения значимости видов. Значимость видов, кривые значимости видов. Наиболее популярные модели рангового распределения. Построение графиков видового обилия. Практическое применение моделей ранговых распределений. Критерий Стьюдента (t-критерий) сравнения средних величин.	ПК-4, ПК-14	5	2	-	4	-	-	-	4
14	Законы факториальной экологии и методы их формализации. Основные группы экологических факторов. Закон Либиха. Правило минимума.	ПК-4, ПК-14	5	2	-	4	-	-	-	4

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	самостоятельная работа
	<p>Модель роста растения Полетаева. Концепция совокупного действия природных факторов. Закон толерантности и метод функции отклика. Закон толерантности. Метод функции отклика – формализация закона совокупного действия фактора. Практическое применение моделей факториальной экологии.</p> <p>Непараметрические методы сравнения выборок.</p>									
16	<p>Динамические показатели популяций. Гипотезы абиотической и биоценотической регуляции численности популяции. Количественная оценка рождаемости, смертности, скорости роста популяции. Биотический потенциал популяции. Продолжительность жизни и выживаемость. Демографические таблицы популяций, кривые выживания. Оценка скорости роста популяции.</p> <p>Анализ видового разнообразия.</p> <p>Индексы разнообразия.</p>	ПК-4, ПК-14	5	2	-	4	-	-	-	4
17	<p>Простейшие популяционные модели. Концепция устойчивости популяций. Принцип экспоненциального роста чис-</p>	ПК-4, ПК-14	5	2	-	2	-	-	-	4

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	самостоятельная работа
	ленности популяции. Модель экспоненциального роста Мальтуса. Закон ограниченного роста Дарвина, модель логистического роста (Ферхюльста-Пирла). Дискретный аналог дифференциальных уравнений роста популяции. Гипотеза различных типов эколого-ценотических стратегий популяций. Т-критерий сравнение индексов Шеннона.									
18	Системно-динамические имитационные модели. Сущность системно-динамического имитационного моделирования. Основные переменные имитационной модели. Язык потоковых диаграмм, правила построения диаграммы связей. Процедура построения имитационной модели. Корреляционный анализ. Сущность и задачи корреляционного анализа.	ПК-4, ПК-14	5	2	-	4	-	-	-	4
Курсовой проект										18
Итого				34	-	30	-	28	-	81

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебная литература и методические указания (для самостоятельной работы)

1. Системная экология : учеб. пособие / Л. Б. Попок [и др.]; под общ. ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. –164 с. – Режим доступа :

https://edu.kubsau.ru/file.php/104/Uchebnoe_posobie_po_sistemnoi_ekologii.pdf.

2. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании: учебное пособие / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 265 с. – Режим доступа :

https://edu.kubsau.ru/file.php/104/Analiz_dannykh_i_matematicheskoe_modelirovanie_v_ekologii_i_prirodopolzovanii.pdf.

3. Биомониторинг состояния окружающей среды : учебное пособие / Под. ред. проф. И. С. Белюченко, проф. Е. В. Федоненко, проф. А. В. Смагина. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 153 с. – Режим доступа :

https://edu.kubsau.ru/file.php/104/01_Biomonitoring_okruzhajushchei_sredy.pdf.

4. Системная экология : метод. указания к написанию курсового проекта / сост. О. А. Мельник, Ю. Ю. Никифорова. – Краснодар : КубГАУ, 2022. – 26 с. – Режим доступа : [file:///C:/Users/biolog/Downloads/MU_Sistemnaja_ekologija_kursovoi_proekt_746996_v1_%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/biolog/Downloads/MU_Sistemnaja_ekologija_kursovoi_proekt_746996_v1_%20(1).PDF).

5. Системная экология : метод. указания к лабораторно-практическим занятиям / сост. О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2022. – 30 с. – Режим доступа : [file:///C:/Users/biolog/Downloads/MU_Sistemnaja_ekologija_2022_718966_v1_%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/biolog/Downloads/MU_Sistemnaja_ekologija_2022_718966_v1_%20(1).PDF).

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
	ПК-4 – готов проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения.
4, 5 6 8 8	Б1.В.1.1.10 Системная экология Б2.В.01.01(П) Технологическая (проектно-технологическая) практика Б2.В.01.02(П) Преддипломная практика Б3.01 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	ПК-14 – способен анализировать экологическую обстановку при различной антропогенной нагрузке.
2, 4 4, 5 5 5 6 7 8 8	Б2.О.01.01(У) Ознакомительная практика Б1.В.1.1.10 Системная экология Б1.В.1.1.ДВ.02.01 Физико-химические методы анализа Б1.В.1.1.ДВ.02.02 Инструментальные методы анализа в мониторинге объектов окружающей среды Б1.В.1.1.19 Основы природопользования ФТД.01 Основы регионального природопользования (Ф) Б2.В.01.02(П) Преддипломная практика Б3.01 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

* Номер семестра соответствует этапу формирования компетенции

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо средний	отлично высокий	

ПК-4 – готов проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения.

Индикаторы достижения компетенций: ПК-4.1 Применяет методику статистической обработки данных результатов экспериментальных исследований; ПК-4.2 Обобщает результаты экспериментальных исследований; ПК-4.3 Проводит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулирует выводы и предложения.	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки, не продемонстрированы базовые навыки.	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач.	Рефераты Самостоятельная (расчетно-графическая) работа Задачи (практические задания) Тесты Курсовой проект Вопросы и задания для проведения экзамена
--	--	---	--	---	--

ПК-14 – способен анализировать экологическую обстановку при различной антропогенной нагрузке.

Индикаторы достижения компетенций: ПК-14.1 Применяет на практике порядок учета данных и составления отчетности	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без	Рефераты Самостоятельная (расчетно-графическая) работа
---	---	--	---	--	--

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо средний	отлично высокий	
по охране окружающей среды; ПК-14.2 Применяет современные информационные технологии и специализированные программы для обработки полученных данных и проведения их биоинформационного анализа; ПК-14.3 Анализирует различные модели развития экологической обстановки при различной антропогенной нагрузке.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки, не продемонстрированы базовые навыки.	основные умения, решены типовые задачи. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	товки, допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач.	ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач.	Задачи (практические задания) Тесты Курсовой проект Вопросы и задания для проведения экзамена

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

Компетенции:

Готов проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения (ПК-4).

Способен анализировать экологическую обстановку при различной антропогенной нагрузке (ПК-14).

Темы рефератов

1. Моделирование
2. Схематические модели
3. Плотность популяции или населения
4. Методы измерения численности и плотности
5. Индексы относительного обилия
6. Основные показатели видовой структуры
7. Эдификаторы
8. Кривая число видов – площадь, гипотеза Вильямса
9. Значимость видов, кривые значимости видов

10. Модель «разломанного стержня» Р. Мак-Артура
11. Основные группы экологических факторов
12. Закон Либиха
13. Концептуальная модель системы
14. Закон толерантности
15. Функция отклика
16. Модель многомерной ниши Хатчинсона
17. Современная концепция экологической ниши
18. Регуляция численности популяции
19. Биотический потенциал популяции
20. Кривые выживания
21. Концепция устойчивости популяций
22. Модель экспоненциального роста Мальтуса
23. Гипотеза различных типов эколого-ценотических стратегий популяций
24. Сущность имитационного моделирования
25. Язык потоковых диаграмм
26. Цели моделирования
27. Задачи моделирования

Самостоятельная (расчетно-графическая) работа

Самостоятельная работа № 1

Получены следующие данные по видовому богатству птиц в дубовом лесу.

№ п/п	Вид	Число гнездовых территорий
1	Зяблик	15
2	Зарянка	12
3	Лазоревка	10
4	Королек	5
5	Крапивник	3
6	Московка	3
7	Серая мухоловка	1

1. Постройте кривую ранг/обилие.
2. Рассчитайте индекс видового богатства Маргалефа.
3. Оцените разнообразие птиц в сообществе с помощью индекса Шеннона и рассчитайте индекс выровненности Шеннона.

Самостоятельная работа № 2

1. Даны данные для двух показателей X и Y.
 1. Вычислить коэффициент корреляции.
 2. Вычислить коэффициенты уравнения линейной регрессии.
 3. Оценить статистическую значимость коэффициента корреляции.
 4. Оценить качество уравнения регрессии.
 5. Вычислить прогнозное значение для $x = 13$.

X	10	12	11	14	16	21	18	22	25	27	25	26
Y	1	3	2	4	6	3	8	9	9	11	12	10

2. Оценить тесноту связи между количеством заболеваний культуры мучнистой росой и количеством осадков. Вариация по обоим признакам выражена в рангах.

x	1	8	5	2	3,5	9	10	7	6	3,5
y	3	6	10	5	2	7	9	4	1	8

Типовой расчет

Задание 1. Имеются данные по содержанию меди в почве в 30 пробах (мг/кг). Проверить, подчиняется ли распределение меди в пробах нормальному закону.

3,72	3,92	4,07	2,86	4,25	3,72
5,04	5,38	4,42	4,24	3,16	4,35
4,77	4,72	4,18	3,92	3,64	4,85
4,82	4,16	4,47	3,94	3,28	3,52
2,85	4,82	5,17	4,82	3,27	3,72

Задание 2. Используя критерий Пирсона, при уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу о нормальном распределении совокупности площадей листьев выборки объема $n = 200$.

X_i	5	7	9	11	13	15	17	19	21
n_i	2	15	29	50	35	28	24	12	5

Задание 3. Имеется две выборки объемом $n_1 = 11$ и $n_2 = 28$ из популяций обыкновенных и овальных прудовиков, для которых отношение высоты к ширине имеют дисперсии $S_1^2 = 0,59$ и $S_2^2 = 0,38$. Необходимо проверить гипотезу о равенстве дисперсий для изучаемых популяций при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Задание 4. При исследовании местности в течении двух сезонов случайным образом были отобраны участки и установлено число пораженных болезнью деревьев. Получены следующие результаты: $n_1 = 16$; $\bar{x}_1 = 350$; $S_1^2 = 9$; $n_2 = 20$; $\bar{x}_2 = 320$; $S_2^2 = 16$. Проверить, является расхождение среднего числа пораженных деревьев случайным или же болезнь пошла на убыль.

Задание 5. Сравнить остаточную плотность популяции колорадского жука (%) при использовании инсектицидов Карате и Децис.

Температура °C	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Карате	98	97	97	96	90	85	74	70	64	62
Децис	100	95	96	90	85	70	64	65	60	60

Задание 6. Для выявления тенденции изменения состояния деревьев на изучаемой территории исследовалась жизненность 15-ти деревьев по пятибалльной шкале с временным интервалом в 3 года (чем выше балл, тем хуже состояние деревьев).

Результаты оценки жизненного состояния деревьев в разные годы

№ дерева	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2001 г	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3
2003 г	2	3	3	4	3	2	3	4	4	3	4	3	2	4	4
Знак разности	0	-	-	-	-	+	0	-	-	0	-	-	+	-	-

Задание 7. Имеются данные по плотности определенного вида растений на двух точках мониторинга. Требуется проверить гипотезу о том, что нет расхождений в средней величине плотности этого растения на изучаемых точках.

1-я точка (экз/м ²)	7	10	14	15	12	16	12
2-я точка (экз/м ²)	11	12	16	13	18	15	

Задание 8. С помощью индекса Одумы определите тип распределения пиявок в 35 пробах.

1	2	1	1	1	3	2	1	1
3	2	2	2	2	2	0	1	2
0	1	1	1	0	0	1	2	1
1	2	0	0	2	6	2	1	

Задание 9. Для следующего сообщества насекомых рассчитать индексы видового богатства Маргалефа, Симпсона, Шеннона и выравненности Пиелу. Интерпретировать результаты.

№ п/п	Вид	Число особей
1	Стрекоза-коромысло	1
2	Кузнечик зеленый	25
3	Улитка-янтарка	6
4	Клоп травяной	18
5	Тля гороховая	112
6	Долгоносик клеверный	42
7	Червь дождевой	58
Сумма N)		262

Задание 10. Сравните по разнообразию древесных растений два парка в городе Краснодаре.

1-ый парк		2-ой парк	
Вид	Число	Вид	Число
Клен	5	Береза	150
Тополь	10	Дуб	25
Береза	20	Орешник	30
Дуб	15	Ель	28
Орешник	20	Клен	11
Ель	11	Черемуха	4
Черемуха	25	Рябина	10
Ива	7	Ива	20
Сосна	10	Тополь сер.	20
Лиственница	15	Тополь	5
Рябина	4		
Акация	20		

Задание 11. Постройте корреляционную матрицу и оцените взаимосвязь между урожайностью (y), мощностью гумусового слоя (x_1) и количеством сложного состава минерального удобрения (x_2). Эмпирические данные представлены в следующей таблице:

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_1	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50
x_2	0,20	0,20	0,20	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
y	18,20	18,60	18,70	21,60	23,40	23,70	22,00	23,00	22,50

Задание 12. Рассмотрим пример вычисления рангового коэффициента корреляции. Предположим, что группа городов ранжирована по степени урбанизации и уровню загрязнения окружающей среды. Обозначим города буквами от А до К и выпишем для них следующие две последовательности рангов.

Ранжирование городов по степени урбанизации и степени загрязненности

Города	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
Степень урбанизации	3	7	5	9	1	8	6	10	4	2
Уровень загрязненности	2	4	3	5	1	9	8	10	7	6
Разности d_i	1	3	2	4	0	-1	-2	0	-3	-4
Разности d_i^2	1	9	4	10	0	1	4	0	9	16

Задание 13. По данным о зависимости роста и массы животного построить уравнение линейной регрессии. Найти прогнозное значение y при $x=29$ см. Оценить адекватность модели при помощи средней ошибки аппроксимации.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X, см	31	32	33	34	35	35	40	41	42	46
Y, кг	7,8	8,3	7,6	9,1	9,6	9,8	11,8	12,1	14,7	13

Тесты

Тема 1:

1. Для оценки состояния системы больше информации несет...

- : биомасса
- : поток энергии
- : структура

2. Методология системной экологии заключается в...

- : стремлении изучать живую природу путем перечисления отдельных ее форм
- : анализе закономерностей функционирования природных образований
- : использовании принципа целостности природных образований
- : детальном изучении природных образований

3. По своим целям и задачам системная экология наиболее близка к...

- : теоретической экологии
- : прикладной экологии
- : экологии микроорганизмов

Тема 2:

1. Системная экология изучает проблемы...

- : охраны окружающей среды
- : социальной экологии
- : инженерной экологии
- : познания специфических закономерностей взаимоотношений организмов со средой на уровне особи, популяции, биоценоза

2. Теория систем – это...

- : наука, изучающая общие свойства сложных систем, методы их исследования, создания и управления
- : наука, изучающая основы мироздания
- : наука, изучающая экологические закономерности

3. Установите соответствие между ученым и научным направлением в теории систем, которое он олицетворяет

L1: Бергаланфи

R1: открытые системы

L2: Пригожин

R2: неравновесная динамика

L3: Винер

R3: кибернетический подход

L4: Хакен

R4: синергетика

L5:

R5: Одум

4. Основоположителем общей теории систем является...

-: В. И. Вернадский

-: Н. Винер

-: Ю. Одум

-: Л. Бергаланфи

-: В. Н. Сукачев

5. Синергетика изучает ...

-: процессы самоорганизации самой разной природы

-: пространственные и временные структуры самой разной природы

-: методы обработки экспериментальных данных

-: поведение закрытых систем

Тема 3:

1. Математическое определение системы включает в себя...

-: множество всех внутренних элементов системы

-: множество систем, находящихся во взаимодействии с данной системой

-: множество всех связей элементов системы между собой, а также с внешней средой

-: закон функционирования экосистемы

-: часть внутренних элементов системы

-: множество моментов времени, для которых измерены мгновенные значения переменных

2. Структура системы характеризуют следующие понятия...

-: элемент

-: подсистема

-: компоненты

-: внешняя среда

-: связь

-: равновесие

-: устойчивость

3. Функционирование системы характеризуют следующие понятия...

-: связь

-: равновесие

-: устойчивость

-: поведение

-: развитие

-: элемент

-: подсистема

-: компонент

Тема 4:

1. Установите соответствие между системными теоремами и их авторами

L1: Система тем более стабильна, чем больше элементов и связей ее составляют

R1: Бергаланфи–Коммонер

L2: Выносливость системы определяется самым слабым звеном в цепи ее потребностей

R2: Либих

L3: Система всегда противодействует внешнему воздействию, стремящемуся изменить ее устойчивое состояние

R3: Ле-Шателье–Браун

L4: Система из одного устойчивого состояния может перейти в другое только через состояние

хаоса

R4: Чернавский

L5: В соперничестве с другими системами выживает та из них, которая наилучшим образом способствует поступлению энергии и использует ее максимальное количество наиболее эффективно

R5: Лотка – Одум – Моисеев

2. Классификационные характеристики экосистемы "Озеро" ...

- : простая
- : сложная
- : динамическая
- : искусственная
- : иерархическая
- : закрытая
- : открытая

3. Термин «экосистема» ввел ...

- : Тенсли
- : Вернадский
- : Геккель
- : Сукачев

Тема 5:

1. Иерархия – это...

- : упорядоченность компонентов по степени важности
- : составная часть системы
- : компонент системы
- : поведение системы

2. По степени сложности системы делятся на ...

- : простые
- : сложные
- : большие
- : статические
- : динамические

3. По происхождению системы делятся на...

- : искусственные
- : естественные
- : виртуальные
- : смешанные
- : иерархические
- : открытые
- : замкнутые

4. Какие из этих систем относятся к самому высокому уровню сложности?

- : мозг человека
- : химическая реакция
- : язык (в лингвистике)
- : экологическая система
- : биологическая клетка
- : компьютер
- : автомобиль
- : часы

Тема 6:

1. Элементарной единицей абиотической составляющей экосистемы считается...

- : химический элемент
- : фактор среды
- : вода
- : температура воздуха

2. Элементарной единицей биотической составляющей экосистемы считается...

- : популяция
- : гильдия
- : особь
- : когорта

3. Экологическими эквивалентами называются. . .

- : организмы, занимающие одинаковые или сходные экологические ниши в разных географических областях
- : виды живых организмов, проживающих на различных территориях с одинаковыми климатическими условиями
- : организмы, занимающие разные экологические ниши в одинаковых географических областях

4. Популяция – это...

- : совокупность связанных и взаимозависимых организмов
- : множество особей или групп особей, обладающих свойством самовоспроизведения и способностью совместно адаптивно реагировать на изменение внешней среды
- : различные группы особей, имеющие одну среду обитания
- : совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых организмов

5. Правильная последовательность иерархических уровней морфологического строения экосистем:

- 1: особь
- 2: группа (когорта)
- 3: популяция
- 4: трофический уровень
- 5: экосистема

Тема 7:

1. Признаки разграничения экосистем бывают. . .

- : физиономические
- : таксономические
- : экологические
- : статистические
- : морфологические

2. Основными количественными показателями для экосистем являются. . .

- : плотность видов
- : плотность организмов
- : плотность биомассы
- : численность видов
- : биомасса видов

3. Границы биогеоценоза определяются по горизонтали. . .

- : границами входящего в него фитоценоза
- : высотой надземных органов растений
- : глубиной проникновения подземных органов растений
- : глубиной проникновения микроорганизмов

4. Границы биогеоценоза определяются по вертикали. . .

- : границами входящего в него фитоценоза
- : высотой надземных органов растений
- : глубиной проникновения подземных органов растений

- : глубиной проникновения микроорганизмов
- 5. Различия между сообществом, биоценозом, биогеоценозом заключаются в . . .
- : определении границ этих систем в природе
- : количестве особей
- : количестве взаимосвязей между видами

Тема 8:

1. Основные методы исследований в экологии включают в себя. . .

- : полевые наблюдения
- : эксперименты в поле и лаборатории
- : моделирование
- : прогноз
- : космический мониторинг

2. Исследования, связанные с вмешательством в состав или структуру экосистемы, называются . . .

- : экспериментальными методами
- : моделированием
- : прогнозированием
- : полевыми наблюдениями

3. Эксперименты бывают. . .

- : активные
- : пассивные
- : однофакторные
- : многофакторные
- : полевые
- : лабораторные
- : экстремальные
- : теоретические

4. Эксперимент, в котором исследователь выступает как бы в роли наблюдателя, не вмешиваясь в ход эксперимента, называется . . .

- : пассивным
- : активным
- : многофакторным

5. К какого рода экспериментам относятся задачи экологического мониторинга?

- : к пассивным
- : к активным

Тема 9:

1. Правильная последовательность этапов системного анализа:

- 1: Выбор проблемы
- 2: Содержательная постановка задачи и ограничение степени ее сложности.
- 3: Установление иерархии целей и задач.
- 4: Выбор путей решения задач.
- 5: Моделирование.
- 6: Оценка возможных стратегий.
- 7: Внедрение результатов.

2. Изоморфизм – это. . .

- : взаимно однозначное отображение соответствия между оригиналом и моделью в области изучаемых свойств.
- : отображение части свойств оригинала на модель.
- : любая совокупность связанной информации

3. Гомоморфизм – это. . .

-: взаимно однозначное отображение соответствия между оригиналом и моделью в области изучаемых свойств.

-: отображение части свойств оригинала на модель.

-: математическое описание оригинала, отражающее его целостность

4. Правильная последовательность этапов построения модели. . .

1: формулирование целей моделирования

2: качественный анализ экосистемы

3: формулировка законов и гипотез относительно структуры экосистемы

4: идентификацию модели (определение ее параметров)

5: верификацию модели

6: исследование модели

5. Любая совокупность связанной информации, объединенной вместе по определенному признаку называется ...

-: базой данных

-: формулой

-: графической моделью

Тема 10:

1. Может ли одна и та же модель одновременно использоваться для прогноза, анализа и описания взаимосвязи между переменными?

-: да

-: нет

2. Модель, которая представляет собой формализацию с помощью ЭВМ любых эмпирических сведений об объекте называется...

-: имитационной

-: аналитической

-: регрессионной

3. Схематические, математические и компьютерные модели относятся к...

-: информационным моделям

-: вербальным моделям

-: материальным моделям

4. К абиотическим экологическим факторам относятся...

-: Фитоценозы, определяющие ход биологической продуктивности

-: Почва, включая почвенных микроорганизмов и почвенную влагу

-: Почвенная влага, воздух и подстилающие горные породы

-: Солнечная радиация и продуценты, использующие ее для производства

Тема 11:

1. Изучение популяций видов и их сообществ в естественной обстановке (непосредственно в природе) – это ...

-: лабораторный метод

-: экспериментальный метод

-: полевые исследования

-: математическое моделирование

2. ... изучает функции организма и процессы, протекающие в нем, а также влияние на эти процессы различных факторов.

-: физиология

-: анатомия

-: экология

3. ... используя физиологические методы, рассматривает реакции организма как единого целого на констелляцию внешних факторов.

-: физиология

-: анатомия

-: экология

4. ... методы позволяют установить результат влияния на организм или популяцию определенного комплекса факторов, выяснить общую картину развития и жизнедеятельности вида в конкретных условиях.

-: экспериментальные

-: количественные (математическое моделирование)

-: полевые

Тема 12:

1. Правильные значения, оценивающие показатель обилия популяции следующие...

-: %

-: экз/час

-: штук

-: кг/кв.м

2. Встречаемость – это...

-: процент пробных площадок, на которых встречается данный вид

-: процентное содержание вида на данной площадке

-: процент пробных площадок, на которых встречается набор видов

-: процентное содержание группы видов на данной площадке

3. Встречаемость вида считается высокой, если он встречается в ...

-: 51% площадок

-: 70% площадок

-: 45% площадок

-: 90% площадок

4. Гипотезе Вильямса заключается в том, что...

-: при возрастании обследуемой площади увеличивается числа видов

-: при возрастании обследуемой площади числа видов уменьшается

-: зависимость между числом видов и обследованной площадью выражается экспоненциальной кривой

Тема 13:

1. Примерами равномерного распределения могут быть...

-: деревья в лесу

-: посадки деревьев в парках

-: кустарники в пустыне

-: личинки мучных хрущаков

2. Адекватность моделей распределения популяций проверяют с помощью критерия...

-: Стьюдента

-: хи-квадрат

-: Фишера

3. Наиболее пригодной для сравнения видов в сообществе является...

-: плотность

-: продукция

-: проектное покрытие

-: встречаемость

-: биомасса

4. Соответствие между моделью распределения видов в сообществе и ситуацией, которую она описывает следующее ...

L1: Геометрический ряд И. Мотомуры

R1: Каждый последующий вид занимает ровно половину доступного пространства ниши

L2: Модель "разломанного стержня" Р. Мак-Артура

R2: Виды разделяют среду случайно между собой так, что они занимают неперекрывающиеся ниши

L3: Лог-нормальное распределение

R3: Ниши многомерны и перекрываются

5. Ранговое распределение устанавливает зависимость между

- : числом особей каждого вида и числом видов
- : обилием и рангом вида
- : обилием вида и рангом вида по обилию
- : числом особей каждого вида и числом видов

Тема 14:

1. Выравненность – это ...

- : равномерность распределения видов по их обилию в сообществе
- : число видов, отнесенное к определенной площади
- : число видов на строго оговоренное число особей

2. Законы толерантности относятся к ...

- : физиологическим факторам
- : к ресурсным факторам

3. Укажите из перечисленных факторов антропогенные стрессоры

- : химическое загрязнения
- : температурный режим
- : шум
- : ветер
- : паразитизм

4. Можно ли утверждать следующее высказывание: «Лимитирующие факторы для сообщества всегда потребляются из окружающей среды полностью»

- : да
- : нет

5. Модель роста растения Полетаева формализует следующий закон:

- : Закон Либиха
- : Закон Ферхюльста
- : Закон Митчерлиха

6. Кто автор принципа совокупного действия факторов?

- : Митчерлих
- : Алехин
- : Полетаев
- : Одум

Тема 15:

1. Конкуренция между двумя популяциями разных видов возрастает при условии, когда:

- : одна популяция более многочисленна, чем другая
- : два вида тесно взаимосвязаны
- : экологические ниши конкурирующих видов перекрываются в больших масштабах
- : у видов сходная плодовитость

2. Что является более надежным индикатором?

- : Численность одного вида
- : Численное отношение разных видов

3. Укажите все категории экологических ниш

- : пространственная
- : трофическая
- : многомерная

- : фундаментальная
- : реализованная
- : прямоугольная

4. Укажите соответствие между термином экологическая ниша и его автором

L1: Пространственная ниша

R1: Дж. Гриннел

L2: Тип питания (место в трофических цепях)

R2: Ч. Элтон

L3: Многомерная (сумма всех абиотических и биотических связей)

R3: Дж. Хатчинсон

L4:

R4: Одум

5. Заполнение ниш происходит по следующей схеме:

- : Крупный сменяет мелкого
- : Мелкий сменяет крупного
- : Менее организованный сменяет высокоорганизованного
- : Высокоорганизованный сменяет менее организованного
- : Генетически изменчивый сменяет менее изменчивого

Тема 16:

1. К динамическим показателям популяций относятся следующие...

- : рождаемость
- : смертность
- : скорость роста популяции
- : плотность
- : масса
- : встречаемость

2. Кривая скорости роста популяции имеет вид...

- : одновершинной параболы
- : гиперболы
- : логарифмической кривой
- : синусоиды

3. Логистический рост численности популяции графически выражается...

- : S-образной кривой
- : одновершинной параболой
- : гиперболой
- : логарифмической кривой
- : синусоидой
- : экспонентой

4. Скорость роста популяции обратно пропорциональна...

- : длительности поколения
- : чистой скорости воспроизводства
- : ожидаемому числу потомков

Тема 17:

1. Принцип экспоненциального роста используется в экологии, прежде всего, для того, чтобы ...

- : количественно охарактеризовать потенциальные возможности популяции к росту
- : выявить факторы, ограничивающие рост изучаемой популяции
- : определить максимальную численность популяции

2. В модели Мальтуса зависимость скорости роста популяции от ее численности представляет собой ...функцию

- : линейную
- : параболическую
- : гиперболическую

3. Согласно закона ограниченного роста Дарвина ...

- : Окружающая среда действует как лимитирующий фактор на биоценотический потенциал популяции (прежде всего на потенциал размножения).
- : Окружающая среда не действует как лимитирующий фактор на биоценотический потенциал популяции.

4. Чистая скорость воспроизводства показывает..

- : во сколько раз увеличится численность популяции за одно поколение
- : на сколько особей увеличится популяция за одно поколение

Тема 18:

1. Прогностические модели, отражающие различные стороны человеческого воздействия на природу, могут быть ...

- : только формализованными
- : формализованными и неформализованными
- : только неформализованными

2. Формализованные модели системы и ее частей описываются ...

- : описательными средствами
- : математическими средствами

3. ... представляет собою способ кодирования как известных, так и неизвестных свойств, изучаемых объектов.

- : описательная модель
- : математическая модель
- : неформализованная модель

4. Методы экологического моделирования можно разделить на ...

- : физические и математические
- : математические и географические
- : физические и географические

5. ... представляет собою определенное упрощение той или иной экосистемы.

- : экологическая модель
- : математическая модель
- : физическая модель

6. Модель определяет ... развития экосистемы на основе оценки ее качественных изменений.

- : закономерности
- : динамику

7. Модель ... направления создается с целью оценки влияния внешних факторов на переменные, описывающие экосистему, в обозримом будущем

- : экологического
- : описательного
- + : прогностического

Примерные темы курсовых проектов

1. Биотестирование качества почвы
2. Оценка загрязнения почвы нефтепродуктами
3. Оценка загрязнения почвы тяжелыми металлами
4. Оценка состояния атмосферного воздуха методами биоиндикации
5. Оценка экологического состояния поверхностных вод
6. Оценка воздействия строящегося объекта на окружающую среду
7. Выявление экологических проблем на территории населенного пункта

8. Рекреационное влияние человека на состояние растений и животных на определенной территории.
9. Разнообразие растений и насекомых луговых сообществ и возможности их сохранения
10. Изучение влияния экологических факторов на продуктивность сельскохозяйственных культур
11. Состояние популяций редких и исчезающих видов фитоценозов
12. Определение степени деградации лесного или паркового фитоценоза
13. Экологическое состояние лесополос на территории агроландшафта
14. Технологические решения использования отходов сельскохозяйственного и промышленного производства
15. Разработка схемы исследования экологической обстановки на территории населенного пункта
16. Биотестирование качества воды в водоеме

Содержание этапов выполнения курсового проекта

Содержание этапа	Формируемые компетенции (согласно РПД)
1. Обзор литературы, обоснование актуальности темы, формулировка цели и задач	<p>ПК-4 – готов проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения;</p> <p>ПК-14 – способен анализировать экологическую обстановку при различной антропогенной нагрузке.</p>
2. Научно-исследовательская (экспериментальная) часть, включающая общую характеристику объекта исследования, его картографирование, сбор данных (в том числе геохимических и геофизических исследований)	
3. Представление результатов обработки и анализа полевых и лабораторных исследований	
4. Формулирование выводов по теме исследований согласно поставленной цели и задачам и предложения по улучшению экологического состояния исследуемого объекта	
5. Защита работы, включающая доклад по результатам проведенных исследований и ответы на поставленные вопросы по теме	

Вопросы и задания для проведения промежуточного контроля

Компетенция: Готов проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения (**ПК-4**).

Вопросы к экзамену

1. Предмет системной экологии, ее место в цикле биологических и экологических наук.
2. Теоретический и прикладной аспект системной экологии.
3. Общая теория систем, исторические периоды ее развития.
4. Терминология системного анализа.
5. Математические методы разграничения экосистем.
6. Основные направления экологических исследований (прогнозирование).
7. Основные принципы общего и геоэкологического картографирования.
8. Схема системного анализа для решения экологических задач.
9. Математический аппарат экологического моделирования.
10. Виды моделирования.
11. Цели моделирования, основные требования к модели.

12. Технология построения математической модели.
13. Адекватность модели.
14. Обзор основных статических параметров популяции.
15. Оценка численности и абсолютной плотности популяции.
16. Методы оценки абсолютной плотности.
17. Индексы относительного обилия.
18. Оценка доминирования. Кривая число видов – площадь, гипотеза Вильямса.
19. Зависимость числа видов от их встречаемости.
20. Продолжительность жизни и выживаемость.
21. Демографические таблицы популяций, кривые выживания.
22. Оценка скорости роста популяции.
23. Концепция устойчивости популяций. Принцип экспоненциального роста численности популяции.
24. Модель экспоненциального роста Мальтуса.
25. Сущность системно-динамического имитационного моделирования.
26. Основные переменные имитационной модели.
27. Язык потоковых диаграмм, правила построения диаграммы связей.
28. Процедура построения имитационной модели.
29. Модель экспоненциального роста Мальтуса.
30. Сущность системно-динамического имитационного моделирования.
31. Основные переменные имитационной модели.
32. Язык потоковых диаграмм, правила построения диаграммы связей.
33. Процедура построения имитационной модели.

Практические задания для экзамена

1. Найти выборочное среднее, выборочную дисперсию и выборочное среднее квадратическое отклонение, если совокупность задана таблицей распределения:

x_i	0	1	2	3	4	5	7
n_i	8	7	16	10	6	2	1

2. Сравните 2 варьирующих признака. Первый характеризуется средней $\bar{x}_1 = 5,4$ кг и средним квадратическим отклонением $S_1 = 0,78$. Второй – величинами $\bar{x}_2 = 9,3$ и $S_2 = 1,57$ см. Какой признак варьирует сильнее?

3. Вариационный ряд, записанный по результатам 10 опытов по определению содержания нитратов (мг/кг) в огурцах, поставляемых в магазин из хозяйства, имеет вид:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
мг/кг	0,1	0,2	0,2	1	1	1,5	2,1	2,1	2,2	2,3

- С помощью программы MS EXCEL вычислить среднее значение, моду, медиану, коэффициент вариации.

4. Вычислите коэффициент корреляции между ростом (X, см) и массой (Y, кг) обследованных животных. Исходные данные приведены в выборке объема $n = 10$. Оцените статистическую значимость коэффициента связи.

X (см)	31	32	33	34	35	35	40	41	42	46
У (кг)	7,8	8,3	7,6	9,1	9,6	9,8	11,8	12,1	14,7	13

5. При анализе эфиппий с Кубанского водохранилища в разных пробах были получены следующие данные для Ceriodaphnia (экз.):

20	19	21	18	18
19	19	18	17	19
20	21	18	17	19
19	18	19	20	18

Оцените степень варьирования этого показателя.

6. В результате исследования были получены следующие данные по плотности вида Пастушья сумка (Capsella bursa pastoris) на 35 площадках (экз/м²). Можно ли утверждать, что распределение этого вида на изучаемой территории относится к равномерному типу?

12	12	13	11	11	8	12
9	12	12	22	12	11	10
10	11	11	11	10	10	11
11	12	9	10	12	16	12
11	11	9	10	11	1	2

7. При анализе эфиппий с Кубанского водохранилища в разных пробах были получены следующие данные для Ceriodaphnia (экз.):

20	19	21	18	18
19	19	18	17	19
20	21	18	17	19
19	18	19	20	18

Распределить данные в вариационный ряд, построить полигон распределения.

8. Исходный вариационный ряд оценок признака (например, степень повреждения деревьев в 10-балльной шкале) у 10 объектов имеет вид: 2, 8, 4, 3, 5, 9, 2, 10, 6, 6. Ранжировать ряд.

9. Постройте полигон распределение частот для следующего ряда.

x_i	2	3	5	7	9
n_i	10	15	25	33	12

10. Исходный вариационный ряд оценок признака у 9 объектов в порядковой шкале имеет вид: 3, 5, 8, 2, 2, 10, 6, 7, 4. Ранжируйте ряд.

11. Постройте гистограмму следующего распределения.

Классы (x_i)	8,6– 9,3	9,4– 10,1	10,2 – 10,9	11,0 – 11,7	11,8 – 12,5	12,6 – 13,3	13,4 – 14,1	14,2 – 14,9
Частоты (n_i)	2	6	15	23	25	17	7	5

12. Наблюдаемые значения полуденной температуры мая разбиты на 5 интервалов. Постройте гистограмму распределения.

x_i	0–4	5–9	10–14	15–19	20–24	25–29
n_i	4	5	8	7	4	3

13. Постройте кумуляту для следующего распределения:

x_i	1,0–1,9	2,0–2,9	3,0–3,9	4,0–4,9	5,0–5,9	6,0–7,0
n_i	0	15	23	5	6	1

14. Распределить следующие данные в вариационный ряд и построить гистограмму распределения.

3,5	2,3	2,9	3,1	3,2	3,5
3,1	2,9	4,0	2,2	3,1	2,4
3,6	2,5	4,1	4,4	3,2	3,3
3,8	3,2	3,0	2,8	2,4	2,5

15. Постройте полигон распределение частот для следующего ряда.

x_i	2	3	5	7	9	11	13	15
n_i	10	15	25	33	12	8	10	21

16. Переведите количественно и качественно измеряемые признаки в ранговые.

Урожайность (ц/га)	22,0	18,9	4,7	18,7	13,4	16,7	15,7	18,6	21,2
Качество почв (балл.)	5	1	0	2	1	5	4	2	3

17. При анализе эфиппий с Кубанского водохранилища в двадцати пробах были получены следующие данные для *Seriodaphnia* (экз.):

20	19	21	18	18
19	19	18	17	19
20	21	18	17	19
19	18	19	20	18

Распределите данные в вариационный ряд, постройте полигон распределения и рассчитайте среднее и медиану.

18. Распределите следующие данные в вариационный ряд, постройте гистограмму и кумуляту распределения. Рассчитайте моду.

3,2	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	2,9
3,1	2,7	3,4	2,9	3,0	2,9	2,8
2,6	3,0	2,8	3,0	3,1	2,9	3,0

19. Определите медиану для ряда покрытий *Cladonia sylvatica* в 189 площадках по 1 м².

Классы	0–4	5–14	15–24	25–34	35–44	45–54	55–64	65–74	75–85
Частоты (n_i)	35	28	32	25	27	16	16	9	1

20. При анализе эфиппий с Кубанского водохранилища в разных пробах были получены следующие данные для *Seriodaphnia* (экз.):

20	19	21	18	18	20	21	18	17	19
19	19	18	17	19	19	18	19	20	18

Определите степень варьирования эфиппий в пробах.

21. Найти выборочное среднее, выборочную дисперсию и выборочное среднее квадратическое отклонение, если совокупность задана таблицей распределения:

x_i	0	1	2	3	4	5	7
n_i	8	7	16	10	6	2	1

22. Какой признак варьирует сильнее? Первый характеризуется средней $\bar{x}_1 = 2,5$ кг и средним квадратическим отклонением $S_{x1} = 0,62$ кг. Второй – величинами $\bar{x}_2 = 9,2$ см и $S_{x2} = 1,47$ см.

23. Рассчитайте доверительный интервал для высоты растений (см), если $S_x = 0,92$ см.

Высота, см	6,5	6,8	7,2	8,0	7,5	6,8	9	7,6	5,9	6,2
------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----

24. Найдите среднее арифметическое распределения:

x_i	1,0–1,9	2,0–2,9	3,0–3,9	4,0–4,9	5,0–5,9	6,0–7,0
n_i	0	15	23	5	6	1

25. В выборке из 50 листьев 18 поражены некрозом. Определите доверительный интервал для доли пораженных листьев.

26. На пяти площадках из 22 обследованных встречается вид клевер луговой (*Trifolium pratense* L.). Оцените доверительный интервал для встречаемости этого вида в биоценозе.

27. Оценить погрешность средней величины прироста сосны в 20 деревьях, выбранных случайно из 100:

39, 37, 30, 48, 36, 38, 22, 33, 21, 30, 25, 43, 28, 36, 20, 35, 20, 41, 36.

28. Определите тесноту связи между проективными покрытиями двух видов растений, оцененными в баллах:

1-ый вид (балл)	1	2	1	2	1	4	5	5	3
2-ой вид (балл)	2	4	3	5	1	8	10	7	6

29. Даны данные для двух показателей X и Y. Вычислить коэффициент корреляции. Оценить статистическую значимость коэффициента корреляции.

X	10	12	11	14	16	21	18	22	25	27	25	26
Y	1	3	2	4	6	3	8	9	9	11	12	10

30. Оценить тесноту связи между количеством заболеваний культуры мучнистой росой и количеством осадков. Вариация по обоим признакам выражена в рангах.

X	1	8	5	2	3,5	9	10	7	6	3,5
Y	3	6	10	5	2	7	9	4	1	8

31. Даны значения для двух показателей X и Y. Вычислить коэффициент корреляции. Оценить статистическую значимость коэффициента корреляции.

X	12	7	10	5	7	8	11	8	6	9
Y	4,6	2,6	4,3	2,4	3,1	3,8	4,2	2,9	2,7	3,4

Компетенция: Способен анализировать экологическую обстановку при различной антропогенной нагрузке (ПК-14).

Вопросы к экзамену

1. Определение понятия «система».
2. Понятия, характеризующие строение, функционирование и развитие систем.
3. Структура системы.
4. Свойства систем.
5. Классифицирующие признаки и виды систем.
6. Большие и сложные системы
7. Обобщающие системные теоремы
8. Основные черты экосистемного подхода, интерпретация этого термина некоторыми учеными
9. История становления системного подхода в экологии.
10. Современное состояние теоретической экологии.
11. Системы, претендующие на роль основного объекта экологии.
12. Топогенный и ценогенный принципы деления экосистем.
13. Иерархический ряд экосистем.
14. Элементарные единицы абиотической и биотической части экосистем.
15. Основные ценоэлементы экосистем.
16. Иерархические уровни экологических систем и их основные количественные показатели.
17. Основные принципы системной экологии.
18. Критерии разграничения экосистем.
19. Экологические признаки деления экосистем.
20. Проблематика экологических исследований.
21. Основные направления экологических исследований (полевые наблюдения).
22. Основные направления геохимических и геофизических исследований
23. Основные направления экологических исследований (экспериментальные методы).
24. Обеспечение репрезентативности экологических сборов.
25. Методы измерения численности и плотности популяций.
26. Основные показатели видовой структуры биотического сообщества.
27. Основные группы экологических факторов. Закон Либиха.
28. Правило минимума. Модель роста растения Полетаева.
29. Концепция совокупного действия природных факторов.
30. Закон толерантности. Метод функции отклика – формализация закона совокупного действия фактора.
31. Практическое применение моделей факториальной экологии.
32. Гипотезы абиотической и биоценотической регуляции численности популяции.
33. Количественная оценка рождаемости, смертности, скорости роста популяции.
34. Биотический потенциал популяции.

Практические задания для экзамена

1. Определите тесноту связи между жизненным состоянием древостоя (ЖСД), оцениваемого в баллах, и степенью загрязненности территории, на которой они произрастают (балл.).

ЖСД (балл)	1	2	1	2	1	4	5	5	3
СЗТ	2	4	3	5	1	8	10	7	6

2. Количество деревьев в парке распределилось следующим образом:

№ п/п	Вид	Кол-во особей
1	Конский каштан	36
2	Ель колючая	8
3	Кипарисовик Лавсона	3
4	Клен татарский	14
5	Катальпа яйцевидная	2
6	Тополь пирамидальный	19
7	Ясень высокий	10
8	Липа сердцевидная	24

Рассчитать индексы видового богатства Маргалефа, индексы Шеннона и Симпсона, а также индекс выравненности Пиелу.

3. Получены следующие данные по видовому богатству насекомых в сообществе.

№ п/п	Вид	Число особей
1	Стрекоза-коромысло	3
2	Кузнечик зеленый	25
3	Клоп травяной	20
4	Тля гороховая	120
5	Долгоносик клеверный	42

Рассчитайте индекс видового богатства Маргалефа.

Оцените разнообразие сообщества при помощи индекса Шеннона и рассчитайте индекс выровненности Шеннона.

4. Получены следующие данные по видовому богатству птиц в дубовом лесу.

№ п/п	Вид	Число гнездовых территорий
1	Зяблик	15
2	Зарянка	12
3	Лазоревка	10
4	Королек	5
5	Крапивник	3
6	Московка	3
7	Серая мухоловка	1

Рассчитайте индекс видового богатства Маргалефа. Оцените разнообразие птиц в сообществе с помощью индекса Шеннона и рассчитайте индекс выровненности Шеннона.

5. Рассчитать индексы видового богатства Маргалефа, индексы Шеннона и Симпсона, а также индекс выравненности Пиелу для древесной растительности городского сквера по следующим данным:

Название вида	Количество особей
1. Вяз обыкновенный	412
2. Липа мелколистная	328
3. Клен ясеневидный	129
4. Береза бородавчатая	54
5. Тополь черный	3
5 видов	число особей N = 926

6. Установить тесноту связи между содержанием фосфора в почве и содержанием фосфора в растениях по следующим данным:

Почва (x)	1	4	5	9	13	11	23	23	28
Растения (y)	64	21	54	81	93	76	77	95	109

7. Оцените тесноту связи между жизненным состоянием древостоя (балл) и степенью загрязненности территории (балл) по следующим данным:

ЖСП	1	2	1	2	1	4	5	5	3
СЗ	2	4	3	5	1	2	3	4	1

8. Существует ли зависимость между средним уровнем воды (в метрах) в период нереста в Кубанском водохранилище и средней численностью личинок леща (шт/м³) в прибрежной части.

Н, м	51,5	52	52,5	53	53,5	54	54,5	55
Лещ	14,6	15,8	18,6	22,4	24,8	26,4	39,6	34,8

9. Определите тесноту связи между суммой годовых осадков в крае и уровнем загрязнения аллохтонным веществом прибрежных экосистем Кубанского водохранилища, оцененному по БПК, мг/л.

Ос, мм	350	320	230	150	55	130	150	210	310	205	120	105
БПК	5,8	4	5,4	4,2	1,4	3,5	2,1	3,4	4,3	2,4	1,1	1,3

10. Оцените взаимосвязь между степенью урбанизации городов и уровнем их загрязненности. Данные выражены в рангах.

Города	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
Степень урбанизации	3	7	5	9	1	8	6	10	4	2
Уровень загрязненности	2	4	3	5	1	9	8	10	7	6

11. Количество деревьев в изучаемом сообществе распределилось следующим образом:

	Вид	Кол-во особей
1	Конский катан	36
2	Ель колючая	8
3	Кипарисовик Лавсона	3
4	Клен татарский	14
5	Катальпа яйцевидная	2
6	Тополь пирамидальный	19
7	Ясень высокий	10
8	Липа сердцевидная	24

Постройте график ранг/обилие и рассчитайте индексы видового богатства Маргалефа, Симпсона, Шеннона.

12. Получены следующие данные по видовому богатству птиц в дубовом лесу.

N п/п	Вид	Число гнездовых территорий
1	Зяблик	15
2	Зарянка	12
3	Лазоревка	10
4	Королек	5
5	Крапивник	3
6	Московка	3

Оцените разнообразие и выравненность птиц в сообществе с помощью индекса Шеннона.

13. Уровень кислотности отобранной пробы воды равен 5,6 (определено с помощью электродного иона-метра). Укажите источник пробы: атмосферные осадки, море, река, озеро.

14. Водородный показатель отобранной пробы воды равен 6,8 (определено с помощью электродного иона-метра). Укажите источник пробы: атмосферные осадки, море, река, болото.

15. Уровень кислотности отобранной пробы воды равен 3,9 (определено с помощью электродного иона-метра). Укажите источник пробы: атмосферные осадки, море, река, озеро.

16. Водородный показатель отобранной пробы воды равен 11,2 (определено с помощью электродного иона-метра). Укажите источник пробы: атмосферные осадки, море, река, болото.

27. Вода из колодца имеет следующие органолептические показатели: запах и вкус 3 балла, цветность 35°, мутность 2,5 мг/л. Дайте оценку органолептическим показателям воды.

17. По полученным значениям pH_{H_2O} , представленным в таблице, охарактеризуйте реакцию почвенной среды

pH_{H_2O}	Реакция почвенной среды
3,7	
5,8	
6,4	
7,0	
8,5	
10,7	
11,3	

18. Заполните таблицу «Характеристика групп природных вод в зависимости от значений pH ». В примечании отметьте наличие химических веществ, способствующих подкислению или подщелачиванию природных вод.

pH	Группа	Примечание
< 3		
3-5		
5-6,5		
6,5-7,5		
7,5-8,5		
8,5-9,5		
> 9,5		

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура оценивания знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка «отлично» – выполнены все требования к написанию реферата: обозначена

проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка «хорошо» – основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка «неудовлетворительно» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

Критериями оценки расчетно-графической работы являются: степень раскрытия сущности вопроса, позволяющей судить об освоении студентом темы или раздела.

Оценка «отлично» – выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов расчетно-графической работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «хорошо» – выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» – выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на расчетно-графическую работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» – выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых на расчетно-графическую работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении поставленных задач.

Критериями оценки задач (практических заданий) являются: степень раскрытия сущности вопроса, позволяющей судить об освоении студентом темы или раздела.

Оценка «отлично» – выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов практического задания и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «хорошо» – выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» – выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на практическое задание тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» – выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых для решения задачи вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении поставленных задач.

Критерии оценки при проведении тестирования

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85 % тестовых заданий;

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70 % тестовых заданий;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее 50 %;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

Оценка **«зачтено»** соответствует параметрам любой из положительных оценок («удовлетворительно», «хорошо», «отлично»), а **«незачтено»** – параметрам оценки «неудовлетворительно».

Критерии оценки знаний студентов при написании курсового проекта.

Оценка **«отлично»** ставится при условии:

- работа выполнялась самостоятельно;
- материал подобран в достаточном количестве с использованием разных источников;
- работа оформлена с соблюдением всех требований для оформления курсовых проектов;
- защита курсового проекта проведена на высоком и доступном уровне.

Оценка **«хорошо»** ставится при условии:

- работа выполнялась самостоятельно;
- материал подобран в достаточном количестве с использованием разных источников;
- работа оформлена с незначительными отклонениями от требований для оформления курсовых проектов;
- защита курсового проекта проведена хорошо.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится при условии:

- работа выполнялась с помощью преподавателя;
- материал подобран в достаточном количестве;
- работа оформлена с отклонениями от требований для оформления курсовых проектов;
- защита курсового проекта проведена удовлетворительно.

Критериями оценки знаний студентов при сдаче экзамена являются: правильность и степень раскрытия сущности вопросов, выполнение практического задания.

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в

ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Контроль освоения дисциплины и оценка знаний обучающихся на экзамене производится в соответствии с ПлКубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература:

1. Системная экология : учеб. пособие / Л. Б. Попок [и др.]; под общ. ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. –164 с. – Режим доступа :

https://edu.kubsau.ru/file.php/104/Uchebnoe_posobie_po_sistemnoi_ekologii.pdf.

2. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании: учебное пособие / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 265 с. – Режим доступа :

https://edu.kubsau.ru/file.php/104/Analiz_dannykh_i_matematicheskoe_modelirovanie_v_ekologii_i_prirodopolzovanii.pdf.

3. Курс лекций по системной экологии / Л. Б. Попок. Куб. гос. аграр. ун-т. Каф. общей биологии и экологии. – КГАУ, 2003. – 153 с. – Режим доступа : Библио. КубГАУ (40 экз.).

4. Практикум по курсу «Системная экология» / И. С. Белюченко, Е. И. Муравьев, Е. В. Попок, Л. Б. Попок. – Краснодар : КубГАУ, 2007. – 184 с. – Режим доступа : Библио. КубГАУ (16 экз.).

Дополнительная учебная литература:

1. Пелипенко О. Ф. Системная экология : учебное пособие / О. Ф. Пелипенко ; под редакцией С. И. Колесников. – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2008. – 128 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/47126.html>

2. Алексанов В. В. Биоразнообразии : методы изучения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Алексанов В.В. – Электрон. текстовые данные. – Саратов : Вузовское образование, 2019. – 105 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/78854.html>.

3. Биоразнообразие : курс лекций / авторы-составители: Б. В. Кабельчук, И. О. Лысенко, А. В. Емельянов, А. А. Гусев. – Ставрополь: Изд-во Ставропольский ГАУ «АГРУС». – 2013. – 156 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/47290>.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

– ЭБС:

№	Наименование ресурса	Тематика
1	IPRbook	Универсальная
2	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Системная экология : учеб. пособие / Л. Б. Попок [и др.]; под общ. ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. –164 с. – Режим доступа :

https://edu.kubsau.ru/file.php/104/Uchebnoe_posobie_po_sistemnoi_ekhologii.pdf.

4. Системная экология : метод. указания к написанию курсового проекта / сост. О. А. Мельник, Ю. Ю. Никифорова. – Краснодар : КубГАУ, 2022. – 26 с. – Режим доступа : [file:///C:/Users/biolog/Downloads/MU_Sistemnaja_ekhologija_kursovoi_proekt_746996_v1_%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/biolog/Downloads/MU_Sistemnaja_ekhologija_kursovoi_proekt_746996_v1_%20(1).PDF).

5. Системная экология : метод. указания к лабораторно-практическим занятиям / сост. О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2022. – 30 с. – Режим доступа : [file:///C:/Users/biolog/Downloads/MU_Sistemnaja_ekhologija_2022_718966_v1_%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/biolog/Downloads/MU_Sistemnaja_ekhologija_2022_718966_v1_%20(1).PDF).

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

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

1. Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3	Система тестирования INDIGO	Тестирование

2. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная	https://elibrary.ru/

3. Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Системная экология	<p>Помещение № 633 ГУК, посадочных мест – 84; площадь – 70,7 м²; учебная аудитория для проведения учебных занятий. лабораторное оборудование (плеер – 1 шт.); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение № 631 ГУК, посадочных мест – 50; площадь – 67,9 м²; учебная аудитория для проведения учебных занятий. технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную образовательную среду университета; программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение № 635 ГУК, посадочных мест – 30; площадь – 70,7 м²; учебная аудитория для проведения учебных занятий. доступ к сети «Интернет»;</p>	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
		<p>доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;</p> <p>технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран);</p> <p>программное обеспечение: Windows, Office;</p> <p>специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель).</p>	