Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 02.11.2026 14:54:28
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
подписано ЭЦП Шмелев Н.А.
(подпись, инициалы, фамилия)

«26» 02 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системная экология
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа бакалавриата
05.03.06 Экология и природопользование
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Экологическая безопасность и охрана труда
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 05.03.06 Экология и природопользование профиль Экологическая безопасность и охрана труда, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

Зав.кафедрой кафедры биологии, экологии и химии *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Онина С.А.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Кутлин Ю.Н.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Онина С.А.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование систематизированных знаний, умений и владений в области системной экологии, необходимых для оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды, изложения и критического анализирования получаемой информации, представления результатов полевых и лабораторных исследований.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ПК-1	Способен осуществлять мониторинг в области охраны окружающей среды	ПК-1.1. Выявляет и анализирует причины и источники аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду
		ПК-1.2. Выявляет и анализирует причины и источники сверхнормативного образования отходов
		ПК-1.3. Подготавливает предложения по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ
ПК-2	Способен проводить мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности	ПК-2.1. Определяет критерии достижения целей охраны и контроля окружающей среды с учетом технических возможностей организации
		ПК-2.2. Проводит расчеты для эколого-экономического обоснования внедрения в организации новой природоохранной техники и технологий с учетом наилучших доступных технологий в области охраны и контроля окружающей среды и экологической безопасности
		ПК-2.3. Разрабатывает мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	144	7 семестр - 144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	56	7 семестр - 56
в том числе:		
лекции	22	7 семестр - 22
лабораторные занятия	0	
практические занятия	34	7 семестр - 34
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0	
консультации	0	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	88	7 семестр - 88
Из них:		
контроль	0	
ФКР:		
зачет	0.2	7 семестр - 1
зачет с оценкой	0	
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	0	

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности				Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	П, час.	Зч, час.	СРС, час.	
4 курс / 7 семестр						
1	Статистика и теория вероятности					
2	Введение. Группировка данных, совокупность и вариационный ряд Роль математических и математико-статистических методов в экологии. Характеристика совокупности. Варьирующие признаки и их учет. Группировка данных при качественной вариации. Группировка данных при количественной дискретной вариации. Вторичная группировка данных при количественной дискретной вариации. Вариационный ряд и его графическое	3	4		14	Практические работы

	изображение. Группировка данных при количественной непрерывной вариации.					
3	Статистические показатели для характеристики совокупности Размах вариационного ряда и лимиты. Две группы показателей для характеристики вариационных рядов. Мода и медиана. Средняя арифметическая и ее свойства. Значение средней арифметической и ее сущность. Измерение вариации. Вариационный размах и средние отклонения. Варианса и среднее квадратическое отклонение. Вычисление статистических показателей с помощью условной средней для данных, не сведенных в вариационный ряд. Взвешенные средние арифметические и средние квадратические отклонения. Различные модификации формул для суммы квадратов, варианс и средних квадратических отклонений. Закон сложения вариации. Средняя геометрическая. Коэффициент асимметрии. Коэффициент вариации.	3	4		10	Практические работы
4	Закономерности случайной вариации Вероятность и её исчисление. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Эмпирические и теоретические вероятности. Распределение вероятностей — основа вариации. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Нормальное распределение и его характеристика с помощью нормированного отклонения. Доверительные вероятности. Уровни значимости. Односторонние и двусторонние оценки. Уравнение нормальной кривой распределения. Эмпирические ряды распределения и их отклонение от теоретических.	4	6		14	Практические работы
5	Оценка достоверности статистических показателей Проблема достоверности в статистике. Выборочные и генеральные совокупности. Формула для средней ошибки. Закон больших чисел. Распределение x малых выборок. sx как мерило колеблемости вариационного ряда, составленного из x. Определение доверительного интервала для μ. Учет доли выборки при вычислении	4	4		14	Практические работы

	средней ошибки. Определение необходимого объема выборочной совокупности. Выборочный метод. Средние ошибки для σ и μ. Оценка достоверности статистических показателей с помощью средней ошибки. Оценка достоверности ẋ. Нулевая гипотеза. Оценка достоверности разницы между средними арифметическими двух выборочных совокупностей. Графический метод сравнения средних арифметических. Достоверность разницы между попарными данными. Критерий знаков. Сравнение средних квадратических отклонений и варианс.					
6	Многомерные модели и методы исследования					
7	Корреляционный анализ Понятие о корреляции. Коэффициент корреляции и методы его вычисления. Рабочие формулы для вычисления коэффициента корреляции. Непрямой способ вычисления r. Формула Бравэ. Возможные значения коэффициента корреляции. Выборочность коэффициента корреляции. Оценка его достоверности. Определение достоверности разницы между r. Доверительные границы для r. Коэффициент ранговой корреляции. Применение и дальнейшее развитие корреляционного метода в биологии. Корреляционные плеяды. Ошибка разницы между средними арифметическими при наличии корреляции. Возможные ошибки в применении метода корреляций.	2	4		12	Практические работы
8	Регрессионный анализ Многообразие методов изучения связи. Понятие о регрессии. Эмпирические линии регрессии. Выравнивание эмпирических линий регрессии. Уравнение регрессии. Теоретическая линия регрессии. Односторонняя регрессия. Коэффициент регрессии. Достоверность линии регрессии и коэффициента регрессии. Сравнение коэффициентов регрессии. Связь между регрессией и корреляцией. Криволинейные зависимости.	4	8		13.8	Практические работы

9	Дисперсионный анализ Сущность дисперсионного анализа. Градации факторов и их характер. Нулевая гипотеза. Схема варьирования при различии по одному фактору. Разное варьирование вариант и его характеристика. Суммы квадратов. Степени свободы. Общая схема дисперсионного анализа при одном факторе Параметры, оцениваемые средними квадратами.. Вычисление сумм квадратов и средних квадратов. Варьирование при двухфакторной схеме. Рабочие формулы при двухфакторном анализе. Оцениваемые параметры при двухфакторном дисперсионном анализе. Дисперсионный анализ при трехфакторной схеме. Дисперсионный анализ при трехфакторной схеме. Определение достоверности разницы между группами.	2	4		10	Практические работы
10	Зачет			1	0.2	
Итого по 4 курсу 7 семестру		22	34	1	88	
Итого по дисциплине		22	34	1	88	

Таблица 4 – Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование семинарских и практических работ	Объем, час.

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Тесты

1. Приложение системного анализа к экологии называют:
а) общей экологией;
б) прикладной экологией;
в) социальной экологией;
г) системной экологией.
2. Перевод экологических представлений о любой системе в ряд математических зависимостей и операции называют:
а) системой уравнения
б) коэффициент корреляцией;
в) коэффициент регрессией;
г) системным анализом.
3. Статистические группировки могут быть: а) типологическими; б) структурными; в) аналитическими; г) комбинированными
а) а
б) а, б
в) а, б, в
г) а, б, в, г

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.
Критерии оценки (в баллах)*:*
- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Практические работы

Практические работы, являются важным источником познания нового материала, способствуют формированию и совершенствованию практических умений и навыков обучающихся.

по теме

Пример. Подчитываем влияние повышающих доз удобрения определенного типа на урожайность какой-либо культуры. Имеются 4-е порции удобрения (*F1…F4, причем F1 <F2 <F3 <F4*), которое использовали на 5-и делянках (m=4, n=5). Требуется определить, влияет ли повышение дозы удобрения на урожайность и если да, то достоверен ли этот вывод настолько, чтобы можно было рекомендовать этот опыт хозяйству.

Таблица

Данные для вычисление.

Доза удобрения	Урожайность, т/га				
	Поле № 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
F1	15	14	15	14,5	15
F2	19	15	17	15	16,5
F3	20	17	20	17	18
F4	23	19	21	19	20

2. Получены следующие данные о плодовитости мышей при облучения рентгеновыми лучами:

Группы	Число мышат от отдельных самок			
Контроль	10	12	11	10
Доза 100 *р*	8	10	7	9
Доза 200 *р*	7	9	6	4

Влияет ли облучение на плодовитость мышей?

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения практических работ

Описание методики оценивания выполнения практических работ: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании знания теоретического материала по теме практической работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты практической работы.

Критерии оценки (в баллах*):*

- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач практической работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное знание теоретического материала по теме практической работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с оборудованием, применения знания на практике, анализа результатов практической работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач практической работы, хода работы, имеются пробелы в знании применяемых методик исследования; демонстрируется неполное знание фактического материала по теме практической работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты практической работы, формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач практической работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме практической работы (в процессе

обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с оборудованием, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты практической работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **0-2** балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач практической работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме практической работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты практической работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи.

Зачет

Зачет является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Примерные вопросы к зачету, 4 курс / 7 семестр

1. Системный подход и его применение в экологии.
2. Природа, цели, анатомия, методы, средства построения математических моделей.
3. Мода и медиана. Средняя арифметическая и ее свойства.
4. Измерение вариации. Вариационный размах и средние отклонения.
5. Варианса и среднее квадратическое отклонение.
6. Различные модификации формул для суммы квадратов, варианс и средних квадратических отклонений.
7. Средняя геометрическая.
8. Коэффициент вариации.
9. Вероятность и ее исчисление.
10. Теоремы сложения и умножения вероятностей.
11. Эмпирические и теоретические вероятности.
12. Распределение вероятностей – основа вариации.
13. Биномиальное распределение.
14. Распределение Пуассона.
15. Нормальное распределение и его характеристика с помощью нормированного отклонения.
16. Доверительные вероятности.
17. Уровни значимости.
18. Уравнение нормальной кривой распределения.
19. Эмпирические ряды распределения и их отклонение от теоретических.
20. Выборочные и генеральные совокупности.
21. Формула для средней ошибки. Ошибка выборочности. Закон больших чисел. Распределение малых выборок.
22. Доверительный интервал.
23. Определение необходимого объема выборочной совокупности и ее средняя ошибка.
24. Оценка достоверности статистических показателей с помощью средней ошибки.
25. Нулевая гипотеза.
26. Понятие, коэффициент корреляции и методы его вычисления.
27. Выборочность коэффициента корреляции. Оценка его достоверности.
28. Множественная и частная корреляция.
29. Понятие о регрессии. Эмпирические линии регрессии.
30. Уравнение регрессии. Теоретическая линия регрессии. Коэффициент регрессии.
31. Достоверность линии регрессии и коэффициента регрессии.
32. Аллометрическая функция из нелинейной регрессии.
33. Сущность дисперсионного анализа.

34. Дисперсионный анализ при одном и двум факторе. Параметры, оцениваемые средними кваратами.
35. Распределение «хи квадрат», Стьюдента, F Фишера – Снедекора.
36. Хи квадрат критерий соответствия, закономерности распределения, понятия вероятности и значимости в применении.
37. Число степеней свободы при пользовании критерием хи-квадрат.
38. Анализ главных компонент в системной экологии.
39. Факторный анализ в системной экологии.
40. Кластерный анализ

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания зачета

Зачет выставляется по рейтингу, в зависимости от эффективности работы в процессе изучения дисциплины, что определяется количеством набранных баллов за все виды заданий текущего и рубежного контролязачтено – от 60 до 110 балловне зачтено – от 0 до 59 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

7 семестр - зачет.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов.

Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная учебная литература

1. Системная экология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов / Башкирский государственный универистет, Бирский филиал; авт. - сост. Ю.Н. Кутлин; Н.Г. Кутлин. — Бирск: Бирский филиал БашГУ, 2018.
2. Калаева, Е.А. Теоретические основы и практическое применение математической статистики в биологических исследованиях и образовании : учебник / Е.А. Калаева, В.Г. Артюхов, В.Н. Калаев ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет». - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. - 284 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441590

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студ. вузов / В. Е. Гмурман .— 12-е изд., перераб. — М. : Высшая школа, 2006 .— 479 с. — ISBN 5-9692-0104-9 : 230 р. 00 к.

5.3. Другие учебно-методические материалы

Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Kutlin_Kutlin_avt-sost_Sistemnaja ekologija_up_Birsk_2018.pdf
2. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441590

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
2. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
3. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс" - Договор №125818-С от 28.04.2026

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 24(БФ)	Для хранения оборудования	Бинокль блц 10х40, весы, компьютер, ксерокс, нитрат-тест 2 соэкс, нитратомер портативный нитрат-тест, ноутбук, принетр brother, принетр kyosera 2135, принтер, проектор, термогигрометр testo 622, учебно-методическая литература, холодильник, экран, электропанель-конвектор ballu camino bec/v(vr)-2000. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE

		2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 29(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, мебель, проектор, учебно-наглядные пособия, экран.
Аудитория 31(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для курсового проектирования, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, мебель, проектор, термостат с воздушным охлаждением, учебно-методические материалы, учебно-наглядные пособия, учебные коллекции, учебный набор, экран.
Читальный зал(ФМ)	Для курсового проектирования, Для самостоятельной работы	Компьютер, ксерокс, принтер. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс"