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

Математическое моделирование в экологии
(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 высшей математики и физики *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Чудинов В.В.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Чудинов В.В.
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 в области основ математических методов в экологии: о математических методах исследования моделей; умений и навыков применения их в решении профессиональных задач.

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

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	108	3 семестр - 108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	54	3 семестр - 54
в том числе:		
лекции	18	3 семестр - 18
лабораторные занятия	0	
практические занятия	36	3 семестр - 36
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0	

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
консультации	0	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	54	3 семестр - 54
Из них:		
контроль	0	
ФКР:		
зачет	0.2	3 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.	
2 курс / 3 семестр						
1	Основы моделирования					
1.1	Основы математического моделирования, простейшие модели Модели и моделирование. Классификация моделей. Качественные (базовые) модели. Имитационные модели конкретных экологических систем. Понятие переменных и параметров. Стационарное состояние и его устойчивость. Непрерывные и дискретные модели. Модель экспоненциального роста. Модель логистического роста. Уравнение Ферхюльста. Модель с наименьшей критической численностью. Исследование устойчивости стационарных состояний. Модель Лотки-Вольтерры. Пространство решений и фазовое пространство.	6	16		16	Тестирование
2	Математические модели в экологии					
2.1	Исследование математических моделей биологических системах Модель Ферстера. Модели переключений в биологических системах. Триггер. Понятие предельного цикла и автоколебаний. Понятие странного аттрактора. Хаотическая динамика в сообществах видов.	6	10		16	Тестирование

2.2	Применение математических моделей в экологии и природопользовании Модели экологических сообществ. Принципы лимитирования в экологии. Модели водных экосистем. Модели продукционного процесса растений. Модели лесных сообществ. Оценка загрязнения атмосферы и поверхности земли. Глобальные модели. Применение теории обратных задач для анализа экспериментальных данных.	6	10		21.8	Кейс-задания
3	Зачет			1	0.2	
Итого по 2 курсу 3 семестру		18	36	1	54	
Итого по дисциплине		18	36	1	54	

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

Вариант 1.

1. Модель, представляющая собой объект, который ведет себя как реальный объект, но не выглядит как таковой — этоA. физическая модельB. аналоговая модельC. типовая модельD. математическая модель

2. Модель, представляющая то, что исследуется с помощью увеличенного или уменьшенного описания объекта или системы — этоA. физическаяB. аналитическаяC. типоваяD. математическая

3. Какой из структурных элементов включает в себя процесс моделирования?A. анализB. модельC. объектD. субъект

4. Классификация по учету фактора неопределенности включает в себя:A. детерминированные, стохастическиеB. статистические, динамическиеC. макроэкономические, микроэкономическиеD. аналитические, идентифицированные

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 %;

Кейс-задания

Описание кейс-заданий: кейс-задание представляет собой ситуационную задачу, требующую осмысления, анализа, а затем решения. Решение кейс-задания должно быть аргументированным, содержать пояснения.

Задание.

Известна емкость среды $N_{max}=100$, начальная численность популяции $N(0)=5$ и коэффициент рождаемости (скорость роста) $a=0,2$.

Сформулируйте и запишите модель ограниченного роста, получите решение в виде графика. Проведите анализ результата моделирования и оцените время достижения максимальной численности.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения кейс-заданий

Описание методики оценивания: при оценке решения кейс-задания наибольшее внимание должно быть уделено тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны ли определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, использованы ли аргументированные доказательства, опыт деятельности, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высок уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.
Критерии оценки (в баллах) (должны строго соответствовать рейтинг плану по макс. и мин. колич. баллов и только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):
- **2** балла выставляется студенту, если задание грамотно проанализировано, установлены причинно-следственные связи, демонстрируются умения работать с источниками информации, владение навыками практической деятельности, найдено оптимальное решение кейс-задание;
- **1** балл выставляется студенту, если задание проанализировано поверхностно, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируются слабые умения работать с источниками информации, неуверенное владение навыками практической деятельности, найдено решение кейс-задания, но имеет значительные недочеты;
- **0** баллов выставляется студенту, если задание не проанализировано, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируется отсутствие умения работать с источниками информации, не сформированы навыки практической деятельности, решение кейс-задания не найдено.

Конспект

Темы конспекта:
1. Имитационные модели конкретных экологических систем.
2. Стационарное состояние и его устойчивость.
3. Непрерывные и дискретные модели.
4. Модель экспоненциального роста.
5. Модель логистического роста.
6. Уравнение Ферхюльста.
7. Модель с наименьшей критической численностью.
8. Модель Лотки-Вольтерры.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения конспекта

Описание методики оценивания: при оценке выполнения студентом конспекта максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: краткость (конспект ориентировочно не должен превышать 1/8 от первичного текста); ясность, чёткость структуры материала, что обеспечивает его быстрое считывание, схватывание общей логики и т. д.; научная корректность; оригинальность индивидуальной обработки материала (наличие вопросов, собственных суждений, своих символов и знаков и т. д.); адресность (чёткое фиксирование выходных данных, указание страниц цитирования и отдельных положений).
Критерии оценки конспекта:
5 бал. - Конспект не превышает 1/8 от первичного текста, имеет чёткую структуру материала, изложен ясным языком, факты приведенные в конспекте научно корректны; конспект содержит собственные вопросы, суждения, указаны выходные данные, страницы цитирования и отдельных положений.

4 бал. - Конспект не превышает 1/8 от первичного текста, имеет чёткую структуру материала, изложен ясным языком, факты приведенные в конспекте научно корректны; конспект не содержит собственные вопросы, суждения, указаны не полные выходные данные, страницы цитирования и отдельных положений.
3 бал. - Конспект не превышает 1/8 от первичного текста, материал не структурирован, факты приведенные в конспекте научно корректны; конспект не содержит собственные вопросы, суждения, не указаны выходные данные, страницы цитирования и отдельных положений.
1 бал. - Конспект превышает 1/8 от первичного текста, материал не структурирован, факты приведенные в конспекте научно корректны; конспект не содержит собственные вопросы, суждения, не указаны выходные данные, страницы цитирования и отдельных положений.
0 бал. - Конспект не представлен.

Зачет

Зачет является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Примерные вопросы к зачету, 2 курс / 3 семестр

1. Модели и моделирование.
2. Классификация моделей.
3. Качественные (базовые) модели.
4. Имитационные модели конкретных экологических систем.
5. Понятие переменных и параметров.
6. Стационарное состояние и его устойчивость.
7. Непрерывные и дискретные модели.
8. Модель экспоненциального роста.
9. Модель логистического роста.
10. Уравнение Ферхюльста.
11. Модель с наименьшей критической численностью.
12. Исследование устойчивости стационарных состояний.
13. Модель Лотки-Вольтерры.
14. Пространство решений и фазовое пространство.
15. Модель Ферстера.
16. Модели переключений в биологических системах. Триггер.
17. Понятие предельного цикла и автоколебаний.
18. Понятие странного аттрактора.
19. Хаотическая динамика в сообществах видов.
20. Модели экологических сообществ.
21. Принципы лимитирования в экологии.
22. Модели водных экосистем.
23. Модели продукционного процесса растений.
24. Модели лесных сообществ.
25. Оценка загрязнения атмосферы и поверхности земли.
26. Глобальные модели.
27. Применение теории обратных задач для анализа экспериментальных данных.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения 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 контроля
зачтено – от 60 до 110 баллов
не зачтено – от 0 до 59 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

3 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. Гаврилова, Л.В. Математическое моделирование водных экосистем : учебное пособие / Л.В. Гаврилова, Л.А. Компаниец, В.Е. Распопов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет, Федеральное агентство научных организаций, Федеральный исследовательский центр и др. - Красноярск : СФУ, 2016. - 202 с. : ил. - Библиогр.: с. 194. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497152
2. Безруков, Алексей Иосифович. Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по направл. подгот. 01.03.04 "Приклад. матем.", 38.03.05 "Бизнес-информатика" (квал.(степ.)"бакалавр") / А. И. Безруков, О. Н. Алексенцева .— Москва : ИНФРА-М, 2017 .— 227 с

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Плутахин, Г.А. Биофизика : учебное пособие / Г.А. Плутахин, А.Г. Кощаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 240 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4048.
2. Ризниченко, Галина Юрьевна. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учеб. пособ. для бакалавр. и магистр. / Г. Ю. Ризниченко . — Москва : Юрайт, 2017 .— 183 с. :

5.3. Другие учебно-методические материалы

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

1. http://www.mathnet.ru/ - общероссийский математический портал Math-Net.Ru.

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

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 11(БФ)	Для контроля и аттестации	Доска, ибп, коммутатор, компьютер, мебель (столы для коворкинг зоны). Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 24(БФ)	Для хранения оборудования	Компьютер, ксерокс, ноутбук, принетр brother, принетр kyosera 2135, принтер, проектор, экран. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 40(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, мебель, проектор, экран.
Аудитория 41(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, мебель, проектор, экран.
Аудитория 42(БФ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система

		Astra Linux
Читальный зал(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, ксерокс, мебель, принтер, учебно-методические материалы. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux