

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ганеев Вилер Валиахметович  
Должность: Директор  
Дата подписания: 23.03.2026 09:28:03  
Уникальный программный ключ:  
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

**ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ  
ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И ХИМИИ**

Утверждено:  
на заседании кафедры высшей математики и  
физики  
протокол № 4 от 23.11.2022 г.  
Зав. кафедрой подписано ЭЦП / Чудинов В.В.

Согласовано:  
Председатель УМК  
факультета физики и математики  
подписано ЭЦП / Чудинова Т.П.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
для очной формы обучения**

Математическое моделирование в экологии  
Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) подготовки  
Природопользование

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) <u>Доцент, к. ф.-м.н., доцент</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	<u>подписано ЭЦП / Чудинов В.В.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	--

Для приема: 2021-2022 г.

Бирск 2022 г.

Составитель / составители: Чудинов В.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании  
кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании  
кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании  
кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании  
кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине .....	10
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.....	10
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.....	11
4.3. Рейтинг-план дисциплины .....	14
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	14
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины.....	15
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	15

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	Способен осуществлять мониторинг в области охраны окружающей среды (ПК-1);	ПК-1.1. Знает	Знать основы математического моделирования, методы использования моделей в области охраны окружающей среды
		ПК-1.2. Умеет	Уметь использовать математические модели в прогнозировании и мониторинге состояния окружающей среды
		ПК-1.3. Владеет	Владеть методами использования математических моделей в прогнозировании и мониторинге состояния окружающей среды

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Математическое моделирование в экологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на   2   курсе в   3   семестре.

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.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ  
ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Математическое моделирование в экологии» на 3 семестр  
очная  
форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54.2
лекций	18
практических/ семинарских	36
лабораторных	0
контроль самостоятельной работы (КСР)	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	53.8
Учебных часов на подготовку к зачету (Контроль)	0

Форма контроля:

Зачет 3 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		лекции,	практические занятия,	семинарские занятия,	лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			
		Лек	П	Зч	СР С			
2 курс / 3 семестр								
1	Основы моделирования							
1.1	<p>Основы математического моделирования, простейшие модели</p> <p>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</p>	6	16		16	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2	Конспект	Тестирование

	критической численностью. Исследование устойчивости стационарных состояний. Модель Лотки-Вольтерры. Пространство решений и фазовое пространство.							
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	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 2	Конспект	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	Осн. лит-ра №№ 1,2	Кейс-задания	Кейс-задания
3	Зачет			1	0.2			
Итого по 2 курсу 3 семестру		18	36	1	54			

Итого по дисциплине	18	36	1	54			
---------------------	----	----	---	----	--	--	--

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: Способен осуществлять мониторинг в области охраны окружающей среды (ПК-1);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Зачет)	
		Незачтено	Зачтено
ПК-1.1. Знает	Знать основы математического моделирования, методы использования моделей в области охраны окружающей среды	Знания не сформированы	Знания полностью сформированы
ПК-1.2. Умеет	Уметь использовать математические модели в прогнозировании и мониторинге состояния окружающей среды	Умения не сформированы	Умения в основном сформированы
ПК-1.3. Владеет	Владеть методами использования математических моделей в прогнозировании и мониторинге состояния окружающей среды	Владение навыками не сформировано	Владение навыками в основном сформировано

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.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1.1. Знает	Знать основы математического моделирования, методы использования моделей в области охраны окружающей среды	Конспект, Тестирование, Кейс-задания
ПК-1.2. Умеет	Уметь использовать математические модели в прогнозировании и мониторинге состояния окружающей среды	Кейс-задания, Конспект, Тестирование
ПК-1.3. Владеет	Владеть методами использования математических моделей в прогнозировании и мониторинге состояния окружающей среды	Кейс-задания

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.

### **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 — это А. физическая модель В. аналоговая модель С. типовая модель D. математическая модель

2. Модель, представляющая то, что исследуется с помощью увеличенного или уменьшенного описания объекта или системы — это А. физическая В. аналитическая С. типовая D. математическая

3. Какой из структурных элементов включает в себя процесс моделирования? А. анализ В. модель С. объект D. субъект
4. Классификация по учету фактора неопределенности включает в себя: А. детерминированные, стохастические В. статистические, динамические С. макроэкономические, микроэкономические D. 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.

### 1.3. Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>1</b>	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
<b>2</b>		5	4	3	2	2	2	2	2	1
<b>3</b>			5	4	3	3	3	2	2	2
<b>4</b>				5	4	4	3	3	3	2
<b>5</b>					5	5	4	4	3	3
<b>6</b>						5	5	4	4	3
<b>7</b>							5	5	4	4
<b>8</b>								5	5	4
<b>9</b>									5	5
<b>10</b>										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

## 2. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная 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

#### **Дополнительная 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. :

#### **5.2. 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 proed.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. Office Professional Plus - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159-ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
2. Windows - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 11(БФ)	Для контроля и аттестации	Коммутатор d-link , источник бесперебойного питания арс, компьютеры в сборе, учебная мебель, доска. Программное обеспечение 1. Office Professional Plus 2. Windows
Аудитория 24(БФ)	Для хранения оборудования	Компьютеры в сборке, принтер canon 2900, принтер kyosera 2235, принтер kyosera 2135, принтер brother, ксерокс canon fc-206, мультимедиапроектор vivitek, ноутбук asus, экран проекционный на треноге. Программное обеспечение 1. Office Professional Plus 2. Windows
Аудитория 40(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, учебная мебель, настенный экран, проектор aser.
Аудитория 41(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, мультимедиапроектор, настенный экран, учебная мебель.
Аудитория 42(БФ)	Для самостоятельной работы	Учебная мебель, компьютеры в сборе. Программное обеспечение 1. Office Professional Plus 2. Windows
Читальный зал(ФМ)	Для самостоятельной работы	Ксерокс kyosera, принтер canon lbr 810, компьютеры в сборе, учебная мебель на 100 посадочных мест, учебно-методические материалы. Программное обеспечение 1. Office Professional Plus 2. Windows