

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ганеев Вилер Валиахметович  
Должность: Директор  
Дата подписания: 23.03.2026 09:24:04  
Уникальный программный ключ:  
fcea25d7092f3bfff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

**ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНТ  
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)<br><u>Доцент, к. ф.-м.н., доцент</u><br>(должность, ученая степень, ученое звание) | <u>подписано ЭЦП / Чудинов В.В.</u><br>(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 УУН<sub>И</sub>Т  
ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Математическое моделирование в экологии» на 3 семестр

очная

форма обучения

| Вид работы                                                                                                                                  | Объем дисциплины |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 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:<br>лекции,<br>практические занятия,<br>семинарские занятия,<br>лабораторные работы,<br>самостоятельная работа и<br>трудоемкость (в часах) |    |    |         | Основная и дополнительная литература,<br>рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Лек                                                                                                                                                                  | П  | Зч | СР<br>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<br>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<br><br>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<br>Доп. лит-ра № 2 | Конспект     | Тестирование |
| 2.2                         | Применение математических моделей в экологии и природопользовании<br><br>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 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 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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.

## 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 апс, компьютеры в сборе, учебная мебель, доска.<br>Программное обеспечение<br>1. Office Professional Plus<br>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.<br>Программное обеспечение<br>1. Office Professional Plus<br>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.<br>Программное обеспечение<br>1. Office Professional Plus<br>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.<br>Программное обеспечение<br>1. Office Professional Plus<br>2. Windows                                                                     |