

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий  
(ИРИТ)  
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:

А.В. Мякиньков  
подпись  
ФИО  
“ 10 ” 06 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ1.2 «Математическое моделирование биологических процессов**  
**и систем»**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
(код и направление подготовки, специальности)

Направленность: Математическое моделирование и компьютерные технологии  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная  
(очная,очно-заочная,заочная)

Год начала подготовки 2021

Выпускающие кафедры ПМ  
аббревиатура кафедры

Кафедра-разработчик ПМ  
аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 72 / 2  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет  
экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Чекалова С.А., д.мед.н., доц.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2021

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 года № 9, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол № 6 от 10.06.2021.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 4.06.2021 № 9/1.

Зав. кафедрой д.ф-м.н, профессор \_\_\_\_\_ А.А. Куркин

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ.  
Протокол от 10.06.2021 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 01.03.02-П-43  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

Н.И. Кабанина

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	13
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	14
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	15
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Целью освоения дисциплины является:

формирование у студентов математического мышления при работе с данными экологических исследований и экспериментов, знакомство с основными методами математической обработки биологических и экологических данных, приемами анализа, хранения и интерпретации биологической экологической информации, а также обучение методам знакового и объектного моделирования биологических процессов, с последующей оценкой корректности разработанных моделей.

## Задачи освоения дисциплины:

Научить пользоваться инструментами математического моделирования и прикладными программами при проведении научных исследований в различных областях биологии, например в области молекулярной биологии, биохимии и биофизики.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Математическое моделирование биологических процессов и систем» является дисциплиной по выбору. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы бакалавриата по направлению «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое моделирование и компьютерные технологии». Сопровождающими курсами являются «Методы компьютерной томографии», «Методы стохастического анализа», «Интегральные уравнения». Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при подготовке к защите выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов и систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

# 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>ПКС-1 (Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу)</i>								
Уравнения математической физики					*	*		
Механика сплошных сред					*	*		
Теория игр и исследование операций						*		
Элементы теории операторов монотонного типа							*	
Интегральные уравнения							*	
Элементы дифференциальной геометрии и								*

тензорного анализа							
Методы стохастического анализа						*	
Вариационное исчисление							*
Численные методы гидродинамики							*
Методы компьютерной томографии							*
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена							*
Технологическая (проектно-технологическая) практика			*				
Технологическая (проектно-технологическая) практика					*		
Преддипломная практика							*
Выполнение и защита ВКР							*

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ,  
СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
ПКС-1. Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу.	ИПКС-1.2. Разрабатывает математические и информационные модели объектов профессиональной деятельности, выделяет подсистемы и их функции.	<b>Знать:</b> основные понятия об энергетических процессах жизнедеятельности организма и формировании адаптивного состояния в повреждающим факторам окружающей среды;	<b>Уметь:</b> применять математические методы для описания зависимых отображений между показателями, характеризующими развитие обменных процессов биологической системы (мозга);	<b>Владеть:</b> навыками статистической обработки экспериментальных данных, методами аппроксимации количественной зависимости между ними, составлять математическую модель, позволяющую расчетным способом прогнозировать работу биологической системы (мозга) в экстремальных условиях жизнедеятельности организма.	Задания для контрольных работ	Билеты для зачета
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/05.6. Разработка концепции системы (ПС 06.022. «Системный аналитик»)						

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. 72 часов, распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

Таблица 3

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

##### Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		6 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия лекционного типа (Л)	<b>17</b>	<b>17</b>
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	<b>17</b>	<b>17</b>
лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	<b>4</b>	<b>4</b>
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	<b>26</b>	<b>26</b>
Подготовка к зачету	<b>8</b>	<b>8</b>

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час									
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
ПКС-1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 1.</b> Математическое моделирование в биологии												
	<b>Тема 1.1.</b> Средства математического моделирования	2		2	1	Подготовка к лекциям и практическим занятиям 6.1	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий						
	<b>Тема 1.2.</b> Классы задач, изучающих зависимость между показателями.	1		1	2								
	<b>Тема 1.3.</b> Математическая формулировка задачи аппроксимации.	1		1	2								
	<b>Тема 1.4.</b> Регрессионные, имитационные, качественные модели.	2		2	2								
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>7</b>								
ПКС-1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 2.</b> Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка												
	<b>Тема 2.1.</b> Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению.	2		2	2	Подготовка к лекциям и практическим занятиям 6.1	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий						
	<b>Тема 2.2.</b> Примеры: экспоненциальный рост, логистический рост.	2		2	3								
	<b>Тема 2.3.</b> Рост колонии микроорганизмов. Популяционное моделирование	1		1	2								

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Practicеской подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>5</b>		<b>5</b>	<b>7</b>				
ПКС-1 ИПКС-1.2	<b>Раздел 3. Классические модели</b>					Подготовка к лекциям и практически занятиям 6.1	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий		
	<b>Тема 3.1. Ограничения по субстрату. Модели Моно и Михаэлиса-Ментен.</b>	1		1	3				
	<b>Тема 3.2. Базовая модель взаимодействия. Конкуренция. Отбор.</b>	2		2	3				
	<b>Тема 3.3. Классические модели Лотки и Вольтерра</b>	1		1	3				
	<b>Тема 3.4. Колебания и ритмы в биологических системах</b>	2		2	3				
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>12</b>				
	<b>Подготовка к промежуточной аттестации (Зачет)</b>				<b>8</b>				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>34</b>				

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

**5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в п.11**

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета хранятся на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н. Новгород, ул. Минина, 24 и находятся в свободном доступе.

### **5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

**Таблица 5.**

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Текущий контроль</b>	<b>Зачет</b>
85-100	Отлично	
70-84	Хорошо	Зачет
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	Незачет

Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу.	ИПКС-1.2. Разрабатывает математические и информационные модели объектов профессиональной деятельности, выделяет подсистемы и их функции.	Не способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно формализует и алгоритмизирует поставленную задачу	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Разрабатывает математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделяет подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики.

**Таблица 7 - Критерии оценивания**

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	Оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.1 Исаева, Н. М. Математическое моделирование в биологии : учебно-методическое пособие / Н. М. Исаева, И. В. Добрынина, Н. В. Сорокина. — Тула : ТГПУ, 2018. — 63 с. — ISBN 978-5-6041454-8-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113619>

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1 Перечень информационных ресурсов

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа:
2. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> \КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/>. - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>. – Загл. с экрана.

## 7.2 Перечень информационных справочных систем

**Таблица 8 - Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	E-LIBRARY.ru	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

## 7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

**Таблица 9 - Программное обеспечение**

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- Зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

**Таблица 11 - Оснащенность аудиторий для проведения учебных занятий по дисциплине**

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			1
1	<b>6421</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12	<ul style="list-style-type: none"><li>• Комплект демонстрационного оборудования:</li><li>• ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 ГБ ОЗУ, 250 ГБ HDD, монитор 19" – 1шт.</li><li>• Мультимедийный проектор Epson- 1 шт;</li><li>• Экран – 1 шт.;</li><li>• Набор учебно-наглядных пособий</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)</li><li>• Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3);</li><li>• Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);</li><li>• Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0)</li><li>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li><li>• 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li><li>• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).</li></ul>
2	<b>6543</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Проектор Accer – 1шт;</li><li>• ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 ГБ ОЗУ, 320 ГБ HDD, монитор Samsung 19" – 11 шт.</li><li>• ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14);</li><li>• Microsoft Office (лицензия № 43178972);</li><li>• Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135);</li><li>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li><li>• 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО,</li></ul>

		университета	<p>лицензией GNU LGPL);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>• КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> <li>• Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)</li> </ul>
--	--	--------------	---

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- электронное обучение;

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с

установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует до пороговому уровню.

### **10.1. Методические указания для занятий лекционного типа<sup>16</sup>**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

### **10.2. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с конспектом лекций, который отражает содержание предложенной темы. Практические задания выполняются самостоятельно при косвенном контроле преподавателя.

При оценивании выполнения задания учитывается следующее:

- качество выполнения практического задания;
- качество устных ответов на вопросы по заданию.

### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указаны в разделе Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

# 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 11.1. Список вопросов к зачету

1. Что такое модели и какие виды моделей вы знаете?
2. Какие виды моделирования существуют?
3. Назовите и охарактеризуйте свойства моделей.
4. Приведите основные принципы моделирования.
5. Перечислите этапы построения математических моделей.
6. От чего зависит точность моделирования?
7. Какие виды погрешности моделирования вы знаете?
8. В чем сущность процессов: внутривидовой конкуренции, межвидовой конкуренции, отношений «хищник- жертва»?
9. В чем различие приемов моделирования популяций с непрерывным и с дискретным размножением?
10. Дать определение имитационного моделирования?
11. Перечислить составляющие имитационной модели и кратко дать их характеристику?
12. Модель Мальтуса, основные допущения.
13. Что понимается под коэффициентом собственной скорости роста популяции, как он влияет на характер популяционной динамики?
14. Модель Ферхюльста в непрерывной форме, основные допущения.
15. Понятие емкости экологической ниши популяции, её значение в модели Ферхюльста.
16. Ограничения по субстрату. Модели Моно и Михаэлиса-Ментен.
17. Классические модели Лотки и Вольтерра.

## 11.2. Пример зачетных билетов.

### Билеты к зачету Билет № 1

1. Перечислить составляющие имитационной модели и кратко дать их характеристику?
2. Изучить характер эволюции популяции, описываемый моделью межвидовой конкуренции, при значениях параметров  $a=3$ ,  $b=4$ ,  $N_0=100$  в зависимости от значения параметра модели  $a$  в диапазоне  $0,1$ . Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от значения  $R$ ?

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИРИТ

“ \_\_\_\_ ” 202\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.1 «Математическое моделирование биологических процессов**  
**и систем»**

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: 01.03.02 Прикладная математика

Программа: «Математическое моделирование и компьютерные технологии»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 3

Семестр 6

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г.  
начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....;
- 2) .....;
- 3) .....

Разработчик (и): Чекалова С.А., д. мед. наук, доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» 202\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ПМ

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» 202\_\_ г.

Заведующий кафедрой

А.А. Куркин

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ «\_\_» 202\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» 202\_\_ г.