

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ИНКЛЮЗИВНОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Прикладной математики и информатики
Кафедра Прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе


Е.С. Сахарчук

«27» апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ДИСКРЕТНЫЕ И НЕПРЕРЫВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ**

образовательная программа направления подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика
Б1.О.05 «Дисциплины (модули)», обязательная часть

Направленность (профиль)

математическое и информационное обеспечение цифровой экономики

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения очная

Курс 1, семестр 1

Москва 2022

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры)», утвержденного приказом Министерства Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 916 Зарегистрировано в Минюсте России 10 октября 2017 г. №48495.

Разработчики рабочей программы: МГТУ, доцент кафедры прикладной математики
место работы, занимаемая должность

 Ахмедов Р.Э. 19.03 2022 г.
подпись Ф.И.О. Дата

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры прикладной математики
(протокол № 4 от «27» 03 2022 г.)

на заседании Учебно-методического совета МГТУ
(протокол № 1 от «27» 04 2022 г.)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления
 И.Г. Дмитриева
«27» 04 2022 г.

Начальник методического отдела
 Д.Е. Галеенок
«27» 04 2022 г.

Заведующий библиотекой
 В.А. Ахтырская
«27» 04 2022 г.

Декан факультета ПМИИ
 Е.П. Петрунина
«27» 04 2022 г.

Содержание

1. **ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**
2. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**
3. **ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**
4. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
5. **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
6. **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**
7. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**
8. **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цели и задачи изучения учебной дисциплины (модуля)

Цели изучения дисциплины:

- формирование комплекса знаний, умений и навыков в области построения дискретных и непрерывных математических моделей, их анализа и применения.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение принципов построения математических моделей для проведения научного исследования;

- формирование умения выделять структурные элементы на рассматриваемом уровне организации материи, описывать законы их физического взаимодействия и эволюции на языке математики, обосновывать необходимость выбора дискретного или континуального подхода для описания исследуемых процессов;

- формирование умения переходить от концептуальной формулировки математической модели к ее математической постановке и применять методы вычислительной математики для получения решений научно-исследовательских и прикладных задач;

- формирование навыков применения методов математического моделирования и вычислительной математики при компьютерной реализации математических моделей, навыков работы с пакетами прикладного программного обеспечения, а также навыков анализа получаемых результатов.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Учебная дисциплина «Дискретные и непрерывные математические модели» относится к обязательной части блока Б1. «Дисциплины (модули)». Изучение учебной дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися при изучении дисциплин уровня бакалавриата.

Изучение учебной дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» необходимо для изучения дисциплин «Математические модели в прикладных областях» и «Математические основы кибернетики».

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение данной дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Знает основные понятия, идеи, методы, связанные с фундаментальной и прикладной математикой, методы математического моделирования, формулировки и доказательства утверждений, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания.

	<p>ОПК-1.2 Умеет самостоятельно находить взаимосвязь между различными понятиями, используемыми в изучаемых дисциплинах, применять методы фундаментальной и прикладной математики для решения профессиональных задач; применять методы математического моделирования в прикладных областях.</p>
	<p>ОПК-1.3 Владеет навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, навыками анализа математических проблем; понятийным и формальным математическим аппаратом.</p>
<p>ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-3.1 Знает основные задачи и области применения методов математического моделирования; особенности объектов моделирования и методики исследования моделей; базовые и методологические основы построения и анализа математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности; основные приоритетные направления и критические технологии в научно-исследовательской работе.</p>
	<p>ОПК-3.2 Умеет ориентироваться в круге основных проблем, возникающих в различных областях профессиональной деятельности и использовать методы анализа и синтеза для получения новых научных знаний; ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов на основе проведенного анализа; применять методы математического моделирования к решению конкретных задач, строить математические алгоритмы и реализовывать их с помощью языков программирования.</p>
	<p>ОПК-3.3 Владеет методологией математического моделирования; навыками применения математического инструментария для создания и исследования новых математических моделей в области профессиональной деятельности, навыками построения и реализации основных математических алгоритмов; определенными навыками построения концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач, навыками самостоятельной научной работы и работы в научном коллективе.</p>
<p>ПК-1 Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты</p>	<p>ПК-1.1 Знает новые научные результаты и предысторию их появления; классические методы, применяемые в прикладной математике и информатике, необходимые и достаточные условия их реализации.</p>

самостоятельно и в составе научного коллектива.	ПК-1.2 Умеет систематизировать научные результаты, выделять из них главное, и удалять второстепенное; самостоятельно выбирать эффективные методы решения поставленных задач и разрабатывать новые методы для получения новых научных и прикладных результатов.
	ПК-1.3 Владеет навыками сбора и анализа научной информации; навыками работы с математическими источниками информации; наукоемкими технологиями и пакетами прикладных программ для решения прикладных задач.
ПК-2 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач.	ПК-2.1 Знает концептуальные и теоретические модели классических проблем и задач в области прикладной математики и информатики; современные тенденции и направления в научных исследованиях, проводимых в мире.
	ПК-2.2 Умеет анализировать новые возникающие проблемы и находить пути их решения; исследовать и разрабатывать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых научных исследований.
	ПК-2.3 Владеет современными математическими и информационными методами работы с информацией; инструментальными средствами по тематике проводимых научно-исследовательских проектов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины (модуля)

Объем дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» составляет 4 зачётных единицы /144 часа:

Вид учебной работы	Всего, часов	Курс, часов
	Очная форма	1 курс 1 сем.
Аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего в том числе:	34	34
Лекции (Л)	10	10
В том числе, практическая подготовка (ЛПП)		
Практические занятия (ПЗ) (в том числе зачёт)	24	24
В том числе, практическая	4	4

подготовка (ПЗПП)		
Лабораторные работы (ЛР)		
В том числе, практическая подготовка (ЛРПП)		
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	74	74
В том числе, практическая подготовка (СРПП)	14	14
Промежуточная аттестация (подготовка и сдача), всего:		
Контрольная работа		
Курсовая работа		
Зачет		
Экзамен	36	36
Итого: Общая трудоемкость учебной дисциплины (в часах, зачетных единицах)	144/4	144/4

2.2. Содержание дисциплины по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (тематика занятий)	Формируемые компетенции (индекс)
1.	Раздел 1. Основные понятия математического моделирования	Решение прямых задач математического моделирования. Основные понятия математического моделирования. Математическое описание, функциональный оператор и расчетный модуль. Решение обратных задач математического моделирования. Прямые задачи. Виды обратных задач. Компьютерное моделирование и основные вычислительные алгоритмы моделирования	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
2.	Раздел 2. Задачи идентификация и оптимизации	Постановка задач идентификация и оптимизации. Компьютерное моделирование. Основные вычислительные алгоритмы моделирования. Задачи идентификации и оптимизации. Постановка задачи идентификации. Постановка задачи оптимизации. Выбор целевых функций и оптимизирующих переменных. Целевые функции и оптимизирующие переменные. Алгоритмы идентификации и оптимизации	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2

3.	<p align="center">Раздел 3. Реализация математических моделей в технике: гидродинамические модели</p>	<p>Математическое описание гидродинамической модели идеального смешения с интенсивностями источников веществ и тепла за счет различных элементарных процессов. Математическое описание гидродинамической модели идеального вытеснения с интенсивностями источников веществ и тепла. Вывод математических соотношений. Математическая модель стационарного процесса теплопередачи в теплообменнике смешение- смешение. Математическая модель стационарного процесса теплопередачи в теплообменнике смешение- смешение. Выбор алгоритма решения с применением математического описания процесса. Блок-схема алгоритма решения задачи. Математическое моделирование фазового равновесия жидкость-пар. Математическое моделирование фазового равновесия жидкость-пар в многокомпонентной системе с учетом неидеальности жидкой фазы. Выбор алгоритма решения задачи и представление его в виде блок-схемы расчета</p>	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
4.	<p align="center">Раздел 4. Марковские модели систем массового обслуживания</p>	<p>Общая характеристика систем массового обслуживания. Цепи Маркова, марковские процессы с дискретным множеством состояний, полумарковские процессы. Определяющие параметры СМО. Характеристики функционирования СМО. Классификация СМО. Понятие о сетях массового обслуживания. Экспоненциальное и пуассоновское распределение. Вероятностный аппарат теории массового обслуживания: экспоненциальное и пуассоновское распределение. Марковские модели массового обслуживания с отказами. Простейшие марковские модели, системы М/М/п/г с ограниченным временем ожидания, уравнения для вероятностей состояния системы, существование стационарного режима, основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме, структура</p>	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2

		<p>выходного потока. Марковские модели массового обслуживания без отказов. Простейшие марковские модели (системы $M/M/1/\infty$ система с конечным числом источников (Энгсета)): уравнения для вероятностей состояния системы, существование стационарного режима, основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме, структура выходного потока. Система $M/E_m/1/\infty$: построение марковского процесса методом фиктивных фаз, получение стационарных характеристик функционирования. Алгоритмические методы анализа марковских моделей. Необходимость алгоритмического подхода к анализу СМО. Системы $M/H_m/1/r$, $PH/M/1/r$, $M^2/M/n/r$ с относительным приоритетом: решение системы уравнений равновесия, получение стационарных характеристик функционирования</p>	
5.	<p>Раздел 5. Немарковские модели</p>	<p>Простейшие немарковские модели. Полумарковские модели. Метод вложенных цепей Маркова. Метод введения дополнительной переменной. Исследование системы $M/G/1/\infty$: определение среднего числа заявок в системе методом вложенной цепи Маркова, определение времени пребывания заявки в системе, определение остаточного времени обслуживания методом введения дополнительной переменной. Обзор других немарковских СМО. Имитационное моделирование систем и сетей массового обслуживания. Назначение и основные возможности имитационного моделирования СМО и СеМО. Сущность имитационного эксперимента. Методы обработки результатов. Инструментальные средства имитационного моделирования СМО и СеМО</p>	<p>ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2</p>

6.	Раздел 6. Марковские сети	Марковская сеть. Марковское случайное поле. Марковское случайное поле, скрытое марковское случайное поле, марковская цепь, скрытая марковская модель. Метод Монте Карло для задач анализа и дифференциальных уравнений. Метод Монте Карло по схеме марковской цепи	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
----	-------------------------------------	--	-----------------------------

2.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Аудиторная работа		Внеауд. работа	Объем в часах
		Л	ПЗ/ЛР	СР	Всего
		в том числе, ЛПП	в том числе, ПЗПП/ЛРПП	в том числе, СРПП	в том числе, ПП
1.	Основные понятия математического моделирования	4	4	14	22
2.	Задачи идентификации и оптимизации	4	4	12	20
3.	Реализация математических моделей в технике: гидродинамические модели	4	4	12	20
4.	Марковские модели систем массового обслуживания	4	4	12	20
5.	Немарковские модели	4	4	12	20
6.	Марковские сети	4	4	12	20
	Экзамен			36	36
	Итого:	10	24	74	144

2.4. Планы самостоятельной работы обучающегося по дисциплине (модулю).

№	Название разделов и тем	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость	Формируемые компетенции	Формы контроля
1.	Основные понятия математического моделирования	Изучение источников	14	ОПК-1,3 ПК-1,2	Устный опрос
2.	Задачи идентификация и оптимизации	Изучение источников, составление отчетов	12	ОПК-1,3 ПК-1,2	Устный опрос
3.	Реализация математических моделей в технике: гидродинамические модели	Изучение источников, составление отчетов	12	ОПК-1,3 ПК-1,2	Устный опрос
4.	Марковские модели систем массового обслуживания	Изучение источников, составление отчетов	12	ОПК-1,3 ПК-1,2	Устный опрос
5.	Немарковские модели	Изучение источников, составление отчетов	12	ОПК-1,3 ПК-1,2	Устный опрос
6.	Марковские сети	Изучение источников, составление отчетов	12	ОПК-1,3 ПК-1,2	Устный опрос

3. ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ЛИЦ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОВЗ

При организации обучения студентов с инвалидностью и ОВЗ обеспечиваются следующие необходимые условия:

- учебные занятия организуются исходя из психофизического развития и состояния здоровья лиц с ОВЗ совместно с другими обучающимися в общих группах, а также индивидуально, в соответствии с графиком индивидуальных занятий;
- при организации учебных занятий в общих группах используются социальноактивные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений, создания комфортного психологического климата в группе;
- в процессе образовательной деятельности применяются материально-техническое оснащение, специализированные технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с различными нарушениями, электронные образовательные ресурсы в адаптированных формах.
- подбор и разработка учебных материалов преподавателями производится с учетом психофизического развития и состояния здоровья лиц с ОВЗ;
- использование элементов дистанционного обучения при работе со студентами, имеющими затруднения с моторикой;
- обеспечение студентов текстами конспектов (при затруднении с конспектированием);

- использование при проверке усвоения материала методик, не требующих выполнения рукописных работ или изложения вслух (при затруднениях с письмом и речью) – например, тестовых бланков.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

1. Инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, на электронном носителе, в печатной форме увеличенным шрифтом и т.п.);
2. Доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа);
3. Доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, устно, др.).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение дисциплины для организации самостоятельной работы студентов (содержит перечень основной литературы, дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы).

В распоряжении преподавателей и обучающихся имеется основное необходимое материально-техническое оборудование, Интернет-ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд библиотеки Московского государственного гуманитарно-экономического университета.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях и самостоятельной работе обучающихся – не предусмотрены.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Организация входного, текущего и промежуточного контроля обучения Входное тестирование – не предусмотрено.
Текущий контроль – устный опрос.
Промежуточная аттестация – экзамен.

6.2. Тематика рефератов, проектов, творческих заданий, эссе и т.п. Не предусмотрены.

6.3. Курсовая работа
Не предусмотрено.

6.4. Вопросы к зачету
Не предусмотрены.

6.5. Вопросы к экзамену

1. CAS для математического моделирования.
2. Базовый пакет CAS
3. Системы линейных уравнений для модели межотраслевого баланса.
4. Дифференцирование функции.
5. Ряды Фурье.
6. Пакет `inttrans` его применения.
7. Задачи идентификации и оптимизации с применением метода RBF.
8. Постановка задачи идентификации методом RBF.
9. Постановка задачи оптимизации методом RBF.
10. Выбор целевых функций и оптимизирующих переменных.
11. Метод сеток в задачах идентификации и оптимизации
12. Метод интегральных преобразований Фурье.
13. Другие интегральные преобразования-Лапласа, Бесселя.
14. Создание процедуры решения задачи Коши для волнового уравнения с помощью пакета `inttrans`.
15. Создание процедуры решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.
16. Создание процедуры решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона с помощью пакета `inttrans`.
17. Метод интегральных преобразований Фурье в гидродинамике.
18. Математическое моделирование фазового равновесия жидкость-пар.
19. Создание процедуры моделирования фазового равновесия жидкость-пар с помощью пакета `inttrans`.
20. Общая характеристика систем массового обслуживания (СМО).
21. Вероятностный аппарат теории массового обслуживания: экспоненциальное и пуассоновское распределение.
22. Цепи Маркова, марковские процессы с дискретным множеством состояний.
23. Полумарковские процессы.
24. Определяющие параметры СМО.
25. Характеристики функционирования СМО.
26. Классификация СМО.
27. Понятие о сетях массового обслуживания.
28. Марковские модели массового обслуживания.

29. Простейшие марковские модели (системы $M/M/1/\infty$, $M/M/n/r$, $M/M/1/\infty$ с ограниченным временем ожидания, система с конечным числом источников (Энгсета)).
30. Уравнения для вероятностей состояния системы, существование стационарного режима.
31. Основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме.
32. Структура выходного потока. Эрланговский поток.
33. Алгоритмические методы анализа марковских СМО.
34. Алгоритмический подхода к анализу СМО.
35. Простейшие немарковские модели. Полумарковские модели.
36. Метод вложенных цепей Маркова.
37. Имитационное моделирование систем и сетей массового обслуживания.
38. Назначение и основные возможности имитационного моделирования СМО и СеМО.
39. Сущность имитационного эксперимента.
40. Методы обработки результатов.
41. Инструментальные средства имитационного моделирования СМО и СеМО.
42. Марковская сеть.
43. Марковское случайное поле.
44. Марковское случайное поле, скрытое марковское случайное поле,
45. Марковская цепь, скрытая марковская модель.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Основная литература

1. Математическое моделирование и проектирование : учеб. пособие / А.С. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Н. Ставцев, А.А. Полухин ; под ред. А.С. Коломейченко. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 181 с. — (Высшее образование: Магистратура). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59688803c3cb35.15568286. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/884599>
- 2.Царьков, И. Н. Математические модели управления проектами : учебник / И.Н. Царьков ; предисловие В.М. Аньшина. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 514 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/textbook_59d5d3b8c63992.94229617. - ISBN 978-5-16-012831-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816641>

7.2 Дополнительная литература

1. Дреус, Ю. Г. Имитационное моделирование : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Дреус, В. В. Золотарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 142 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11385-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495094>
2. Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 210 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07872-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490488>

3. Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 185 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07874-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491191>

4. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490343>

5. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05365-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491147>

7.3 Программное обеспечение

1. Сетевой компьютерный класс, оснащенный современной техникой
2. Офисный программный пакет (например, Microsoft Office 2003 или более поздних версий).
3. Web-браузер Mozilla Firefox или Google Chrome
4. Экран для проектора

7.4 Электронные ресурсы

1. Национальный открытый университет ИНТУИТ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intuit.ru>
2. Хабрахабр [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/>.
3. <http://www.lessons-tva.info/> - На сайте представлены различные учебные материалы, в том числе онлайн учебники (авторские курсы) по дисциплинам: экономическая информатика, компьютерные сети и телекоммуникации, основы электронного бизнеса, информатика и компьютерная техника.
4. Электронная библиотека «Знаниум»: <https://znanium.com>
5. Электронная библиотека «Юрайт»: <https://urait.ru>
6. Научная электронная библиотека «Elibrary.ru»: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
-------	---	--

1.	Аудитория №109	<p>Учебная аудитория 1-109 Кол-во посадочных мест – 24 Оснащена учебной мебелью Рабочее место преподавателя Мультимедийный проектор Epson EH-TW535W Интерактивная доска Smart Board</p> <p>11 компьютеров Системный блок: Процессор Intel(R) Core(TM) i5-6400 CPU @ 2.70GHz 4096 МБ ОЗУ SSD Объем: 120 ГБ Монитор Philips PHL 243V5 - 24 дюйма Акустическая система Sven</p> <p>Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office 2007 (гос. Контракт № 14/09 от 14.04.2009); Microsoft Windows 7 Professional (Сублицензионный договор № Tr000419452); Консультант Плюс (Договор № 40814-64034/01.2020 от 22.01.2020); Kaspersky Endpoint Security 10 (Сублицензионный договор № 11-05/19); Visual Studio 2017 (Сублицензионный договор № Tr000419452); Свободно распространяемое программное обеспечение: 1С Предприятие 8 (учебная версия); AnyLogic 7; Bloodshell Dev C++; Cisco Packet Tracer; Oracle VM VirtualBox; PSPP; Python 3.7; scilab 5.5.2; Scribus 1.4.7; Turbo Pascal 7; Vmware Workstation.</p>
2.	Аудитория №308	<p>Учебная аудитория 1-308 Кол-во посадочных мест – 24 Оснащена учебной мебелью Рабочее место преподавателя Экран Интерактивная доска Elite Panaboard UB-T880W с акустической системой Проектор Epson EB-440W</p>

		<p>11 компьютеров Системный блок: Процессор Intel(R) Core(TM) i5-2400 CPU @ 3.10GHz 8192 ОЗУ HDD Объем: 500 ГБ Монитор DELL EX231W - 24 дюйма Лицензионное программное обеспечение: Консультант Плюс (Договор № 40814-64034/01.2020 от 22.01.2020); Visual Studio 2017 (Сублицензионный договор № Tr000419452); Microsoft Office 2007 (гос. Контракт № 14/09 от 14.04.2009); Microsoft Windows 7 Professional (Сублицензионный договор № Tr000419452); Kaspersky Endpoint Security 10 (Сублицензионный договор № 11-05/19); Свободно распространяемое программное обеспечение: Oracle VM VirtualBox; scilab 5.5.2.</p>
3.	Аудитория №306	<p>Учебная аудитория 1-306 Кол-во посадочных мест – 19 Оснащена учебной мебелью Рабочее место преподавателя Интерактивная доска Elite Panaboard UB-T880W с акустической системой Проектор Epson EB-440W</p> <p>12 компьютеров Системный блок: Процессор Intel(R) Core(TM) i5-2400 CPU @ 3.10GHz 8192 ОЗУ HDD Объем: 500 ГБ Монитор DELL EX231W – 24 дюйма</p> <p>Лицензионное программное обеспечение: Adobe Design Standart CS5.5 (Договор-оферта № Tr017922 от 06.04.2011); CorelDRAW Graphics Suite X5 Classroom License ML 15+1 (Договор-оферта № Tr017922 от 06.04.2011); Консультант Плюс (Договор № 40814-64034/01.2020 от 22.01.2020); Visual Studio 2017 (Сублицензионный договор № Tr000419452); Microsoft Office Plus 2007 (гос. Контракт № 14/09 от 14.04.2009); Microsoft Windows 7 Professional (Сублицензионный договор № Tr000419452); Kaspersky Endpoint Security 10 (Сублицензионный договор № 11-05/19); Свободно распространяемое программное обеспечение: 1С Предприятие 8 (учебная версия); Oracle VM VirtualBox; Python 3.7; Cisco Packet Tracer.</p>

4.	Аудитория №402	<p>Учебная аудитория 1-402 Кол-во посадочных мест – 34 Оснащена учебной мебелью Рабочее место преподавателя Интерактивная доска Smart Board Проектор Epson EH-TW535W</p> <p>11 компьютеров Системный блок 1: Процессор Intel(R) Core(TM) i5-4570 CPU @ 3.20GHz 8192 ОЗУ</p>
		<p>HDD Объем: 500 ГБ Монитор Viewsonic 23.6</p> <p>Системный блок 2: Процессор Intel(R) Core(TM) i5-8400 CPU @ 2.80GHz 8192 ОЗУ SSD Объем: 240 ГБ Акустическая система 2.0</p> <p>Лицензионное программное обеспечение: Visual Studio 2017 (Сублицензионный договор № Tr000419452); Microsoft Office 2010 (Сублицензионный договор № Tr000419452); Microsoft Windows 10 Для образовательных учреждений (Сублицензионный договор № Tr000419452); Консультант Плюс (Договор № 40814-64034/01.2020 от 22.01.2020); Kaspersky Endpoint Security 10 (Сублицензионный договор № 11-05/19); Свободно распространяемое программное обеспечение: 1С Предприятие 8.2 (учебная версия); Bloodshell Dev C++; NetBeans; Notepad++; Python 3.7; scilab 6.0.2; Scribus 1.4.7.</p>

