



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
А.В. Троицкий

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

***КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЯЮЩИХ
СИСТЕМ***

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ
В СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТАХ»**

Научная специальность:

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Форма обучения: очная

Уровень профессионального образования:

Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Год набора: 2023

Королев
2023

Чаусова О.В. Рабочая программа дисциплины: «Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах». – Королев МО: ФГБОУ ВО «Технологический университет», 2023

Рабочая программа дисциплины «Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах» разработана на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий, утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951, учебного плана программы аспирантуры.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Год утверждения (утверждения /переутверждения)	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания кафедры	№11 от 27.03.2023 №8 от 15.03.2023		

Рабочая программа рекомендована к реализации в учебном процессе на заседании НТС:

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания НТС	№1 от 29.03.2023		

Рабочая программа дисциплины обсуждена и утверждена на заседании Ученого совета

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания УС	№ 9 от 11.04.2023		

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

Цель:

Целью изучения дисциплины является:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для оценки вариантов, обеспечения и поддержки принятия эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. освоение необходимого инструментария, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
3. формирование готовности применять методы математического анализа и моделирования сложных систем и процессов в профессиональной деятельности.

Задачи:

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. Освоение теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. Получение умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование у аспирантов знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Знать:

– программные среды имитационного моделирования; парадигма объектного моделирования для представления сложных объектов с целью исследования информационных процессов в системах управления;

Уметь:

– использовать имитационные модели для исследования многоуровневости и направленности связей между реальными объектами, а также динамики изменения как самих объектов, так и связанных с ними процессов и явлений;

Владеть:

– методологией и инструментами информационного и функционального моделирование систем
– методами формализации и алгоритмизации информационных процессов
– актуальными средствами математического моделирования систем управления

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализа информации в сложных объектах» относится к элективным дисциплинам (модулям) по выбору 1 (ДЭ.1) учебного плана основной

образовательной программы подготовки аспирантов по научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Дисциплина базируется на ранее изученных дисциплинах и компетенциях, полученных в результате обучения в магистратуре/специалитете.

Знания, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми для выполнения диссертационной работы аспиранта.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. В качестве аттестации предусмотрен зачет.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов
Общая трудоемкость	108
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ	
Аудиторные занятия	18
Лекции (Л)	8
Практические занятия (ПЗ)	19
Семинарские занятия (СЗ)	-
Лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа	90
Вид итогового контроля	Зачет

4. Содержание дисциплины

Содержание дисциплины охватывает следующую проблематику: Программные среды имитационного моделирования; парадигма объектного моделирования для представления сложных объектов с целью исследования информационных процессов в системах управления; использование имитационных моделей для исследования многоуровневости и направленности связей между реальными объектами, а также динамики изменения как самих объектов, так и связанных с ними процессов и явлений

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очное	Практические занятия, час. очное	Семинарские занятия, час. очное
------------------	--------------------------	--	---------------------------------------

Тема 1. Методы имитационного моделирования	2	2	-
Тема 2. Инструментальные средства имитационного моделирования	2	4	-
Тема 3. Методы оптимального планирования эксперимента	4	4	-
Итого:	8	10	-

4.2 Содержание тем дисциплины

Тема 1. Методы имитационного моделирования.

1.1. Методы генерации различных типов случайных явлений (событий, величин, процессов - дискретных и непрерывных).

1.2. Методы обработки результатов моделирования.

Тема 2. Инструментальные средства имитационного моделирования.

2.1. Средства надстройки «Анализ данных» MS Excel.

2.2. Специализированные пакеты имитационного моделирования (обзор и сравнительный анализ). Среда моделирования Anylogic и ее технологии моделирования (агентные, дискретно-событийные, динамические, системно-динамические модели).

Тема 3. Методы оптимального планирования эксперимента.

3.1. Основные типы задач оптимального планирования эксперимента (ПЭ). Объекты и цели ПЭ. Эффект оптимального взвешивания. Элементы ПЭ.

3.2. Полный факторный эксперимент и его свойства. Дробные реплики.

3.3. Показатели и критерии оптимальности ПЭ.

3.4. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

Самостоятельная работа аспирантов по дисциплине направлена на приобретение следующих навыков:

- анализа и синтеза информационных систем и моделей управления для решения практических задач;
- использования методов формализации и алгоритмизации информационных процессов;

— анализа и обобщения результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники

В обеспечение освоения данных навыков учебным планом предусмотрен объем работы в 90 часов. Аспирантам предлагается выполнить следующие виды самостоятельной работы:

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды самостоятельной работы
1.	Тема 1. Методы имитационного моделирования й	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (методы свертки).
2.	Тема 2. Инструментальные средства имитационного моделирования..	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (комбинированные критерии выбора решений).
3.	Тема 3. Методы оптимального планирования эксперимента..	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (освоение программы <i>Tarifer</i>).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Описание показателей и критериев оценивания знаний на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания:

Виды деятельности	Критерии оценки
Доклад	Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств Время, отведенное на процедуру – 8 - 15 минут. Неявка – 0 баллов. Критерии оценки: 1.Соответствие содержания доклада заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4.Качество самой представленной работы (1 балл). 5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). 6. Задание не выполнено вообще (0 баллов)

	Максимальная сумма баллов - 5 баллов.
Решение практических заданий	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>1. Методология решения задач правильная (1 балл).</p> <p>2. Владение информацией и способность правильно использовать метод решения (1 балл).</p> <p>3. Отсутствие ошибок вычислений (1 балл).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p>
Письменное задание	<p>1. Проводится в форме 3-х практических работ, выполняемых на компьютере.</p> <p>2. Время, отведенное на процедуру (все работы) – 180 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>1. Соответствие работы уровню формирования компетенции (0-5 баллов).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля.</p> <p>Оценка проставляется в электронный журнал.</p>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Типовые письменные задания

1. Найти оптимальное решение в условиях риска и неопределенности по заданному критерию (Вальда, Оптимистическому, Лапласа-Байеса, Гурвица, Ходжа-Лемана, Сэвиджа, Гермейера) для множества m дискретных альтернативных решений, n состояний природы, платежной матрицы P , вектора вероятностей состояний природы q , параметра λ смеси частных критериев. Недостающими данными задаться.

Варианты исходных данных:

- 1.1. Критерий Вальда; альтернатив 5; состояний природы 7; параметр 0.1.
- 1.2. Критерий Оптимистический; альтернатив 7; состояний природы 5; параметр 0.2.
- 1.3. Критерий Лапласа-Байеса; альтернатив 5; состояний природы 7; параметр 0.3.
- 1.4. Критерий Гурвица; альтернатив 7; состояний природы 5; параметр 0.4.
- 1.5. Критерий Ходжа-Лемана; альтернатив 5; состояний природы 7; параметр 0.5.
- 1.6. Критерий Сэвиджа; альтернатив 7; состояний природы 5; параметр 0.6.

- 1.7. Критерий Гермейера; альтернатив 5; состояний природы 7; параметр 0.7.
- 1.8. Критерий Вальда; альтернатив 7; состояний природы 5; параметр 0.8.
- 1.9. Критерий Оптимистическому; альтернатив 5; состояний природы 7; параметр 0.9.
- 1.10. Критерий Лапласа-Байеса; альтернатив 7; состояний природы 5; параметр 0.1.

2. Решить многокритериальную (m линейных критериев максимизации/минимизации) задачу поиска оптимального решения одним из методов (доминирующего критерия, линейной свертки, гарантирующего критерия, последовательных уступок, идеальной точки, Парето-оптимальности). Недостающими данными задаться.

Варианты исходных данных:

- 2.1. Критериев на max - 3, на min - 3; метод доминирующего критерия.
 - 2.2. Критериев на max - 2, на min - 4; метод линейной свертки.
 - 2.3. Критериев на max - 1, на min - 5; метод гарантирующего критерия.
 - 2.4. Критериев на max - 3, на min - 6; метод последовательных уступок.
 - 2.5. Критериев на max - 2, на min - 3; метод идеальной точки.
 - 2.6. Критериев на max - 1, на min - 4; метод Парето-оптимальности.
 - 2.7. Критериев на max - 3, на min - 5; метод доминирующего критерия.
 - 2.8. Критериев на max - 2, на min - 6; метод линейной свертки.
 - 2.9. Критериев на max - 1, на min - 3; метод гарантирующего критерия.
 - 2.10. Критериев на max - 3, на min - 4; метод последовательных уступок.
3. Для заданной преподавателем выборки тарифного плана и заданного подмножества $\{m_1, m_2 \dots\}$ альтернативных тарифных планов найти оптимальный тарифный план. Выполнить аналогичный анализ для заданного трафика, увеличенного в k раз. Варианты исходных данных (подмножество альтернатив и кратность):
- 3.1. $\{1, 2, 3, 4\}, k = 2$.
 - 3.2. $\{1, 2, 3, 4, 5\}, k = 2$.
 - 3.3. $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, k = 2$.
 - 3.4. $\{3, 4, 5, 6\}, k = 4$.
 - 3.5. $\{1, 3, 4, 5, 6\}, k = 4$.
 - 3.6. $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, k = 4$.
 - 3.7. $\{2, 3, 4, 5\}, k = 6$.
 - 3.8. $\{2, 3, 4, 5, 6\}, k = 6$.
 - 3.9. $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, k = 6$.
 - 3.10. $\{1, 3, 5, 6\}, k = 8$.

Формой контроля знаний по дисциплине «Модели и методы принятия решений» в виде зачета, проводимого в устной форме по материалам лекций и выполненным практическим заданиям.

Вид оценочного средства	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Зачет	2 вопроса и задача	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы и решения задачи Время, отведенное на процедуру – 0.25 часа.	Результаты предоставляются в день проведения Зачета	Критерии оценки: «Зачет»: <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • слабое умение использовать и применять полученные знания на практике; • пассивная работа на практических занятиях; • знание не всех методов, изучаемых предметов; • ответ не на все вопросы билета, решение задачи с ошибками. «Незачет»: <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы билета и не умеет решать задачи.

Типовые вопросы, выносимые на зачет

1. Основные элементы задачи выбора оптимального решения (варианты дискретного и непрерывного случаев).

2. Варианты формализованного представления цели лица, принимающего решение (ЛПР).
3. Задачи выбора оптимального решения в условиях определенности. Примеры.
4. Задачи выбора оптимального решения в условиях риска. Примеры. Понятие риска.
5. Задачи выбора оптимального решения в условиях неопределенности. Примеры. Понятие неопределенности.
6. Задачи выбора оптимального решения в условиях статистической определенности. Примеры. Понятие статистической определенности.
7. Задачи выбора оптимального решения в условиях неопределенности. Примеры. Понятие неопределенности.
8. Задачи выбора оптимального решения в условиях статистической неопределенности. Примеры. Понятие статистической неопределенности.
9. Понятие критерия. Связь критерия и целевой функции.
10. Роль и место критериев, целевых функций, ограничений в задачах выбора решений. Примеры.
11. Понятие векторного критерия. Примеры. Роль векторных критериев в задачах анализа и синтеза.
12. Варианты скалярного представления векторного критерия.
13. Метод главного (доминирующего) критерия.
14. Метод гарантирующего (максиминного) критерия.
15. Метод линейной (аддитивной) свертки целевых функций.
16. Метод «идеальной точки».
17. Метод последовательных уступок при свёртке критериев.
18. Принцип доминирования альтернатив. Примеры.
19. Метод свёртки критериев, основанный на Парето-оптимальности.
20. Критерий Вальда выбора решений в условиях риска и неопределенности.
21. Оптимистический критерий выбора решений в условиях риска и неопределенности.
22. Критерий Сэвиджа выбора решений в условиях риска и неопределенности.
23. Критерий Гурвица выбора решений в условиях риска и неопределенности.
24. Критерий Ходжа-Лемана выбора решений в условиях риска и неопределенности.
25. Критерий Гермейера выбора решений в условиях риска и неопределенности.
26. Критерий Лапласа-Байеса выбора решений в условиях риска и неопределенности.
27. Основные элементы задачи управления переключениями режимов. Примеры.
28. Задача управления переключениями тарифных планов. Основные элементы задачи.

29. Алгоритм выбора наилучшего тарифного плана. Этапы решения задачи.
30. Анализ вариантов переключения тарифных планов с учетом кратного изменения объема трафика.
31. Основные функции и возможности системы «Тарифер».

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Веретехина, С. В. Модели, методы, алгоритмы и программные решения вычислительных машин, комплексов и систем : учебник : [16+] / С. В. Веретехина, В. Л. Симонов, О. Л. Мнацаканян. – Изд. 2-е, доп. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 307 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=602526> (дата обращения: 25.07.2021). – Библиогр.: с. 258-266. – ISBN 978-5-4499-1937-3. – Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Березовская, Е.А. Имитационное моделирование : учебное пособие / Е.А. Березовская ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Экономический факультет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 76 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-2426-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499496> (07.06.2019).
2. Интеллектуальный анализ данных в управлении производственными системами (подходы и методы)=Intelligent data analysis in the management of production systems (approaches and methods) : [16+] / Л.А. Мыльников, Б. Краузе, М. Кютц и др. – Москва : БИБЛИО-ГЛОБУС, 2017. – 334 с. : табл., граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499006> (дата обращения: 29.10.2019). – Библиогр.: с. 311-328. – ISBN 978-5-9500501-7-6. – DOI 10.18334/9785950050176. – Текст : электронный.
3. Гиссин, В.И. Планирование эксперимента и обработка результатов : учебное пособие : [16+] / В.И. Гиссин ; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 131 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567016> (дата обращения: 30.11.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2431-0. – Текст : электронный

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№ №	Название электронного ресурса	Описание электронного ресурса	Используемый для работы адрес
1	университетская библиотека ONLINE	Электронная библиотека, обеспечивающая доступ высших и средних учебных заведений к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы по всем отраслям знаний от ведущих российских издательств. Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии, видео- и аудиоматериалы.	http://biblioclub.ru
2	электронно-библиотечная система	информационно-образовательная среда для колледжей, вузов и библиотек.	http://znanium.com
3	федеральный портал «Российское образование»	учредителем портала является Федеральное государственное автономное научное учреждение «Федеральный институт цифровой трансформации в сфере образования» (ФГАНУ «ФИЦТО»)	http://www.edu.ru
4	- Электронная библиотека Руконт	Национальный цифровой ресурс Руконт - межотраслевая электронная библиотека (ЭБС) на базе технологии Контекстум	http://www.rucont.ru
5	Сайт системы имитационного моделирования AnyLogic,	методические и учебные материалы по имитационному моделированию в свободном доступе для различных прикладных сфер.	http://www.anylogic.ru

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цели дисциплины:

1. Формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для оценки вариантов, обеспечения и поддержки принятия эффективных конструкторских и управленческих решений.

2. Освоение необходимого инструментария, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных конструкторских и управленческих решений.

3. Формирование готовности применять методы математического анализа и моделирования сложных систем и процессов в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

1. Освоение теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных конструкторских и управленческих решений.

2. Получение умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *выполнение практических заданий*.

Тема и содержание практического занятия: *Многокритериальная оптимизация*.

- Генерация варианта исходных данных для многокритериальной (векторной) задачи линейного программирования с тремя критериями.
- Решение отдельно по каждому критерию скалярной задачи линейного программирования.
- Решение задач векторной оптимизации, конструируемых из трех скалярных задач линейного программирования, путем применения различных методов скаляризации (свертки) или снижения множества альтернатив.

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *выполнение практических заданий*.

Тема и содержание практического занятия: *Методы выбора решений в условиях риска и неопределенности*.

- Генерация варианта исходных данных для платежной матрицы, параметров состояний природы (вероятностей) и параметра комбинированных критериев.
- Поиск оптимальных решений на основе сформированных исходных данных для критериев выбора в условиях неопределенности (Вальда, Оптимистического, Сэвиджа).
- Поиск оптимальных решений на основе сформированных исходных данных для критериев выбора в условиях риска (Лапласа-Байеса, Гермейера).
- Поиск оптимальных решений на основе сформированных исходных данных для комбинированных критериев выбора (Гурвица, Ходжа-Лемана).

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: *выполнение практических заданий*.

Тема и содержание практического занятия: *Модели управления переключениями режимов функционирования*.

- Формирование выборки-графика за заданный интервал времени наблюдения, а также параметров и структуры множества рассматриваемых тарифных планов.

- Вычисление статистических показателей трафика с учетом параметров анализируемых тарифных планов.
 - Вычисление показателей эффективности тарифных планов на поле данных выборки-трафика.
 - Выбор наилучшего (оптимального) тарифного плана по критерию минимума совокупных затрат.
 - Анализ влияния объема трафика (кратности его роста) на оптимальное решение.
- Продолжительность занятия – 4 ч.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций

Практические занятия:

-компьютерный класс, оснащенный рабочими местами с ПК и доступом к сетевым ресурсам.

Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет

Перечень программного обеспечения:

При изучении дисциплины используются программные продукты, официально разрешенные в использовании на территории РФ. Компьютерные классы для занятий оснащены следующим программным обеспечением: *Libre Office, Mathcad, AnyLogic, Tarifer*.

Информационные справочные системы:

Электронные ресурсы образовательной среды ТУ.

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

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), доска, комплект маркеров;
- комплект электронных презентаций;
- рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет к почтовым серверам и к адресам, приведенным в разделе 8 и к общей сетевой папке группы.

Практические занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), доска, комплект маркеров;
- комплект электронных презентаций;
- рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет к почтовым серверам, к адресам, приведенным в разделе 8 и к общей сетевой папке группы.

Лист регистрации изменений

Номер измене ния	Номер листа			Дата внесения изменения	Основание для внесения изменения	Всего листов в докумен те	Подпись ответственно го за внесение изменений
	измененно го	нового	изъятого				