



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

«__» _____ 2023г.

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра управления и информационных технологий в космических системах
(НИИ КС им. А.А. Максимова, филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**«Математическое моделирование технических
систем и процессов»**

Направление подготовки: 01.03.02. Прикладная математика и информатика

Профиль: Программирование. Математическое моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: Гончаров В.В. Рабочая программа дисциплины: Математическое моделирование технических систем и процессов. – Королев МО: «Технологический Университет», 2023г.

Рецензент: д.э.-м.н. проф. Вилисов В.Я.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Вокин Г.Г. д.т.н., профессор 			
Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	114 06.04.2023			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО _____



И.В. Бугай, к.т.н., доцент

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания УМС	№5 от 11.04.2023			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

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.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

профессиональные компетенции (ПК):

- Способность использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ (ПК-3);
- Способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники (ПК-5).

Основными **задачами** дисциплины являются:

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

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Необходимые знания:

- Знать методы и приемы формализации задач
- Знать методы и средства проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов
- Знать основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития.

Необходимые умения:

- Уметь выбирать средства и выработать реализации требований к программному обеспечению
- Уметь проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений
- Уметь использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта

Трудовые действия:

- Владеть методами и средствами проектирования баз данных
- Иметь практический опыт применения указанных выше методов и технологий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование технических систем и процессов» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 01.03.02. «Прикладная математика и информатика».

Дисциплина базируется на дисциплинах: «Языки высокого уровня», «Технологии и среды программирования», «Операционные системы, среды и оболочки» и компетенциях: ОПК-2, ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми для изучения дисциплин: «Исполнительные и силовые элементы технических систем», «Измерительные и навигационные приборы и системы» и др., и выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Практическая подготовка обучающихся составляет 32 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр пятый	Семестр шестой
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ			
Общая трудоемкость	108	108	
Аудиторные занятия	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Практическая подготовка	32	32	
Самостоятельная работа	60	60	
Курсовые работы (проекты)	-	-	
Расчетно-графические работы	-	-	

Контрольная работа, домашнее задание			
Текущий контроль знаний	Тест	Тест	
Вид итогового контроля	Экзамен	экзамен	
ЗАОЧНАЯ ФОРМА НЕ ПРЕДУСМОТРЕНА УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ			

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час.	Практически е занятия, час	Занятия в интерактивно й форме, час	Практическа я подготовка	Код компетенций
Тема 1. Управляемые марковские цепи в технических приложениях	4	8	2	8	ПК-3
Тема 2. Многофакторные модели технических систем	4	8	4	8	ПК-3
Тема 3. Моделирование структур систем управления	4	8	4	8	ПК-5
Тема 4. Методы оптимального переключения режимов	4	8	2	8	ПК-5
Итого:	16	32	12	32	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Управляемые марковские цепи в технических приложениях.

1.1. Марковские цепи. Свойства, основные характеристики.

1.2. Управляемые и частично наблюдаемые марковские цепи. Методы поиска решений.

Тема 2. Многофакторные модели технических систем.

2.1. Задачи анализа и оптимального проектирования технических систем.

2.2. Показатели качества, внешние и внутренние параметры (факторы) технических систем. Построение факторных моделей технических систем. Оптимизация параметров и структуры технических систем.

Тема 3. Моделирование структур систем управления.

3.1. Варианты структуры технических систем. Параметры и показатели структуры систем. Разновидности структур: информационная, управления, конструкции, надежности.

3.2. Марковские модели значимости звена в структуре информационного или материального обмена (по Кемени-Снеллу).

3.3. Моделирование статуса звеньев в структуре системы управления.

Тема 4. Методы оптимального переключения режимов.

4.1. Постановка задачи выбора оптимального режима работы системы (оптимального переключения между вариантами плана).

4.2. Математическая модель функционирования информационно-технической системы, обслуживающей трафик по одному из планов. Алгоритм оптимального переключения режимов.

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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование технических систем и процессов» приведен в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

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

Основная литература:

1. Математическое моделирование технических систем: учебник / В.П. Тарасик. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2018. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат) [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/952123>

2. Математическое моделирование и прогнозирование в технических системах: Учебное пособие / Галустов Г.Г., Седов А.В. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2016. - 107 с.: ISBN 978-5-9275-1902-6 [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/989948>

3. 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>

Дополнительная литература:

1. Кравцова, М. В. Моделирование технических и природных систем: учебно-методическое пособие / М. В. Кравцова. — Тольятти: ТГУ, 2019. — 271 с. — ISBN 978-5-8259-1410-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139925>

2. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – 3-е изд., стер. – Москва: Издательство «Флинта», 2016. – 271 с.: схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344> .

3. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1424-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76825> .

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

Интернет-ресурсы:

<http://www.znanium.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/> - электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

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

Перечень программного обеспечения: Double Commander, Eclipse IDE, IntelliJ IDEA, JDK Java SE8 и выше, Notepad++

Информационные справочные системы: *Электронные ресурсы образовательной среды Университета*

11. 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 студентов, оснащенные компьютерами с доступом (управляемым с компьютера преподавателя) 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 студентов, оснащенные компьютерами с доступом (управляемым с компьютера преподавателя) в Интернет к почтовым серверам, к адресам, приведенным в разделе 8 и к общей сетевой папке группы.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра управления и информационных технологий в космических системах
(НИИ КС им. А.А. Максимова, филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Математическое моделирование технических
систем и процессов»**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Программирование, математическое моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Необходимые знания	Необходимые умения	Трудовые действия
1.	ПК-3	Способность использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ	Тема 1-2.	Знать методы и приемы формализации задач Знать методы и средства проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов	Уметь выбирать средства и выработать реализации требований к программному обеспечению Уметь проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений	Владеть методами и средствами проектирования баз данных
2.	ПК-5	Способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники.	Тема 3-4.	Знать основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития.	Уметь использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта	Иметь практический опыт применения указанных выше методов и технологий

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Шкала и критерии оценки
ПК-3, ПК-5	Тест	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 90% правильных ответов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 70% правильных ответов; •компетенция освоена на базовом уровне – от 51% правильных ответов; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – менее 50% правильных ответов</p>	<p>Проводится письменно</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 30 мин.</p> <p>Неявка 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно – от 51% правильных ответов.</p> <p>Хорошо – от 70%.</p> <p>Отлично – от 90%.</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов.</p>
	Выполнение контрольной работы	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида.</p>

3. 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

3.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Тестирование 1

1. Какими параметрами задается марковская цепь?

- (?) Вектором вероятностей начальных состояний.
- (?) Матрицей вероятностей перехода за один шаг.

(?) Платежной матрицей.

(!) Вектором вероятностей начальных состояний и матрицей вероятностей перехода за один шаг.

2. Какими параметрами задается управляемая марковская цепь?

(?) Вектором вероятностей начальных состояний.

(?) Матрицей вероятностей перехода за один шаг.

(?) Матрицей дохода за один шаг.

(!) Вектором вероятностей начальных состояний, матрицами вероятностей перехода и дохода за один шаг.

3. Что такое многофакторная модель технической системы (ТС)?

(?) Это модель надежности ТС.

(?) Это зависимость фактора среды от параметров ТС.

(!) Это полином, увязывающий показатель ТС с ее параметрами и факторами внешней среды.

(?) Это вектор показателей качества работы ТС

4. Что для технической системы (ТС) позволяет выполнить метод Бокса-Уилсона?

(?) Построить факторную модель ТС.

(?) Сокращает число искомых переменных.

(!) Найти оптимальные значения параметров технической системы.

(?) Найти оптимальные условия внешней среды.

5. Какая структура системы управления (СУ) является оптимальной?

(?) Имеющая наименьшее число элементов.

(?) Имеющая наименьшее число уровней.

(!) Обеспечивающая оптимальные значения показателей эффективности.

(?) Имеющая наименьшее число связей между звеньями.

6. Какой тарифный план является оптимальным?

(?) Обеспечивающий минимальное число переключений.

(?) Имеющий минимальное число тарифных подгрупп.

(!) Обеспечивающий наименьшие платежи в предстоящий плановый период.

(?) Обеспечивающий наименьшие платежи в прошлом периоде.

7. Что такое марковская цепь?

(?) Это произвольный временной ряд.

(!) Это случайный процесс с дискретными временем и состояниями. В нем состояние на следующем шаге зависит только от состояния на предыдущем.

8. Что такое вектор вероятностей начальных состояний марковской цепи?

(?) Вектор, указывающий направление развития процесса.

(!) Вероятности этого вектора определяют случайное состояние процесса в начальный момент.

9. Что такое вектор вероятностей предельных состояний марковской цепи?

(?) Вектор, указывающий направление, из которого пришел процесс.

(!) Вероятности этого вектора определяют случайное состояние процесса в пределе.

10. Что отражает матрица переходных вероятностей марковской цепи?

(?) Направление перехода процесса.

(!) Условные вероятности, с которыми процесс перейдет в то или иное состояние на следующем шаге, если он был в определенном состоянии на предыдущем шаге.

11. Что позволяет найти метод Ховарда в управляемой марковской цепи?

(?) Предельное состояние цепи.

(!) Оптимальную стратегию.

12. Что отражает факторная модель технической системы?

(?) Множество факторов, влияющих на нее.

(!) Взаимосвязь показателей с техническими характеристиками системы и параметрами среды.

13. Марковский случайный процесс — это

процесс, мгновенные значения которого являются случайными величинами,

процесс, для которого характерно свойство: на вероятность любого состояния системы в будущем для каждого момента времени влияние оказывает только ее состояние в настоящем.

14. Цепь Маркова – это

марковский случайный процесс с дискретными состояниями и дискретным временем;

марковский случайный процесс с непрерывными состояниями и дискретным временем;

марковский случайный процесс с непрерывным состоянием и непрерывным временем.

15. Марковские последовательности – это

марковский случайный процесс с дискретными состояниями и дискретным временем; марковский случайный процесс с непрерывными состояниями и дискретным временем;

марковский случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем;

марковский случайный процесс с непрерывным состоянием и непрерывным временем.

16. Однородная цепь Маркова – это цепь Маркова, для которой переходные вероятности не зависят

от номера шага (от времени),

от того, из какого состояния в какое осуществляется переход.

17. Условия существования стационарного режима для цепи Маркова

цепь Маркова должна быть однородной

цепь Маркова должна быть циклической.

18. Балансовое условие для стационарного режима цепи Маркова записывается в виде:

$$P_i(k) = \sum_{j=1}^n P_j(k-1) * P_{ij},$$
$$\sum_{i=1}^n P_i P_{ij} = P_j \quad \sum_{j=1}^n P_{ji}$$

$$\sum_j P_j = 1^n$$

19. Нормировочное условие для стационарного режима цепи Маркова записывается в виде

$$\sum_{i=1}^n P_i \dot{P}_{ij} = P_j \quad \sum_{ji} P$$

$$\sum_j P_j = 1^n$$

$$P_i(k) = \sum_{j=1}^n P_j(k-1) * P_{ij},$$

20. Марковский процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем называется ...

цепью Маркова непрерывной цепью Маркова однородной цепью Маркова.

21. Марковским процессом гибели и размножения с непрерывным временем называется такой случайный процесс, исследуемый параметр которого может принимать только...

дробные значения
целые неотрицательные значения любые значения.

22. Сечением случайного процесса называют конкретный вид случайного процесса, который наблюдался на каком-то отрезке времени от 0 до τ; случайную величину, соответствующую фиксированному значению в момент времени t = t0.

23. Метод статистического контроля - диаграмма Парето используется для показа:

- (?) Наиболее убыточных видов брака или причин несоответствий
- (!) Величины рассеивания контролируемого параметра
- (?) Не правильного ответа

24. Техническое качество

- (?) Потребительские свойства в эксплуатации изделия.
- (?) Связано с технической стороной использования продукции.
- (!) Оно отражает научно-технические достижения при производстве этого продукта.
- (?) Оно отражает эстетические свойства продукции.

25. "Сигнал рассогласования" предполагает собой:

- (!) Несоответствие уровня качества заданным стандартам.
- (?) Это функциональная совокупность свойств товара.
- (?) Цепь обратной связи о качественных показателях.
- (?) Долгосрочное прогнозирование повышения уровня качества.

26. В математическом смысле надежность можно сформулировать как:

1. Безотказность.

(!) Способность выполнять определенную задачу в определенных условиях эксплуатации продукции.

3. Вероятность удовлетворения определенной функции.

4. Вероятность выполнения определенной функции в течение определенного времени.

27. "Собственно надежность" – это:

1. Надежность, зависящая от способа оперативного применения продукции.

2. Надежность, зависящая от квалификации обслуживающего персонала при эксплуатации продукции.

3. Вероятность безотказной работы в соответствии с заданными ТУ при установленных проверочных испытаниях.

(!) Эксплуатационная надежность.

Тестирование 2

1. Какой метод используется для построения факторных моделей технических систем?

(?) Бокса-Уилсона.

(!) Наименьших квадратов.

2. Что позволяет обеспечить оптимальное планирование эксперимента при построении моделей технических систем?

(?) Оптимальное функционирование системы.

(!) Минимальное число экспериментов.

3. Что отражает трафик в моделях выбора оптимального режима?

(?) Стоимость функционирования системы в определенный период.

(!) Фактические характеристики функционирования системы.

4. Что отражает тарифный план в моделях выбора оптимального режима?

(?) Приоритеты обслуживания заявок.

(!) Вариант обслуживания трафике.

5. Что отражает платежная функция в моделях выбора оптимального режима?

(?) Стоимость оплаты всего трафика.

(!) Зависимость цены от продолжительности использования ресурса.

6. Что позволяет найти метод Бокса-Уилсона при синтезе технических систем?

(?) Оптимальный план эксперимента.

(!) Оптимальные значения факторов.

7. Известен ли аналитический вид поверхности отклика при использовании метода Бокса-Уилсона?

(?) Да.

(!) Нет.

8. Какие действия выполняются в начальной точке метода Бокса-Уилсона?

(?) Проводится серия экспериментов.

(!) Строится факторный план эксперимента.

9. Для чего используется матричное представление звеньев системы управления?

(?) Для компактной записи.

(!) Для применения метода для анализа их значимости в информационном обмене.

10. Что отражают показатели статуса звеньев в системе управления?

(?) Уровень задержки исполнения команд.

(!) Их значимость в управлении зависящими от них.

11. Что отражают показатели значимости звеньев в информационном обмене?

(?) Важность исполняемых команд.

(!) Степень интеграции информационных потоков.

12. В задачах выбора оптимального режима трафиком управляет потребитель или провайдер?

(?) Провайдер.

(!) Потребитель.

13. В задачах выбора оптимального режима множеством тарифных планов управляет потребитель или провайдер?

(?) Потребитель.

(!) Провайдер.

14. Какую роль в исследовании играет классификация проблем, факторов, условий и пр.?

(?) определяет комплексный подход в исследовании;

(?) позволяет определить свойства явлений;

(!) способствует упорядочиванию и ранжированию проблем, факторов и пр.;

(?) дает дополнительную информацию;

(?) способствует поиску новых факторов.

15. Зачем исследовать управление?

(?) чтобы повысить квалификацию менеджера;

(?) для повышения качества управленческих решений;

(?) для разработки стратегии управления;

(!) для эффективного совершенствования управления;

(?) для получения дополнительной информации при принятии решений.

16. Что является системой управления?

(?) структура органов и звеньев управления;

(!) совокупность взаимосвязанных элементов, образующих целостность;

(?) организационная форма управления;

(?) совокупность действий персонала управления, направленная на достижение целей;

(?) комплекс характеристик, отражающих состояние управления.

17. Что такое проблема?

(?) это направление исследования;

(?) совокупность информации о проблеме;

(?) тенденции развития управления системы;

(!) противоречие, требующее разрешения;

(?) кризисные ситуации в развитии управления.

18. Что понимают под целью исследования?

(?) выбор предмета исследования;

- (?)главная направленность исследования;
- (?)проблема развития;
- (?)познание тенденции развития;
- (!)поиск путей эффективного развития.

19. Укажите функций системы управления, которые отвечают операциям поиска и отображения информации:

- (?) Функции обмена информацией.
- (?)Функции принятия решений.
- (!) Рутинные функции обработки информации.
- (?) Нет правильного ответа.

20. Укажите группу функций, которая обеспечивает преобразование содержания информации о состоянии объекта управления и внешней среды в управляющую информацию:

- (?) Рутинные функции обработки информации.
- (!) Функции принятия решений.
- (?) Функции обмена информацией.
- (?) Нет правильного ответа.

21. Совокупность функций управления, выполняемых в системе при изменении среды, принято называть:

- (?) Управляющими воздействиями.
- (?) Множеством характеристик системы управления.
- (!) Циклом управления.
- (?) Другой ответ.

22. Известно, что общепризнанной границы, разделяющей простые, большие и сложные системы, нет. Условно считается, что сложная система характеризуется следующими признаками (укажите признак, не имеющий отношения к градации систем):

- (?) свойство робастности.
- (?) наличие значительного количества элементов и разнообразных связей между ними.
- (?) сложная система обладает интегрированными свойствами, которые отсутствуют у ее частей.
- (!) совокупность однородных элементов объединены связями одного типа.

23. Задачами математического моделирования систем управления являются:

- (?) содержательное описание моделируемого объекта и формализация операций.
- (?) содержательное описание моделируемого объекта и проверка адекватности этого описания.
- (?) содержательное описание моделируемого объекта, корректировка и оптимизация этого описания.
- (!) всеми перечисленными выше задачи.

24. Формально состояние системы в момент времени $t_0 < t \leq T$ полностью определяется:

- (?) начальным состоянием.
- (?) входными воздействиями и воздействиями внешней среды.
- (?) управляющими воздействиями и внутренними параметрами.

(!) всеми перечисленными выше параметрами.

25. К дискретно-событийным системам относятся (укажите описания, не относящиеся к дискретным системам):

(?) системы массового обслуживания.

(?) сети Петри.

(?) цепи Маркова.

(!) системы, описываемые дифференциальными уравнениями.

3.2 Примерная тематика контрольных заданий, выполняемых с применением программных средств специального и общего назначения на компьютерах:

1. Марковские процессы и возможные области их применения (с примерами).
2. Поток Пальма и области его применения (с примерами).
3. Потоки Эрланга и области их применения (с примерами).
4. Уравнения Колмогорова история создания.
5. Потоки гибели и размножения история возникновения и возможные области применения.
6. Элементы теории марковских процессов и систем массового обслуживания.
7. Применение Марковских цепей для описания технологических процессов.
8. Марковская модель массового обслуживания.
9. Применение теории марковских процессов в исследовании рынка.
10. Применение теории марковских процессов при оценке надёжности систем.
11. Применение теории марковских процессов при оценке качества систем.
12. Потоки гибели и размножения история возникновения и возможные области применения.
13. Применение теории марковских процессов для экономических расчетов.
14. Цепи Маркова в теории вероятностей и их приложения.
15. Марковские модели в экономических системах.
16. Марковские процессы: теория, примеры, моделирование.
17. Моделирование выбора оптимальных вариантов управления техническими системами на основе управляемых марковских цепей в среде MS Excel.
18. Моделирование выбора оптимальных вариантов управления техническими системами на основе управляемых марковских цепей в среде AnyLogic.
19. Модель выбора оптимальных решений управляемых марковских цепей методом Ховарда в среде MS Excel.
20. Модель выбора оптимальных решений, управляемых марковских цепей методом Ховарда в среде AnyLogic.
21. Поиск оптимальных решений, управляемых марковских цепей методом решения задачи динамического программирования в среде MS Excel.
22. Поиск оптимальных решений, управляемых марковских цепей методом решения задачи динамического программирования в среде AnyLogic.
23. Моделирование выбора оптимальных алгоритмов управления техническими системами на основе частично наблюдаемых марковских цепей в среде MS Excel.

24. Моделирование выбора оптимальных алгоритмов управления техническими системами на основе частично наблюдаемых марковских цепей в среде AnyLogic.
25. Оптимальное планирование регрессионного эксперимента для построения факторных моделей технических систем или их имитационных моделей средствами MS Excel.
26. Оптимальное планирование регрессионного эксперимента для построения факторных моделей технических систем или их имитационных моделей средствами AnyLogic.
27. Оптимальное планирование комбинаторного эксперимента для построения моделей технических систем или их имитационных моделей средствами MS Excel.
28. Построение многофакторных моделей показателей технических систем, зависящих от их конструктивных параметров (с использованием AnyLogic).
29. Построение многофакторных моделей показателей технических систем, зависящих от их конструктивных параметров (с использованием MS Excel).
30. Построение многофакторных моделей показателей технических систем, зависящих от параметров среды (с использованием AnyLogic).
31. Построение многофакторных моделей показателей технических систем, зависящих от параметров среды (с использованием MS Excel).
32. Выбор оптимальных значений конструктивных параметров технической системы на основе ее векторной (многокритериальной) факторной модели средствами AnyLogic.
33. Выбор оптимальных значений конструктивных параметров технической системы на основе ее векторной (многокритериальной) факторной модели средствами MS Excel.
34. Поиск оптимальных конструктивных параметров технической системы на основе ее модели (выполненной с использованием AnyLogic) методом Бокса-Уилсона.
35. Выбор оптимальных конструктивных параметров технической системы на основе ее модели (выполненной с использованием MS Excel) методом Бокса-Уилсона.
36. Моделирование и оптимизация параметров значимости звеньев технической системы в информационном обмене (по Кемени-Снеллу) с использованием системы AnyLogic.
37. Моделирование и оптимизация параметров значимости звеньев технической системы в информационном обмене (по Кемени-Снеллу) с использованием системы MS Excel.
38. Моделирование и оптимизация параметров статуса звеньев в структуре системы управления (по Кемени-Снеллу) с использованием системы AnyLogic.
39. Моделирование и оптимизация параметров статуса звеньев в структуре системы управления (по Кемени-Снеллу) с использованием системы MS Excel.
40. Моделирование в среде AnyLogic выбора оптимального режима работы системы (на примере оптимального переключения между вариантами тарифного плана сотовой связи).

41. Моделирование в среде MS Excel выбора оптимального режима работы системы (на примере оптимального переключения между вариантами тарифного плана сотовой связи).
42. Каковы подсистемы системы "ВУЗ"? Какие связи между ними существуют? Описать их внешнюю и внутреннюю среду, структуру. Классифицировать (с пояснениями) подсистемы. Описать вход, выход, цель, связи указанной системы и ее подсистем. Нарисовать топологию системы.
43. Привести пример некоторой системы, указать ее связи с окружающей средой, входные и выходные параметры, возможные состояния системы, подсистемы. Пояснить на этом примере (т.е. на примере одной из задач), возникающих в данной системе конкретный смысл понятий "решить задачу" и "решение задачи". Поставить одну проблему для этой системы.
44. Привести морфологическое, информационное и функциональное описания одной-двух систем. Являются ли эти системы плохо структурируемыми, плохо формализуемыми системами? Как можно улучшить их структурированность и формализуемость?
45. Привести примеры использования (актуализации) принципа необходимого разнообразия управляемой системы и объяснить, что он регулирует.
46. Привести конкретную цель управления системой и управления для некоторой социально-экономической системы. Привести пример взаимосвязи функций и задач управления системой. Выделить параметры, с помощью которых можно управлять системой, изменять цели управления.
47. Имеются компоненты аппаратного и программного обеспечения для проектирования сети. Описать последовательность установки сетевых компонентов, используя логические блоки для расщепления модели. Добавить процедуры установки (инсталляции) сетевого ПО.
48. Система критериев и показателей оценки эффективности исследовательского проекта.
49. Средства автоматизации расчётов эффективности исследовательского проекта.
50. Способ приближенного учета в оптимальном по быстродействию базовом законе управления малых постоянных времени с помощью эквивалентного запаздывания
51. Скользящий режим движения, исследование режима слежения в оптимальных по быстродействию системах автоматического регулирования.
52. Теоретическое изучение способа приближенного учета в базовом законе управления малых постоянных времени с помощью эквивалентного запаздывания;
53. Экспериментальное исследование оптимальной по быстродействию системы управления без учета и с учетом малых постоянных времени.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине являются два текущих контроля знаний в форме тестирования и экзамен, проводимый по материалам лекций и выполненным практическим заданиям.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенции, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	Тестирование 1, 2	ПК-3, ПК-5	15 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	Экзамен	ПК-3, ПК-5	2 вопроса и 1 задача	Экзамен проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 45 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: «Отлично»: • знание всех понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание всех методов, изучаемых предметов; • ответ на все вопросы билета и правильное решение задачи. «Хорошо»: • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических

						<p>занятиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных методов, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета и решение задачи с незначительными погрешностями. <p>«Удовлетворительно»:</p> <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. <p>«Неудовлетворительно»:</p> <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.
--	--	--	--	--	--	---

4.1. Типовые вопросы, выносимые на экзамен

1. Марковские цепи, их основные элементы
2. Свойства марковских цепей
3. Характеристики марковских цепей.
4. Предельные характеристики марковской цепи и методы их вычисления.
5. Способы моделирования и вычисления основных параметров марковских цепей.
6. Элементы управляемых марковских цепей.
7. Отличительные свойства управляемых марковских цепей.
8. Характеристики управляемых марковских цепей.
9. Способы моделирования управляемых марковских цепей.
10. Поиск оптимальных решений, управляемых марковских цепей методом решения задачи динамического программирования.
11. Поиск оптимальных решений, управляемых марковских цепей методом Ховарда.
12. Частично наблюдаемые марковские цепи, их основные элементы.
13. Отличительные свойства частично наблюдаемых марковских цепей.
14. Характеристики, частично наблюдаемые марковских цепей.
15. Способы моделирования частично наблюдаемых марковских цепей.
16. Задачи анализа технических систем.
17. Задачи оптимального проектирования технических систем.
18. Показатели качества, внешние и внутренние параметры (факторы) технических систем.
19. Внутренние параметры (факторы) технических систем.
20. Внешние параметры (факторы среды) технических систем.
21. Методы построения многофакторных моделей технических систем.
22. Программные средства построения многофакторных моделей технических систем.
23. Оптимальное планирование регрессионного эксперимента для построения факторных моделей технических систем.
24. Технология построения многокритериальных факторных моделей технических систем.
25. Оптимальное планирование регрессионного эксперимента для построения нелинейных полиномиальных факторных моделей технических систем.
26. Постановка задачи выбора потребителем услуг оптимального режима работы системы.
27. Статистическая модель трафика в задачах выбора оптимального режима работы системы.
28. Модели платежных функций в задачах выбора оптимального режима работы системы.
29. Статистическая модель трафика в задачах выбора оптимального режима работы системы.
30. Задачи выбора провайдером оптимального набора услуг в модели управления переключением режима работы системы.

31. Метод Бокса-Уилсона поиска оптимальных параметров сложной технической системы.
32. Технология планирования локальных экспериментов в методе Бокса-Уилсона поиска оптимальных параметров сложной технической системы.
33. Варианты правил остановки в методе Бокса-Уилсона поиска оптимальных параметров сложной технической системы.
34. Модели, параметры и показатели качества структуры технических систем.
35. Представление звеньев системы управления в виде графов для анализа их значимости в информационном обмене.
36. Матричное представление звеньев системы управления для анализа их значимости в информационном обмене.
37. Модель анализа значимости звеньев системы управления в информационном обмене (по Кемени-Снеллу).
38. Представление звеньев системы управления в виде графов для оценивания их статуса в системе управления.
39. Матричное представление звеньев системы управления для оценивания их статуса в системе управления.
40. Модель оценивания статуса звеньев в структуре системы управления.
41. Варианты штрафных функций потребителя услуг, соответствующих разновидностям режимов функционирования.
42. Варианты штрафных функций поставщика услуг, соответствующих разновидностям режимов функционирования.
43. Статистические характеристики трафика, обрабатываемого в различных режимах.
44. Постановка игровой задачи выбора поставщиком и потребителем оптимального режима работы системы.
45. Игровая модель функционирования информационно-технической системы, обслуживающей трафик по одному из планов.
46. Алгоритм решения игровой задачи оптимального переключения между вариантами тарифного плана сотовой связи.
47. Показатели качества, трафик, тарифные планы, критерий оптимальности в игровой задаче переключения режимов.
48. Математические варианты представления структуры технических систем.
49. Параметры и показатели структуры систем.
50. Постановки задач, в которых применяются такие разновидности структур как информационная, управления, конструкции, надежности.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра управления и информационных технологий в космических системах
(НИИ КС им. А.А. Максимова, филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Математическое моделирование технических
систем и процессов»**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Программирование, математическое моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

1. Общие положения

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

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *компьютерное моделирование.*

Образовательные технологии: *технологии компьютерного обучения.*

Тема и содержание практического занятия: *Моделирование управляемых марковских цепей в среде AnyLogic и MS Excel.*

Продолжительность занятия – 8 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *компьютерное моделирование.*

Образовательные технологии: *технологии компьютерного обучения.*

Тема и содержание практического занятия: *Построение и анализ многофакторных моделей в среде AnyLogic и MS Excel.*

Продолжительность занятия – 8 ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: *компьютерное моделирование.*

Образовательные технологии: *технологии компьютерного обучения.*

Тема и содержание практического занятия: *Моделирование структур систем управления в среде AnyLogic и MS Excel.*

Продолжительность занятия – 8 ч.

Практическое занятие 4.

Вид практического занятия: *компьютерное моделирование.*

Образовательные технологии: *технологии компьютерного обучения.*

Тема и содержание практического занятия: *Моделирование оптимального переключения режимов в среде AnyLogic и MS Excel.*

Продолжительность занятия – 8 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Управляемые марковские цепи в технических приложениях	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (генерация реализаций марковских цепей).
2.	Многофакторные модели технических систем	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (построение нелинейных многофакторных моделей).
3.	Моделирование структур систем управления	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (имитационное моделирование потоков в структуре системы управления).
4.	Методы оптимального переключения режимов	4. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 5. Выполнение практических заданий 6. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (имитационное моделирование режимов переключения в технических системах).

5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной формы обучения

Пояснения по содержанию, выполнению и оформлению работы:

Контрольная работа проводится с использованием ЭВМ. Задача оценивается в 5 баллов. Учитывается наличие всех указанных в задаче объектов метаданных, процедур обработки информации в модулях форм или документов, удобного интерфейса.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

После создания проекта обучающиеся предоставляют письменный отчет о проделанной работе (контрольную работу).

Контрольная работа должна содержать:

Титульный лист установленного образца

Содержание

Индивидуальное задание (указать индивидуальное задание, цели и задачи выполнения данного задания)

1. Техника безопасности

2. Выбор средств и реализация поставленных задач (описание работы)
3. Выводы (самоанализ проделанной работы: итог, трудности, новое, интересное и т. д.)
4. Список литературы

Приложения

Критерии оценок:

«отлично» - все объекты метаданных присутствуют, обмен информацией верен, пользовательские процедуры написаны на встроенном языке и выполняются без сбоев, интерфейс удобен, конфигурация успешно работает, созданы интерфейс и набор прав пользователей.

«хорошо» - все объекты метаданных присутствуют, обмен информацией может содержать незначительные ошибки, пользовательские процедуры написаны на встроенном языке и выполняются без сбоев, конфигурация успешно работает, созданы интерфейс и набор прав пользователей.

«удовлетворительно» - основные объекты метаданных присутствуют, обмен информацией может содержать незначительные ошибки, пользовательские процедуры на встроенном языке выполняются без сбоев, конфигурация успешно работает.

«неудовлетворительно» - основные объекты метаданных присутствуют, обмен информацией содержит ошибки, пользовательские процедуры на встроенном языке содержат ошибки либо вообще отсутствуют, конфигурация не работает.

Контрольная работа сдается на электронных носителях в виде каталога с названием фамилии студента, содержащего информационную базу и задачи на бумажном носителе в виде контрольной работы.

УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Общие требования

Текстовые документы выполняются на листах белой бумаги стандартного формата А4 (Приложение В, Д). Для страницы документа устанавливаются поля: Верхнее - 1,6 мм; Левое - 2,4 мм; правое - 1,0 мм, нижнее - 3,1 мм.

Примечание: Параметры страницы устанавливаются в меню Файл->Параметры страницы:

Текстовые документы выполняются с применением персонального компьютера, в текстовом процессоре MS Word, шрифтом Times New Roman №16 (по усмотрению преподавателя может быть №14), междустрочный интервал 1,5, строчными буквами.

Поля устанавливаются для текста:

в начале строки - не менее 3 мм

в конце строки - не менее 3 мм.

Расстояние от верхней и нижней строки текста до линии рамки должно быть не менее 10 мм. (Приложение В, Г)

Поврежденные листы, помарки, следы прежнего, не полностью удаленного текста не допускаются.

Абзацный отступ - 1,25мм. Устанавливается в меню Формат->Абзац:

Построение документов

Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами с точкой в пределах документа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенной точкой.

В конце номера подраздела, также ставится точка.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов

Если раздел состоит из одного пункта, он нумеруется. Номер пункта состоит из номера раздела, номера подраздела и номера пункта, разделенных точками.

Подпункты в пределах пункта или перечисление требований, указаний, положений обозначаются арабскими цифрами со скобкой, например, 1), 2), 3) и т.д.

Каждый пункт, подпункт, перечисления записывают с нового абзаца, шрифтом Times New Roman № 18

Наименование разделов и подразделов записываются в виде заголовка, выровненного по центру, шрифтом Times New Roman №22, прописными буквами.

Наименование разделов и подразделов записывается в виде заголовка, шрифтом Times New Roman №22, строчными буквами, первая буква прописная.

В конце заголовка точку не ставят.

Расстояние между заголовками раздела и подразделов 10 мм (межстрочный интервал полуторный), между заголовками и текстом 15 мм (межстрочный интервал двойной), между последней строкой текста и последующим заголовком должно быть 15мм. (межстрочный интервал двойной).

Каждый раздел документа следует начинать с нового листа.

Каждый пункт текста записывается с абзаца (отступ красной строки 15 мм.), цифры, указывающие номер пунктов, не должны выступать за границу абзаца.

Оформление формул

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами

Если в документе более одной формулы, их нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела или всего документа. Номер указывают с правой стороны листа, арабскими цифрами на уровне формулы в круглых скобках.

Оформление иллюстраций и приложений

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Все иллюстрации нумеруются в пределах всего документа арабскими цифрами сквозной нумерации, за исключением иллюстраций приложений.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Пример оформления списка литературы: Андреев А.Ф. Применение грузозахватных устройств для строительного-монтажных работ: М.: Стройиздат, 1985. – 400 С.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Математическое моделирование технических систем: учебник / В.П. Тарасик. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2018. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат) [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/952123>
2. Математическое моделирование и прогнозирование в технических системах: Учебное пособие / Галустов Г.Г., Седов А.В. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2016. - 107 с.: ISBN 978-5-9275-1902-6 [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/989948>
3. 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>

Дополнительная литература:

1. Кравцова, М. В. Моделирование технических и природных систем: учебно-методическое пособие / М. В. Кравцова. — Тольятти: ТГУ, 2019. — 271 с. — ISBN 978-5-8259-1410-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139925>
2. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – 3-е изд., стер. – Москва: Издательство «Флинта», 2016. – 271 с.: схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344> .
3. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1424-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76825> .

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

Интернет-ресурсы:

- <http://www.znanium.com/> - электронно-библиотечная система
<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"
<http://www.rucont.ru/>- электронно-библиотечная система
<http://www.biblioclub.ru/> -университетская библиотека онлайн

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

Перечень программного обеспечения: *MS Office*

Информационные справочные системы: *Электронные ресурсы образовательной среды Университета*