



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

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**И.о. проректора**

**А.В. Троицкий**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННО НАУЧНЫХ  
ДИСЦИПЛИН**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.02 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ  
ОБЪЕКТОВ  
И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»**

**Направление подготовки: 10.04.01 - Информационная безопасность**

**Направленность (профиль): Менеджмент информационной безопасности**

**Уровень высшего образования: магистратура**

**Форма обучения: очная**

Королев  
2023

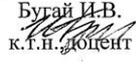
Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно

**Автор: Вилицов В.Я. Рабочая программа дисциплины: Математическое моделирование технических объектов и систем управления. – Королев МО: «Технологический Университет», 2023**

Рецензент: Бугай И.В..

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки магистров 10.04.01 Информационная безопасность и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11.04.2023 года.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Бугай И.В.  к.т.н., доцент			
Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024		
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ от 15.03.2023г.			

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО



Сухотерин А.И.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024		
Номер и дата протокола заседания УМС	№ от 11.04.2023г.			

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения ОПОП**

**Целью изучения дисциплины** является приобретение студентами знаний и представлений об основных математических подходах к изучению общих проблем информационной безопасности; приобретение студентами теоретических сведений и практических навыков, позволяющих использовать математические методы и модели в системах информационной безопасности различного профиля.

В процессе обучения по направлению подготовки 10.04.01 «Информационная безопасность», студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **Универсальные компетенции:**

- УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

### **Профессиональные компетенции:**

- ПК-2: Способен разрабатывать проектные решения по развитию автоматизированных ИАС в защищенном исполнении.

**Основными задачами дисциплины** являются освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при анализе систем, обеспечивающих информационную безопасность;

получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач информационной безопасности.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

### **Трудовые действия:**

- УК-1.3 Использует методы системного и критического анализа, анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними

.- ПК-2.3. Разрабатывать проекты документов по созданию защищенных технологий с оформлением технических заданий на проектирование, осуществлять непосредственную разработку проектных решений по ИБ и оценку их эффективности в автоматизированной ИАС.

### **Необходимые умения:**

- УК-1.2. Определяет уязвимости и угрозы информационной безопасности, необходимые для выявления и решения проблемной ситуации, планирует мероприятия и процессы по их устранению на основе системного и междисциплинарных подходов.

- ПК-2.2. Проводить предпроектное обследование с выбором перспективной технологии защиты автоматизированной ИАД с разработкой проектной документации и комплексной оценкой эффективности применения автоматизированной ИАС.

### **Необходимые знания:**

- УК-1.1. Ставит цель, определяет способы ее достижения, разрабатывает стратегию действия, принимает конкретные решения для ее реализации с учетом требований регуляторов в области защиты информации.

- ПК-2.1. Знать нормативную базу создания и эксплуатации защищенных функциональных и обеспечивающих подсистем, методы проектирования, критерии и показатели эффективности автоматизированной ИАС.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению 10.04.01 «Информационная безопасность».

Дисциплина базируется на курсах «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика» и требует уровня образования: бакалавр.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Теоретические основы компьютерной безопасности» являются базовыми для изучения последующих дисциплин «Информационно-аналитические системы безопасности», «Информационная безопасность финансово-кредитных структур», «Компьютерное моделирование информационных процессов и технологий» прохождения практики (НИР), государственной итоговой аттестации и выполнения выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

### 3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся очной формы составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр
		3 сем.
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>38</b>	<b>38</b>
<b>Лекции (Л)</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
<b>Практические занятия (ПЗ)</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
<b>Лабораторные работы (ЛР)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Другие виды контактной работы*</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Практическая подготовка</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
<b>Расчетно-графические работы</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Контрольная работа</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
<b>Домашнее задание</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Текущий контроль знаний (7-8, 15-16 неделя)</b>	<b>нет</b>	<b>нет</b>
<b>Вид итогового контроля экзамен</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

\* Под другими видами контактной работы понимается: групповые и индивидуальные консультации, тестирование.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1 Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ темы	Наименование тем	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Занятия в интерактивной форме, час	Код компетенций
1	Имитационное моделирование	5	4	3	УК-1 ПК-2
2	Моделирование операций по схеме марковских случайных процессов	5	8	3	УК-1 ПК-2
3	Системы массового обслуживания и их применения в моделировании	6	4	4	УК-1 ПК-2
	<b>Итого:</b>	16	16	10	

### 4.2. Содержание тем дисциплины (модуля)

#### Тема 1: Имитационное моделирование

1.1. Понятие численного эксперимента. Датчики случайных чисел. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло.

1.2. Построение статистических моделей, общие оценки их качества. Построение моделей на основе нечёткой логики.

1.3. Компьютерные системы символьных вычислений (EXCEL, MATHCAD, MAPLE, МАТЕМАТИКА). Основные принципы работы в этих средах.

1.4. Возможности пакетов символьных вычислений. Задачи, решаемые с помощью пакетов символьных вычислений.

#### Тема 2. Моделирование операций по схеме марковских случайных процессов

2.1. Марковский случайный процесс с дискретными состояниями. Граф состояний.

2.2. Марковская цепь. Переходные вероятности. Вероятности состояний.

2.3. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояния. Предельные вероятности состояния.

2.4. Поток событий. Интенсивность потока. Стационарный поток. Поток без последствия. Простейший поток и его характеристики. Поток Пальма. Потоки Эрланга и их характеристики.

2.5. Процессы «гибели и размножения». Расчет предельных вероятностей состояний.

2.6. Циклические процессы. Расчет предельных вероятностей состояний. Ветвящиеся циклические процессы.

2.7. Приближенное сведение немарковских процессов к марковским. Метод «псевдосостояний».

### **Тема 3. Системы массового обслуживания и их применения в моделировании**

3.1. Понятие системы массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания.

3.2. Основные характеристики систем массового обслуживания. Показатели

эффективности работы систем массового обслуживания.

3.3. Системы массового обслуживания с отказами.

3.4. Системы массового обслуживания с ожиданием.

3.5. Системы массового обслуживания с очередью.

3.6. Применение систем массового обслуживания в моделировании.

### **5.Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

«Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по освоению дисциплины» представлены в Приложении 2.

### **6.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) приведена в Приложении 1 к рабочей программе.

### **7.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### ***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.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>

### **Дополнительная литература:**

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>
4. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ. Учебник / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. - М.:Юрайт. - 2015. - 616 с.  
[http://www.biblio-online.ru/thematic/?8&id=urait.content.96A5D918-229B-4975-993A-3F766622372B&type=c\\_pub](http://www.biblio-online.ru/thematic/?8&id=urait.content.96A5D918-229B-4975-993A-3F766622372B&type=c_pub)
5. Попов А.М., Сотников В.Н. Экономико-математические методы и модели. Учебник / А.М. Попов, В.Н. Сотников. - М.:Юрайт. - 2015. - 345 с.  
[http://www.biblio-online.ru/thematic/?20&id=urait.content.C7E8DCBD-2726-402A-9854-D1C553E34796&type=c\\_pub](http://www.biblio-online.ru/thematic/?20&id=urait.content.C7E8DCBD-2726-402A-9854-D1C553E34796&type=c_pub)
6. Гончаров В.А. Методы оптимизации. Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В.А. Гончаров. - М.:Юрайт. - 2015. - 191 с.  
[http://www.biblio-online.ru/thematic/?6&id=urait.content.780852A5-F757-48E8-BAD7-4AE3F88CBAAB&type=c\\_pub](http://www.biblio-online.ru/thematic/?6&id=urait.content.780852A5-F757-48E8-BAD7-4AE3F88CBAAB&type=c_pub)

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

#### **Интернет-ресурсы:**

- 8.1. [http:// www.akademy.it.ru/](http://www.akademy.it.ru/) – академия АЙТИ.
- 8.2. <http://citforum.ru>nets/articles/cable.shtml> Кабельные системы локальных вычислительных сетей
- 8.3. [http:// www.cyberforum.ru](http://www.cyberforum.ru) Форум программистов и сисадминов

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине  
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 (модулю)**

**Перечень программного обеспечения:** *MSOffice, MatCad.*

**Информационные справочные системы:**

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.

2. Информационно-справочные системы (например, Консультант+, Гарант и т.п.).

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

#### **Лекционные занятия:**

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

#### **Прочее:**

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

#### **Практические занятия:**

- Аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (интерактивная доска).
- рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с доступом в глобальную сеть Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в глобальную сеть Интернет и установленным программным обеспечением.

Самостоятельная работа студентов может проводиться как в специально оборудованных компьютерных классах университета с выходом в Интернет, так и в домашних условиях при наличии Интернет – сети.

**Приложение 1**  
**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**  
**обучающихся по дисциплине**

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И**  
**ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ**  
**ДИСЦИПЛИН**

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

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ**  
**ОБЪЕКТОВ И СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ**

**Направление подготовки: 10.04.01 - Информационная безопасность**

**Профиль: Менеджмент информационной безопасности**

**Уровень высшего образования: магистратура**

**Форма обучения: очная**

Королев  
2023

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

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, обучающийся должен:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию управления действий	<b>Тема 1-4</b>	УК-1.3 Использует методы системного и критического анализа, анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	УК-1.2. Определяет уязвимости и угрозы информационной безопасности, необходимые для выявления и решения проблемной ситуации, планирует мероприятия и процессы по их устранению на основе системного и междисциплинарных подходов.	УК-1.1. Ставит цель, определяет способы ее достижения, разрабатывает стратегию действия, принимает конкретные решения для ее реализации с учетом требований регуляторов в области защиты информации.

2	ПК-2	Способен разрабатывать проектные решения по развитию автоматизированных ИАС в защищенном исполнении	Тема 1-4	ПК-2.3. Разрабатывать проекты документов по созданию защищенных технологий с оформлением технических заданий на проектирование, осуществлять непосредственную разработку проектных решений по ИБ и оценку их эффективности в автоматизированной ИАС.	ПК-2.2. Проводить предпроектное обследование с выбором перспективной технологии защиты автоматизированной ИАД с разработкой проектной документации и комплексной оценкой эффективности применения автоматизированной ИАС.	ПК-2.1. Знать нормативную базу создания и эксплуатации защищенных функциональных и обеспечивающих подсистем, методы проектирования, критерии и показатели эффективности автоматизированной ИАС.
---	------	---	----------	--	---	---

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

<i>Код компетенции</i>	<i>Инструменты, оценивающие сформированность компетенции</i>	<i>Этапы и показатель оценивания компетенции</i>	<i>Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания</i>
УК-1	Письменное задание	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p>	<p>1. Проводится в форме практической работы, выполняемой на компьютере.</p> <p>2.Время, отведенное на процедуру – 60 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. Оценка проставляется в электронный</p>

			журнал.
ПК-2	Письменное задание	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p>	<p>1. Проводится в форме 3-х практических работ, выполняемых на компьютере.</p> <p>2. Время, отведенное на процедуру (все работы) – 60 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. Оценка проставляется в электронный журнал.</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**

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

1. Генерация случайных событий, величин и процессов в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных». Сравнение их теоретических и выборочных характеристик.

2. Моделирование (генерация и последующая обработка) случайных процессов в среде MS Excel, выявление линейных, нелинейных, гладких и разрывных трендов по наблюдениям с применением стандартных средств сглаживания MS Excel.

3. Имитационное моделирование и регрессионный анализ зависимых (парных и множественных) случайных величин.

4. Моделирование процедур управления переключениями режимов на примере телефонных трафиков и тарифов.

Задача 1. На научный семинар собрались ученые и обменялись друг с другом визитными карточками. Всего было роздано 210 визитных карточек. Сколько ученых приехало на семинар, если известно, что их было не более 20?  
Решение. Постановка задачи. Пусть  $x$  — количество ученых, приехавших на семинар. Так как в процессе обмена каждый раздает по одной карточке всем, кроме себя, то он раздает  $(x - 1)$  карточку. Следовательно, всего будет

роздано  $p = x \cdot (x - 1)$  карточек. математическая модель  $x(x-1)$  количество участников 20 количество карточек 210  $x$  ответ 1 0 нет 2 2 нет 3 6 нет 4 12 нет 5 20 нет 6 30 нет 7 42 нет 8 56 нет 9 72 нет 10 90 нет 11 110 нет 12 132 нет 13 156 нет 14 182 нет 8 Математическая модель.  $p = x(x - 1)$ ,  $p = 210$ ,  $x \leq 20$ ,  $x \geq 2$ ,  $x$  — целое. Анализ полученных результатов. Проверим результат, решив уравнение  $x(x - 1) = 210$ .  $x^2 - x - 210 = 0$ .  $x = 15$ ;  $-14$ . Удовлетворяющий условию задачи корень уравнения  $x = 15$ . Ответ. 15 человек.

Задача 2. Математическая модель  $5x / x+7=3/2$  числитель знаменатель новый числитель новый знаменатель 1 3 5 8 2 4 10 9 3 5 15 10 4 6 20 11 5 7 25 12  
 Ответ: исходная дробь  $3/5$  Знаменатель правильной дроби на 2 больше числителя. Если числитель увеличить в 5 раз, а к знаменателю прибавить 5 и сократить дробь, то в результате получится  $3/2$ . Найти исходную дробь.  
 Решение. Постановка задачи. Пусть  $x$  — числитель исходной дроби. Тогда  $x + 2$  — знаменатель исходной дроби,  $x \cdot 5$  — новый числитель,  $(x+2)+5=x+7$  — новый знаменатель. Так как по условию задачи новая дробь после сокращения равна  $3/2$ , составляем уравнение:  $5x / x+7=3/2$  Математическая модель.  $5x / x+7=3/2$   $x$  — целое. Анализ полученных результатов. Проверить правильность нашей модели можно, решив линейное уравнение 15 210 да 16 240 нет 17 272 нет 18 306 нет  
 Ответ: 15 ученых приехало на семинар 9  $5x \cdot 2 = (x + 7) \cdot 3$ ,  $10x = 3x + 21$ ,  $7x=21$ .  $x = 3$  — это числитель исходной дроби, тогда ее знаменатель равен 5, т. е. исходная дробь  $3/5$  Ответ.  $3/5$

Задача 3 Участники шахматного турнира после окончания очередной партии обменивались друг с другом рукопожатиями. Всего сыграно 210 партий, значит, 210 раз противники жали друг другу руки. Сколько человек принимали участие в турнире, если каждый сыграл по одному разу со всеми остальными и известно, что участников было не более 30? Решение. Математическая модель. Пусть  $p$  — количество рукопожатий,  $x$  — количество участников. Тогда  $p=x(x-1)/2$ ,  $p = 210$ ,  $x \leq 30$ ,  $x \geq 2$ ,  $x$  — целое.  
 математическая модель  $x(x-1)/2$  количество участников 30 количество партий 210  $x$  ответ 1 0 2 1 3 3 4 6 5 10 6 15 7 21 8 28 9 36 10 45 11 55 12 66 13 78 14 91 15 105 16 120 17 136 18 153 19 171 20 190 21 210 22 231 0

Задача 4. Через иллюминатор затонувшего корабля требуется вытащить сундук с драгоценностями. Удастся ли это сделать? Решение. Постановка задачи. Математическая модель. Иллюминатор корабля имеет форму круга. Будем считать, что сундук имеет форму параллелепипеда. Чтобы вытащить сундук, необходимо, чтобы диаметр иллюминатора был больше любой из трех диагоналей поверхности сундука. Пусть  $R$  — радиус иллюминатора,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  — размеры сундука,  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  — диагонали боковых поверхностей сундука. Сундук можно вытаскивать через иллюминатор одной из трех боковых граней, следовательно, достаточно, чтобы диагональ иллюминатора оказалась меньше одной из трех диагоналей граней сундука, т. е. должно быть истинно хотя бы одно из условий: ЕСЛИ( $(2 \cdot R > \text{КОРЕНЬ}(a \cdot a + b \cdot b)$ ); 1;

$0) \text{ ЕСЛИ}((2*R > \text{КОРЕНЬ}(a*a + c*c)); 1; 0) \text{ ЕСЛИ}((2*R > \text{КОРЕНЬ}(c*c + b*b)); 1; 0)$

В таблице находим сумму трех условий. Если сумма равна 0, делаем вывод «Сокровища недоступны» иначе «Сокровища доступны».

Радиус иллюминатора	Длина сундука	Высота сундука	Ширина сундука	Расчёты
20	60	40	50	Радиус 20, Длина сундука 60, Высота сундука 40, Ширина сундука 50
0	0	0	0	СУММА 0
20	60	40	50	Радиус 20, Длина сундука 60, Высота сундука 40, Ширина сундука 50
25	25	40	1	0
1	0	1	2	СУММА 2

Ответ: сокровища недоступны  
 Ответ: сокровища доступны

Рассмотренные задачи можно отнести к прикладным. Рассмотрим задачу, которая даст более правильное представление о сложностях, которые могут возникнуть при решении прикладных задач.

### Моделирование простого события

**Задача 1** Студент не подготовился к тесту и отвечает на вопросы наугад. К каждому вопросу дано четыре варианта ответа, один из которых правильный. Поэтому вероятность  $P$  того, что студент отгадает правильный ответ, равна 0,25. Напишите алгоритм для определения количества правильных ответов, которые дал студент, если в тесте всего 90 вопросов.

**Задача 2** 8 Вероятность  $P_A$  срыва срока поставки товара поставщиком равна 0,14. В этом случае фирма несет убыток  $Y = 500$  руб., связанный с дефицитом товаром. Напишите алгоритм, определяющий убыток фирмы при  $N = 20$  поставках. Какое произойдет событие, если для одной из поставок  $z = 0,20$  ( $z$  - случайная величина, распределенная равномерно на интервале  $(0,1)$ )?

**Задача 3** Вероятность  $P_A$  покупки бракованного товара в магазине равна 0,07. Напишите алгоритм, определяющий количество проданного бракованного товара для  $N = 200$  покупателей. Какое произойдет событие, если для одного из покупателей  $z = 0,15$  ( $z$  - случайная величина, распределенная равномерно на интервале  $(0,1)$ )?

**Задача 4** Вероятность  $P_A$  получения студентом положительной оценки на экзамене равна 0,80. Напишите алгоритм моделирования события сдачи экзамена, если студент сдает экзамен до тех пор, пока не получит положительную оценку, а максимальное число пересдач равно 3. Какое произойдет событие, если для одной из попыток  $z = 0,24$  ( $z$  - случайная величина, распределенная равномерно на интервале  $(0,1)$ )?

## Моделирование полной группы несовместных событий

Задача 1 Рассматривается процесс производства  $N = 100$  изделий. Вероятность изготовления бракованной продукции равна  $0,3$ . При этом вероятность  $P_1$  того, что бракованное изделие будет подлежать ремонту, равна  $0,1$ . В этом случае дополнительные затраты фирмы составят  $Y_1 = 100$  руб. Вероятность  $P_2$  того, что бракованное изделие будет использовано в качестве запасных частей, равна  $0,15$ . В этом случае дополнительные затраты фирмы составят  $Y_2 = 150$  руб. Вероятность  $P_3$  того, что бракованное изделие будет переработано, равна  $0,05$ . Затраты фирмы при этом составят  $Y_3 = 200$  руб. Напишите алгоритм для определения затрат фирмы, связанных с выпуском бракованной продукции.

Задача 2 Процентная ставка  $i$  банка равна  $11\%$ . Вероятность  $P_1$  увеличения годовой ставки процента в начале следующего года равна  $0,2$ . В этом случае значение ставки процента будет равно  $12\%$  ( $1 + i = 12\%$ ). Вероятность  $P_2$  уменьшения годовой ставки процента в банке равна  $0,2$ . В этом случае значение ставки процента будет равно  $10\%$  ( $2 + i = 10\%$ ). Напишите алгоритм определения величины процентной ставки для  $N = 10$  случайных реализаций. Какое произойдет событие, если для одной случайной реализации  $z = 0,10$  ( $z$  - случайная величина, распределенная равномерно на интервале  $(0,1)$ )?

Задача 3 Доходность финансовой операции А с вероятностью  $P_{11} = 0,2$  составит  $11 d = 0,5$ , с вероятностью  $P_{12} = 0,6$  составит  $12 d = 0,6$ , с вероятностью  $P_{13} = 0,2$  -  $13 d = 0,8$ . Доходность финансовой операции В с вероятностью  $P_{21} = 0,3$  составит  $21 d = 0,8$ , с вероятностью  $P_{22} = 0,4$  составит  $22 d = 0,9$ , с вероятностью  $P_{23} = 0,3$  -  $3 d = 0,95$ . Напишите алгоритм определения величин доходности финансовых операций. Какие произойдут события при  $1 z = 0,15$ ,  $2 z = 0,15$  ( $1 z$ ,  $2 z$  - случайные величины, распределенные равномерно на интервале  $(0,1)$ ), если  $1 z$  используется для моделирования события определения доходности финансовой операции А, а  $2 z$  - финансовой операции В?

## Моделирование дискретной случайной величины

Задача 1 Случайная величина  $X$  ежегодного сбора урожая имеет дискретный закон распределения ( $P$  - вероятность)  $X$  60 65 70 75 80 85  $P$  0,1 0,2 0,3 0,1 0,2 0,1 Напишите алгоритм для определения общей величины собранного урожая за 10 лет. Чему равна величина сбора, если для одного года  $z = 0,72$  ( $z$  - случайная величина, распределенная равномерно на интервале  $(0,1)$ )?

Задача 2 Случайная величина  $X$  объема доставленной на склад партии товара имеет дискретный закон распределения ( $P$  - вероятность)  $X$  100 105 110  $P$  0,2 0,7 0,1 Стоимость доставки единицы товара равна 10 руб. Напишите алгоритм для расчета годовых издержек заказа, если фирма осуществляет 1 заказ на доставку в месяц. Чему равна величина объема партии, если для

одного заказа  $z = 0,50$  ( $z$  - случайная величина, распределенная равномерно на интервале  $(0,1)$ )?

Задача 3 Рейсовый автобус осуществляет перевоз людей из пункта «А» в пункт «Б». Случайная величина  $X$  человек в автобусе имеет дискретный закон распределения ( $P$  - вероятность)  $X$  50 45 40 35 30  $P$  0,1 0,1 0,6 0,1 0,1  
Напишите алгоритм для определения общей выручки за месяц, если цена проезда составляет 30 руб., а число рейсов равно 10. 27 Чему равно число человек в автобусе, если для одного рейса  $z = 0,34$  ( $z$  - случайная величина, распределенная равномерно на интервале  $(0,1)$ )?

### **Моделирование непрерывной случайной величины**

Задача 1 Студент получает ежемесячную стипендию в размере 1000 руб. Его расходы в месяц являются случайной величиной с равномерным законом распределения (границы интервала:  $a = 100$  руб.;  $b = 700$  руб.). Оставшиеся деньги 38 он кладет в копилку. Напишите алгоритм для определения суммы, которая будет у студента в копилке через год.

Задача 2 В кинотеатре ежедневно проводится три сеанса: утренний, дневной и вечерний. Число зрителей является случайной величиной с нормальным законом распределения. Средние значения  $M_1 = 50$ ,  $M_2 = 100$ ,  $M_3 = 150$  человек для утреннего, дневного и вечернего сеансов соответственно. Среднее квадратическое отклонение равно 7 человек (одинаково для всех сеансов). Напишите алгоритм для определения выручки за месяц, если цена билета на утренний сеанс равна 50 руб., дневной - 60 руб., вечерний - 120 руб.

Задача 3 Фирма занимается доставкой туристов на туристическую базу. Организуется один рейс в день. Число туристов является случайной величиной с нормальным законом распределения (среднее значение равно  $M_t$ , среднее квадратическое отклонение -  $\sigma_t$ ). Доставка осуществляется с помощью автобусов. Число мест в одном автобусе равно  $N$ . Если одного автобуса оказалось недостаточно для доставки всех туристов, то фирма организует в этот же день дополнительные рейсы. Затраты фирмы, связанные с организацией рейса составляют  $S$ , а выручка от доставки одного туриста (стоимость проезда для одного человека) равна  $V$ . Напишите алгоритм для определения прибыли фирмы за  $T$  дней.

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

Формой контроля знаний по дисциплине « Математическое моделирование технических объектов и систем управления» в виде экзамена, проводимого в устной форме по материалам лекций и выполненным практическим заданиям.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих 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	Зачет	УК-2 ПК-2	2 вопроса и 1 задача	зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру – 15 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: <b>«Отлично»:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание всех понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание всех методов, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на все вопросы билета и правильное решение задачи.</li> </ul> <b>«Хорошо»:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических</li> </ul>

					<p>занятиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных методов, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на вопросы билета и решение задачи с незначительным и погрешностями.</li> </ul> <p><b>«Удовлетворительно»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• слабое умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• пассивная работа на практических занятиях;</li> <li>• знание не всех методов, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ не на все вопросы билета, решение задачи с ошибками.</li> </ul> <p><b>«Неудовлетворительно»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических</li> </ul>
--	--	--	--	--	---

					занятиях; • не отвечает на вопросы билета и не умеет решать задачи.
--	--	--	--	--	--

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.

#### **4.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование**

Промежуточное тестирование по дисциплине не предусмотрено.

#### **4.2. Типовые вопросы, выносимые на зачет**

1. Основные статистические функции, реализуемые опциями надстройки «Анализ данных».
2. Понятие имитации. Место имитационных моделей среди других. Базовая случайная величина.
3. Метод статистических испытаний (Метод Монте-Карло). Моделирование события. Моделирование группы независимых событий.
4. Моделирование случайной дискретной величины. Моделирование условного события. Моделирование непрерывной случайной величины.
5. Статистические характеристики случайных процессов (СП): математическое ожидание, дисперсия, плотность распределения.
6. Статистические характеристики случайных процессов (СП): авто- и взаимная корреляционная функция, их свойства.
7. Характеристики стационарных случайных процессов, их свойства.
8. Эргодические свойства стационарных случайных процессов.
9. Спектральное представление стационарных случайных процессов. Белый шум.
10. Авторегрессионные случайные процессы.
11. Свойства оценок случайных величин. Оценки характеристик случайных событий.
12. Свойства оценок случайных величин. Оценки характеристик случайных величин.
13. Свойства оценок случайных величин. Оценки характеристик случайных процессов.
14. Генерация случайных интервалов времени.
15. Типы трендов реализаций случайных процессов.
16. Особенности генерации марковской цепи.
17. Сущность метода наименьших квадратов.

18. Парная и множественная регрессия. Параметры, отражающие качество регрессионной модели.

19. Задача управления переключениями тарифных планов. Основные элементы задачи.

20. Алгоритм выбора наилучшего тарифного плана.

#### Вариант 2

1. Понятие численного эксперимента. Примеры численных экспериментов.
2. Датчики случайных чисел.
3. Имитационное моделирование.
4. Метод Монте-Карло.
5. Построение статистических моделей, общие оценки их качества.
6. Построение моделей на основе нечёткой логики.
7. Основные принципы работы и возможности пакета EXCEL.
8. Решение конкретной задачи на компьютере в пакете EXCEL.
9. Основные принципы работы и возможности пакета MATHCAD.
10. Решение конкретной задачи на компьютере в пакете MATHCAD.
11. Основные принципы работы и возможности пакета MAPLE.
12. Решение конкретной задачи на компьютере в пакете MAPLE.
13. Основные принципы работы и возможности пакета МАТЕМАТИСА.
14. Решение конкретной задачи на компьютере в пакете МАТЕМАТИСА.
15. Марковский случайный процесс с дискретными состояниями.
16. Граф состояний Марковского процесса.
17. Марковская цепь.
18. Переходные вероятности Марковской цепи. Вероятности состояний.
19. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояния.
20. Предельные вероятности состояния.
21. Поток событий. Интенсивность потока.
22. Стационарный поток событий. Поток без последствия.
23. Простейший поток событий и его характеристики.
24. Поток Пальма.
25. Потоки Эрланга и их характеристики.
26. Процессы «гибели и размножения».
27. Расчет предельных вероятностей состояний в процессах «гибели и размножения».
28. Циклические процессы.
29. Расчет предельных вероятностей состояний циклических процессов.
30. Ветвящиеся циклические процессы.
31. Приближенное сведение немарковских процессов к марковским.
32. Метод «псевдосостояний».
33. Понятие системы массового обслуживания.
34. Классификация систем массового обслуживания.
35. Основные характеристики систем массового обслуживания.
- 36. Показатели эффективности работы систем массового обслуживания.**

37. Системы массового обслуживания с отказами.
38. Системы массового обслуживания с ожиданием.
39. Системы массового обслуживания с очередью.
40. Применение систем массового обслуживания в моделировании.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ  
ДИСЦИПЛИН**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Направление подготовки: 10.04.01 - Информационная безопасность**

**Направленность (профиль): Менеджмент информационной безопасности**

**Уровень высшего образования: магистратура**

**Форма обучения: очная**

Королев  
2023

## 1. Общие положения

### Цели дисциплины:

1. Приобретение студентами знаний и представлений об основных математических подходах к изучению общих проблем информационной безопасности;
2. Приобретение студентами теоретических сведений и практических навыков, позволяющих использовать математические методы и модели в системах информационной безопасности различного профиля.

### Задачи дисциплины:

1. Освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при анализе систем, обеспечивающих информационную безопасность;
2. Получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач информационной безопасности.

## 2. Указания по проведению практических занятий

### Практическое занятия 1

#### Тема 1. Имитационное моделирование

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: *групповая дискуссия.*

#### Задание 1. Метод Монте-Карло

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Понятие численного эксперимента. Датчики случайных чисел.
2. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло.

#### Задание 2. Статистические модели. Модели, построенные на основе нечёткой логики

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Построение статистических моделей, общие оценки их качества.
2. Построение моделей на основе нечёткой логики.

#### Задание 3. Компьютерные системы символьных вычислений EXCEL и MATHCAD. Применения этих систем

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Возможности пакетов символьных вычислений EXCEL и MATHCAD.
2. Задачи, решаемые с помощью пакетов символьных вычислений EXCEL и MATHCAD.

**Задание 4.** Компьютерные системы символьных вычислений MAPLE и МАТЕМАТИСА. Применения этих систем

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Возможности пакетов символьных вычислений MAPLE и МАТЕМАТИСА.
2. Задачи, решаемые с помощью пакетов символьных вычислений MAPLE и МАТЕМАТИСА.

Продолжительность занятия – 5 ч.

## **Практическое занятия 2**

**Тема 2. Моделирование операций по схеме марковских случайных процессов.**

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: *беседа*.

**Задание 1.** Марковские случайные процессы

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Марковский случайный процесс с дискретными состояниями.
2. Граф состояний.

**Задание 2.** Марковские цепи

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Марковская цепь. Переходные вероятности.
2. Вероятности состояний.

**Задание 3.** Марковские цепи

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояния.
2. Предельные вероятности состояний.

**Задание 4.** Потoki событий

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Поток событий. Интенсивность потока.
2. Стационарный поток. Поток без последействия.

**Задание 5.** Потoki Пальма и Эрланга

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Простейший поток и его характеристики. Поток Пальма.
2. Потoki Эрланга и их характеристики.

**Задание 6.** Процессы «гибели и размножения»

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Процессы «гибели и размножения». Примеры.
2. Расчет предельных вероятностей состояний.

**Задание 7.** Циклические и немарковские процессы

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Циклические процессы. Расчет предельных вероятностей состояний. Ветвящиеся циклические процессы.
2. Приближенное сведение немарковских процессов к марковским. Метод «псевдосостояний».

Продолжительность занятия – 5 ч.

### **Практическое занятия 3**

#### **Тема 3. Системы массового обслуживания и их применения в моделировании**

##### **Задание 1. Классификация систем массового обслуживания**

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: *практическая работа в группах.*

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы:

1. Понятие системы массового обслуживания.
2. Классификация систем массового обслуживания.

##### **Задание 2. Основные характеристики и показатели эффективности работы систем массового обслуживания**

Обсуждение понятий и решение задач на следующие темы.

1. Основные характеристики систем массового обслуживания.
2. Показатели эффективности работы систем массового обслуживания.

##### **Задание 3. Системы массового обслуживания с отказами.**

Обсуждение понятий и решение задач на тему:

«Системы массового обслуживания с отказами».

##### **Задание 4. Системы массового обслуживания с ожиданием.**

Обсуждение понятий и решение задач на тему:

«Системы массового обслуживания с ожиданием».

##### **Задание 5. Системы массового обслуживания с очередью.**

Обсуждение понятий и решение задач на тему:

«Системы массового обслуживания с очередью».

##### **Задание 6. Применение систем массового обслуживания в моделировании.**

Обсуждение понятий и решение задач на тему:

«Применение систем массового обслуживания в моделировании».

Продолжительность занятия – 6 ч.

### 3. Указания по проведению лабораторного практикума

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Инструментальные средства анализа данных в среде MS Excel	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (методы статистического анализа). <i>Подготовка рефератов, письменная работа, самостоятельное изучение тем.</i>
2.	Моделирование и анализ случайных явлений	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (генерация марковских цепей). <i>Подготовка рефератов, письменная работа, самостоятельное изучение тем.</i>
3	Методы регрессионного анализа	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (регрессионный анализ с помощью функций MS Excel). <i>Подготовка рефератов, письменная работа, самостоятельное изучение тем.</i>
4	Модели управления переключениям и режимов функционирования	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (работа с программой Tarifer). <i>Подготовка рефератов, письменная работа, самостоятельное изучение тем.</i>

### 4. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очного обучения

#### 5.1. Требования к структуре.

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

### **5.2. Требования к содержанию (основной части).**

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2 - 4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

### **5.3. Требования к оформлению.**

Объем контрольной работы – ... страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### ***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. 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>

### ***Дополнительная литература:***

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>

4. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ. Учебник / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. - М.:Юрайт. - 2015. - 616 с.  
[http://www.biblio-online.ru/thematic/?8&id=urait.content.96A5D918-229B-4975-993A-3F766622372B&type=c\\_pub](http://www.biblio-online.ru/thematic/?8&id=urait.content.96A5D918-229B-4975-993A-3F766622372B&type=c_pub)
5. Попов А.М., Сотников В.Н. Экономико-математические методы и модели. Учебник / А.М. Попов, В.Н. Сотников. - М.:Юрайт. - 2015. - 345 с.  
[http://www.biblio-online.ru/thematic/?20&id=urait.content.C7E8DCBD-2726-402A-9854-D1C553E34796&type=c\\_pub](http://www.biblio-online.ru/thematic/?20&id=urait.content.C7E8DCBD-2726-402A-9854-D1C553E34796&type=c_pub)
6. Гончаров В.А. Методы оптимизации. Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В.А. Гончаров. - М.:Юрайт. - 2015. - 191 с.  
[http://www.biblio-online.ru/thematic/?6&id=urait.content.780852A5-F757-48E8-BAD7-4AE3F88CBAAB&type=c\\_pub](http://www.biblio-online.ru/thematic/?6&id=urait.content.780852A5-F757-48E8-BAD7-4AE3F88CBAAB&type=c_pub)

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

### **Интернет-ресурсы:**

- 1. <http://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека ONLINE.**
- 2. <http://www.rucont.ru/> - Электронная библиотека Руконт.**
- 3. <http://www.znaniium.com/> - Электронная библиотека издательства Инфра-М.**
- 4. <http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотека Лань.**
- 5. <http://window.edu.ru/> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».**
- 6. <http://www.anylogic.ru/> - Сайт системы имитационного моделирования AnyLogic, содержащий методические и учебные материалы по имитационному моделированию в свободном доступе для различных прикладных сфер.**
- 7. <http://www.runthemodel.com/> - Библиотека имитационных моделей, находящихся в свободном доступе, выполненных в среде AnyLogic.**
- 8. <http://www.tarifer.ru/> Сайт системы оптимального управления тарификацией (переключением режимов).**

## **8.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Перечень программного обеспечения:** MS Office, Mathcad, AnyLogic University, Java, Tarifer 4.2.3b.

### **Информационные справочные системы:**

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
2. Информационно-справочные системы Консультант +, Гарант.