

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра конструирования и технологий электронных и лазерных средств (№23)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель направления

проф., д.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)  
О.П. Куркова

«22» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование конструкций и технологий электронных средств»

Код направления подготовки/ специальности	11.04.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил:

проф. каф.23, д.т.н.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

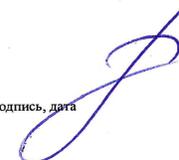
О.П. Куркова  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«05» июня 2023 г., протокол № 7/23

Заведующий кафедрой № 23

проф., д.т.н., проф.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

А.Р. Бестугин  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП ВО 11.04.03

проф., д.т.н.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

О.П. Куркова  
инициалы, фамилия

Заместитель директора института № 2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.



О.Л. Балышева  
должность, уч. степень, звание

Санкт-Петербург 2023

## Аннотация

Дисциплина «Моделирование конструкций и технологий электронных средств» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности «Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

ПК-1 «Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электронных средств и технологических процессов, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач»

ПК-2 «Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию»

ПК-8 «Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств»

ПК-13 «Способен планировать и управлять процессами исследований и создания электронных средств и электронных систем бортового комплекса управления и бортовой аппаратуры космических аппаратов и ракетно-космической техники»

ПК-14 «Способен осуществлять руководство структурным подразделением по сборке и монтажу приборов бортовой аппаратуры и кабелей при изготовлении изделий ракетно-космической промышленности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с построением моделей и решением задач моделирования электронных средств и процессов их изготовления в рамках проведения системного анализа объектов исследований, прогнозирования их состояний в процессе конструирования, изготовления и эксплуатации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Целями преподавания дисциплины являются:

– внедрение интегративного подхода в образовательную среду программы подготовки магистрантов по специальности 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»;

– получение обучающимися системных знаний в области разработки моделей и решения системных задач моделирования электронных средств и технологических процессов их изготовления;

– предоставление обучающимся возможности развить системный подход к решению задач создания, изготовления и эксплуатации различного назначения электронных средств для аэрокосмической техники

– получение обучающимися знаний и предоставление обучающимся возможности развития умений и навыков в части управления проектом на всех этапах его жизненного цикла с использованием приемов моделирования;

– создание поддерживающей образовательной среды преподавания по программе подготовки магистрантов специальности 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» с применением современных методов и инструментов математического моделирования систем и процессов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электронных средств и технологических процессов, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства	ПК-1.3.1 знает принципы построения и функционирования электронных средств и технологических процессов ПК-1.У.1 умеет рассчитывать режимы работы электронных средств ПК-1.В.1 владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	решения сформулированных задач	
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ПК-2.3.1 знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач ПК-2.У.1 умеет использовать алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств	ПК-8.3.1 знает современные технологические процессы производства электронных средств ПК-8.У.1 умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства электронных средств ПК-8.В.1 владеет навыками подготовки технического задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств
Профессиональные компетенции	ПК-13 Способен планировать и управлять процессами исследований и создания электронных средств и электронных систем бортового комплекса управления и бортовой аппаратуры космических аппаратов и ракетно-космической техники	ПК-13.У.1 умеет разрабатывать и оптимизировать планы-графики с использованием прикладных компьютерных программ ПК-13.В.1 владеет навыками поддержания единого информационного пространства планирования и организации работ на всех этапах жизненного цикла электронных средств
Профессиональные компетенции	ПК-14 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по сборке и монтажу приборов бортовой аппаратуры и кабелей при изготовлении изделий ракетно-космической промышленности	ПК-14.У.1 умеет организовывать внедрение прогрессивных технологий приборно-кабельного производства

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Проектирование сложных технических систем»,
- «Планирование и организация научных исследований и опытно-конструкторских работ».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Конструирование ЭС аэрокосмических систем и комплексов».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	14	14
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	38	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 3</b>					
<b>Раздел 1. Моделирование СИСТЕМ. Основные понятия.</b>					
<b>Тема 1.1. Моделирование СИСТЕМ. Основные понятия и терминология. Цели и задачи моделирования.</b>					
<b>Тема 1.2 Системный подход к конструированию электронных средства (ЭС). ЭС как СИСТЕМА. Технологический процесс изготовления ЭС как СИСТЕМА.</b>					
<b>Тема 1.3. Общие принципы построения МОДЕЛЕЙ и предъявляемые к ним требования.</b>	2	0	0	0	4
<b>Тема 1.4. Моделирование как средство повышения ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ. Применение методов моделирования для решения разноплановых задач при создании и производстве электронных средств.</b>					
<b>Тема 1.5. Использование суперкомпьютерных технологий в моделировании систем</b>					
<b>Раздел 2. Моделирование детерминированных и стохастических</b>	6	10	0	0	15

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<p><b>СИСТЕМ</b></p> <p><u>Тема 2.1.</u> Непрерывно детерминированные СИСТЕМЫ ЭС. МОДЕЛИ типа D-СХЕМА. Программный комплекс «MatLab /Control System Toolbox» как инструмент компьютерного моделирования СИСТЕМ типа D-схема.</p> <p><u>Тема 2.2.</u> Дискретно детерминированные СИСТЕМЫ ЭС. МОДЕЛИ типа F-СХЕМА. Программный комплекс «LabVIEW» как инструмент проектирования и моделирования СИСТЕМ типа «КОНЕЧНЫЙ АВТОМАТ»</p> <p><u>Тема 2.3.</u> Дискретно-стохастические СИСТЕМЫ ЭС. МОДЕЛИ типа P-схема. <u>Тема</u></p> <p><u>Тема 2.4.</u> Программный комплекс «WinQSB v.2.0» как инструмент решение задач моделирования Марковских процессов</p>					
<p><b>Раздел 3. Системы массового обслуживания (СМО). Моделирование СМО. Модели типа Q-схема</b></p> <p><u>Тема 3.1.</u> Назначение, структура построения и принцип функционирования СИСТЕМ типа Q-схема. Способы представления и описания.</p> <p><u>Тема 3.2.</u> Виды ЭС, моделируемые как СМО. Технологические процессы, моделируемые как СМО.</p> <p><u>Тема 3.3.</u> Одноканальные СМО с фиксированным числом мест ожидания – МОДЕЛИ СМО типа «M/M/1/m»</p> <p><u>Тема 3.4.</u> Многоканальные СМО с отказами – СМО типа «M/M/n»</p> <p><u>Тема 3.5.</u> Многоканальные СМО с фиксированным числом мест ожидания – СМО типа «M/M/n/m»</p> <p><u>Тема 3.6.</u> Одноканальные СМО с неограниченной очередью – СМО типа «M/M/1/∞»</p> <p><u>Тема 3.7.</u> Многоканальные СМО с неограниченной очередью – СМО типа «M/M/n/∞»</p> <p><u>Тема 3.8.</u> Программный комплекс «AnyLogic Professional» /Simulation/ – как инструмент компьютерного моделирования СМО</p>	5	7	0	0	15
<p><b>Раздел 4. Нетрадиционные способы моделирования</b></p> <p><u>Тема 4.1.</u> Моделирование систем типа N-схема. Сети Петри. Программный комплекс «AnyLogic Professional» /Petri Nets/» – как инструмент компьютерного моделирования Сетей Петри.</p> <p><u>Тема 4.2.</u> Нейронные сети. Виды нейронных сетей. Программный комплекс «TRAJAN» – как инструмент компьютерного моделирования нейронных сетей.</p>	4	0	0	0	4
<b>Итого в семестре:</b>	17	17	0	0	38
<b>Итого</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. *Содержание разделов и тем лекционных занятий.*

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<b>Моделирование СИСТЕМ. Основные понятия.</b>
1.1	Основные понятия и терминология
1.1.1	Основные определения и терминология
1.1.2	Свойства, параметры и характеристики СИСТЕМ. Системный подход к конструированию электронных средства (ЭС). ЭС как СИСТЕМА. Технологический процесс изготовления ЭС как СИСТЕМА
1.1.3	Закон функционирования СИСТЕМ
1.1.4	Цели и задачи моделирования
1.1.5	Классификация МОДЕЛЕЙ
1.2	Построение МОДЕЛЕЙ и предъявляемые к ним требования
1.2.1	Структурно-функциональная декомпозиция СИСТЕМ и МОДЕЛЕЙ
1.2.2	Принцип иерархического многоуровневого моделирования
1.2.3	Требования, предъявляемые к МОДЕЛЯМ
1.2.4	Этапы моделирования
1.3	Эффективность СИСТЕМ. Моделирование как средство повышения ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ
1.3.1	Представление сложных СИСТЕМ в виде стратифицированной МОДЕЛИ
1.3.2	ЭФФЕКТИВНОСТЬ как комплексная безразмерная характеристика СИСТЕМЫ. Трехмерная векторная МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ. Применение методов моделирования для решения разноплановых задач при создании и производстве электронных средств: <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализа информационных данных,</li> <li>• анализа и оптимизации алгоритмов и режимов работы электронных средств,</li> <li>• оптимизации алгоритмов решения научно-исследовательских и организационных задач,</li> <li>• оптимизации технологических процессов производства электронных средств.</li> </ul>
1.4	Использование суперкомпьютерных технологий в моделировании СИСТЕМ
1.4.1	Параллельные вычисления и их аппаратное обеспечение
1.4.2	Порядок моделирования на основе принципов параллелизма
1.4.3	Использование программного комплекса MATLAB для решения задач параллельных вычислений
<b>2</b>	<b>Моделирование детерминированных и стохастических СИСТЕМ</b>
2.1	Непрерывно детерминированные СИСТЕМЫ ЭС. МОДЕЛИ типа D-СХЕМА
2.1.1	Назначение, структура построения и принцип функционирования систем типа D-схема
2.1.2	Взаимосвязь ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ звеньев и ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ D-схем различных конфигураций
2.1.3	Методология решения задач по построению и исследованию МОДЕЛЕЙ типа D-схема на основе решения задач нахождения ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ
2.1.4	Методология решения задач по построению и исследованию МОДЕЛЕЙ типа D-схема на основе решения дифференциальных уравнений
2.1.5	Анализ СИСТЕМ ЭС на основе МОДЕЛЕЙ типа D-схема: <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализ временных характеристик;</li> <li>• анализ частотных характеристик;</li> <li>• анализ устойчивости СИСТЕМЫ;</li> <li>• анализ качества регулирования: прямая и интегральная оценка качества</li> </ul>

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
2.1.6	Методология решения задач по анализу и исследованию непрерывных детерминированных СИСТЕМ ЭС с использованием МОДЕЛЕЙ типа D-схема
2.1.7	Программный комплекс «MatLab /Control System Toolbox» - инструмент компьютерного моделирования СИСТЕМ типа D-схема
2.2	<b>Дискретно детерминированные СИСТЕМЫ ЭС. МОДЕЛИ типа F-СХЕМА</b>
2.2.1	Назначение, структура построения и принцип функционирования СИСТЕМ типа F-схема
2.2.2	Автоматы Мили. Автоматы Мура. Способы описания МОДЕЛЕЙ: <ul style="list-style-type: none"> <li>• графический,</li> <li>• табличный,</li> <li>• матричный</li> </ul>
2.2.3	Основные задачи теории «КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ»: <ul style="list-style-type: none"> <li>• задачи анализа,</li> <li>• задачи синтеза,</li> <li>• задачи декомпозиции</li> </ul>
2.2.4	Методология решения задач моделирования ЭС на основе МОДЕЛЕЙ типа F-схема
2.2.5	Программный комплекс «LabVIEW» - инструмент проектирования и моделирования СИСТЕМ типа «КОНЕЧНЫЙ АВТОМАТ»
2.3	<b>Дискретно-стохастические СИСТЕМЫ. МОДЕЛИ типа P-схема</b>
2.3.1	Назначение, структура построения и принцип функционирования СИСТЕМ типа P-схема. Способы представления и описания «ВЕРОЯТНОСТНЫХ АВТОМАТОВ»
2.3.2	Определения основных видов вероятностных СОБЫТИЙ. Основные свойства ВЕРОЯТНОСТИ появления и взаимосвязи вероятностных СОБЫТИЙ
2.3.3	Марковские процессы. Марковские цепи
2.3.4	Непрерывные Марковские цепи. Уравнение Колмогорова
2.3.5	Непрерывные Марковские цепи «гибели» и «размножения»
2.3.6	Варианты решения задач моделирования ЭС на основе МОДЕЛЕЙ типа «ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АВТОМАТ»
3	<b>СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ (СМО). Моделирование СМО – МОДЕЛИ типа Q-схема</b>
3.1	Назначение, структура построения и принцип функционирования СИСТЕМ типа Q-схема. Способы представления и описания. Виды ЭС, моделируемые как СМО. Технологические процессы, моделируемые как СМО.
3.1.1	Одноканальные СМО с фиксированным числом мест ожидания – СМО типа «M/M/1/m»
3.1.2	Многоканальные СМО с отказами – СМО типа «M/M/n»
3.1.3	Многоканальные СМО с фиксированным числом мест ожидания – СМО типа «M/M/n/m»
3.1.4	Одноканальные СМО с неограниченной очередью – СМО типа «M/M/1/∞»
3.1.5	Многоканальные СМО с неограниченной очередью – СМО типа «M/M/n/∞»
3.2	Программный комплекс «AnyLogic Professional» /Simulation/ как инструмент компьютерного моделирования СМО
4	<b>Нетрадиционные способы моделирования</b>
4.1	Моделирование систем типа N-схема. Сети Петри.
4.1.1	Программный комплекс «AnyLogic Professional» /Petri Nets/» как инструмент компьютерного моделирования Сетей Петри.
4.2	Нейронные сети. Виды нейронных сетей. Принципы построения и функционирования нейронных сетей, способы описания.
4.2.1	Программный комплекс «TRAJAN» как инструмент компьютерного моделирования нейронных сетей.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 3</b>				
1	Моделирование и исследование непрерывно детерминированных СИСТЕМ ЭС.	Решение практических задач анализа непрерывно детерминированных СИСТЕМ ЭС на основе МОДЕЛЕЙ типа Д-схема, в том числе в интерактивной форме: решение ситуационных задач в форме деловых игр	2	Раздел 2
2	Моделирование и исследование дискретно детерминированных СИСТЕМ ЭС	Решение практических задач анализа дискретно детерминированных СИСТЕМ ЭС на основе МОДЕЛЕЙ типа F-схема, в том числе в интерактивной форме: решение ситуационных задач в форме деловых игр	4	Раздел 2
3	Моделирование и исследование дискретно-стохастических СИСТЕМ ЭС	Решение практических задач анализа дискретно-стохастических СИСТЕМ ЭС на основе МОДЕЛЕЙ типа Р-схема, в том числе в интерактивной форме: решение ситуационных задач в форме деловых игр	4	Раздел 2
4	Моделирование и исследование СМО	Решение практических задач анализа СМО на основе МОДЕЛЕЙ типа Q-схема, в том числе в интерактивной форме: решение ситуационных задач в форме деловых игр	7	Раздел 3
<b>Всего:</b>			<b>17</b>	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
<i>Учебным планом не предусмотрено</i>			
<b>Всего</b>			

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

*Учебным планом не предусмотрено*

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	12	12
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю	2	2

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)	18	18
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
<b>Всего:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

#### для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 6-11.

### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК 519.71 (075.8) В88 URL: <a href="https://doc.knigi-x.ru">https://doc.knigi-x.ru</a>	Выхованец, В.С. Теория автоматов: учебное пособие для вузов/ В.С. Выхованец. – Тирасполь: РИО ПГУ, 2001. – 87 с.	0
УДК 519.872 А 73 URL: <a href="https://search.rsl.ru">https://search.rsl.ru</a>	Афонин В. В., Мурюмин, С. М., Федосин, С. А. Основы анализа систем массового обслуживания. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2003. – 234 с.	0

### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26, №27 от 31.01.2023 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023

### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	<i>Не предусмотрено</i>

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	<i>Не предусмотрено</i>

### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	14-06 г
2	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06 г

### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
ЭКЗАМЕН	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.  
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Цели и задачи моделирования. Виды способов моделирования. Классификация моделей	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1
2	Эквивалентная передаточная функция моделей непрерывно детерминированных систем с последовательной и параллельной структурой построения звеньев модели системы	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
3	Структурно-функциональная декомпозиция модели. Принцип иерархического многоуровневого моделирования	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1
4	Анализ устойчивости системы. Критерий Гурвица	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
5	Основные этапы моделирования. Требования, предъявляемые к моделям. Верификация и валидация модели	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1
6	Эквивалентная передаточная функция моделей непрерывно детерминированных систем с обратными и перекрещивающимися связями	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
7	Эффективность системы как комплексный безразмерный показатель. Трехмерная векторная модель эффективности и ее описание.	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1 ПК-13.У.1 ПК-13.В.1 ПК-14.У.1
8	Применение методов моделирования: <ul style="list-style-type: none"> <li>• для оптимизации алгоритмов решения научно-исследовательских технических задач;</li> <li>• для анализа информационных данных,</li> <li>• для анализа и оптимизации алгоритмов и режимов работы электронных средств</li> </ul>	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1 ПК-2.У.1 ПК-13.У.1 ПК-13.В.1 ПК-14.У.1
9	Применение методов моделирования: <ul style="list-style-type: none"> <li>• для оптимизации алгоритмов решения задач организации научных исследований, разработок и производства электронных средств;</li> <li>• для анализа информационных данных;</li> <li>• для анализа и оптимизации технологических процессов производства электронных средств</li> </ul>	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1 ПК-8.В.1 ПК-2.У.1 ПК-13.У.1 ПК-13.В.1 ПК-14.У.1
10	Автоматы Мили. Автоматы Мура. Способы описания: графический, табличный, матричный	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
11	Система, комплекс, компонент. Свойства, параметры и характеристики моделируемых систем.	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1
12	Анализ характеристик непрерывно детерминированных систем на	ПК-1.3.1

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	основе моделей типа Д-схема	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
13	Дискретно-стохастические системы. Модели типа Р-схема. Назначение, структура построения, принцип функционирования. Способы представления и описания вероятностных автоматов	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
14	Дискретно детерминированные системы. Автоматы Мили. Автоматы Мура. Анализ и синтез дискретно детерминированных систем.	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
15	Моделирование систем массового обслуживания – модели типа Q-схема. Классификация СМО. Анализ и синтез объектов типа СМО	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1 ПК-8.3.1 ПК-8.У.1 ПК-8.В.1 ПК-13.У.1 ПК-13.В.1 ПК-14.У.1
16	Сети Петри. Модели типа N-схема. Математическое и графическое описание сетей Петри. Анализ объектов с использованием сетей Петри	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1 ПК-8.3.1 ПК-8.У.1 ПК-8.В.1
17	Многоканальные СМО с фиксированным числом мест ожидания (М/М/n/m). Графическое и математическое описание. Анализ характеристик эффективности	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1 ПК-8.3.1 ПК-8.У.1 ПК-8.В.1
18	Нейронные сети. Виды нейронных сетей: принципы построения и функционирования, способы описания	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1 ПК-8.3.1 ПК-8.У.1 ПК-8.В.1 ПК-13.У.1 ПК-13.В.1 ПК-14.У.1
19	Последовательное и распределенное моделирование. Особенности моделирования на основе принципов параллелизма. Особенности аппаратных и программных средств для моделирования на основе принципа параллелизма. Закон Амдала.	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1
20	Эквивалентная передаточная функция моделей с обратными и перекрещивающимися связями. Правило Мейсона. Многоконтурные модели	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
21	Представление сложных систем в виде стратифицированной модели. Способы описания	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1 ПК-13.У.1 ПК-13.В.1 ПК-14.У.1
22	Анализ качества регулирования непрерывно детерминированных систем: прямая и интегральная оценка качества на основе моделей типа Д-схема	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
23	Системы массового обслуживания – правила формирования очередей. «Горячие» и «холодные» заявки.	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
24	Одноканальные СМО с неограниченной очередью (М/М/1/∞) Графическое и математическое описание. Анализ характеристик	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	эффективности	ПК-2.У.1 ПК-8.3.1 ПК-8.У.1 ПК-8.В.1
25	Марковские процессы. Уравнение Колмогорова. Непрерывные Марковские цепи «гибили и размножения». Графическое и математическое описание	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
26	Многоканальные СМО с отказами (М/М/п). Задача Эрланга. Графическое и математическое описание. Анализ характеристик эффективности	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1 ПК-8.3.1 ПК-8.У.1 ПК-8.В.1
27	Формула Литтла. Исследование СМО с помощью диаграмм интенсивностей переходов. Одноканальные СМО с фиксированным числом мест ожидания (М/М/1/т) - графическое и математическое описание. Анализ характеристик эффективности	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1 ПК-8.3.1 ПК-8.У.1 ПК-8.В.1
28	Нейронные сети. Виды активационных функций: пороговая функция, S-функция, линейная функция активации.	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
29	Многоканальные СМО с неограниченной очередью (М/М/п/∞). Графическое и математическое описание. Анализ характеристик эффективности	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-2.У.1 ПК-8.3.1 ПК-8.У.1 ПК-8.В.1
30	Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло. Варианты моделирования на основе метода Монте-Карло.	УК-1.В.2 ПК-1.В.1 ПК-2.3.1 ПК-2.У.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	<i>Учебным планом не предусмотрено</i>

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	<i>Учебным планом не предусмотрено</i>

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	<i>Не предусмотрено</i>

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	<i>Не предусмотрено</i>

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру

проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

1 часть. Введение;

2 часть. Изложение содержания (основная часть раздела/темы);

3 часть. Заключение;

4 часть. Интерактивная часть, *включающая:*

- ответы на вопросы обучающихся;
- краткая дискуссия по теме;
- творческое домашнее задание для самостоятельной работы.

### **11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия должны представлять собой занятия по решению различных прикладных задач моделирования систем и процессов, образцы которых были даны на

лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению задач.

Практические занятия проводятся по коллективной форме.

Для успешного достижения учебных целей практических занятий при их организации должны выполняться следующие основные требования:

– задачи, предлагаемые для решения обучающимся, должны быть максимально приближены к реальным соответствующим специальности обучения и будущим функциональным профессиональным обязанностям ситуационным задачам;

– действия обучающихся должны соответствовать ранее изученным на лекционных занятиях методикам и методам решения задач;

– задания, выдаваемые обучающимся, должны быть направлены на поэтапное формирование умений и навыков обучающихся, т.е. движение от знаний к умениям и навыкам, от простого к сложному.

После выполнения заданий по решению задач проводится обсуждение, дается краткая оценка действий обучающихся.

### **11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются:

– «Конспект лекций», составляемый обучающимся в процессе лекционных занятий;

– «Рабочая тетрадь» по практическому курсу;

– учебно-методические материалы по дисциплине.

### **11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.**

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль знаний обучающегося осуществляется по каждому разделу лекционного курса после завершения обучения по соответствующему разделу посредством текущего промежуточного тестирования.

Тест для текущего тестирования содержит 20 вопросов по соответствующему разделу, на каждый из которых предлагается не менее двух вариантов ответов.

Задачей обучающегося является выбор правильного ответа из предлагаемых вариантов ответов.

Критерием оценки успеваемости обучающегося при текущем контроле являются уровень освоения обучающимся изучаемой дисциплины, оцениваемый по двухуровневой системе:

1 уровень «успевает»: если обучающийся при тестировании дал не менее 15 правильных ответов на вопросы из 20;

2 уровень «не успевает»: если обучающийся при тестировании дал менее 15 правильных ответов на вопросы из 20.

При проведении промежуточной аттестации результаты текущего контроля учитываются следующим образом: к промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, полностью выполнившие задания для оценки текущей успеваемости с результатом «успевает».

### **11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– ЭКЗАМЕН – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач.

Экзамен проводится по Экзаменационным билетам. Задание каждого Экзаменационного билета включает:

– два теоретических вопроса из двух различных разделов курса для устного ответа после предварительной подготовки (перечень экзаменационных вопросов представлен в таблице 15);

– одну практическую задачу, подлежащую решению обучающимся самостоятельно.

Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценки уровня знаний обучающегося при прохождении промежуточной аттестации в соответствии с таблицей 14.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой