

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета информационных технологий  
и компьютерной безопасности

 /П.Ю. Гусев/

\_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Математическое моделирование»**

**Направление подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии**

**Профиль Управление процессами ресурсобеспечения атомных электростанций**

**Квалификация выпускника магистр**

**Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.**

**Форма обучения очная / заочная**

**Год начала подготовки 2023**

Автор программы



Э.И. Воробьев

Заведующий кафедрой

Систем

автоматизированного

проектирования и

информационных систем

\_\_\_\_\_

Я.Е. Львович

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_

М.И. Чижов

Воронеж 2023

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Приобретение студентами знаний общих принципов и методов математического моделирования, методам получения экспериментальных данных, теории систем массового обслуживания (СМО), принципам системного подхода при разработке имитационных моделей, методам и алгоритмам моделирования случайных событий с различными законами распределения, верификации и валидации в моделировании систем. Приобретение практических навыков по обработке результатов моделирования.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение методов анализа и синтеза информационных систем;
- изучение методов построения моделей с помощью типовых математических схем;
- изучение входных распределений вероятностей;
- изучение методов анализа выходных данных;
- приобретение навыков по моделированию производственных систем;
- ориентироваться в перспективах социальной коммуникации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование» направлен на формирование следующих компетенций:

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

ОПК-1 - Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

ОПК-2 - Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач;

ОПК-3 - Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;

ОПК-7 - Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений;

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
УК-1	Знать методы разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в областях.
	Уметь определять структуру модели, входные и выходные параметры.
	Владеть способами задания случайных величин.
ОПК-1	Знать особенности построения имитационных моделей.
	Уметь определять элементы модели системы.
	Владеть способами задания входных вероятностей.
ОПК-2	Знать методы повышения валидации и доверия к модели.
	Уметь строить моделирующие алгоритмы для реализации модели.
	Владеть способами фиксации и статистической обработки результатов.
ОПК-3	Знать типы математических моделей и виды моделирования.
	Уметь определять цели моделирования информационных систем.
	Владеть программными средствами описания систем.
ОПК-7	Знать типовые математические схемы моделирования.
	Уметь определять тип модели.
	Владеть программными средствами для реализации модели системы.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование» составляет 7 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий:

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки	нет	нет			
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	36	36			

<b>Самостоятельная работа</b>		162	162			
Часы на контроль		36	36			
Курсовой проект (работа)		нет	нет			
Контрольная работа		нет	нет			
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)			экзамен			
Общая трудоемкость	час	252	252			
	зач. ед.	7	7			

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основы имитационного моделирования	Система, модели и имитационное моделирование. Дискретно-событийное моделирование. Механизмы продвижения времени. Компоненты дискретно-событийной имитационной модели и их организация. Параллельное и распределенное моделирование. Моделирование в Интернете и моделирование с использованием веб-узлов.	4	6	27	37
2	Моделирование сложных систем	Система массового обслуживания. Рекомендации по определению уровня детализации модели. Методы повышения валидации и доверия к модели. Процедуры для сравнения модельных и системных выходных данных. Метод проверки. Метод доверительного интервала, основанный на независимых данных. Методы временного ряда.	4	6	27	37
3	Моделирование систем с использованием типовых математических	Параметризация непрерывных распределений. Непрерывные распределения. Дискретные распределения. Эмпирические распределения. Многомерные распределения, корреляции и стохастические процессы. Выбор распределения при отсутствии данных. Генерирование непрерывных случайных величин. Генерирование случайных величин. Равномерное распределение. Экспоненциальное распределение. Распределение Эрланга. Гамма-распределение. Нормальное распределение. Бета-распределение. Распределение Пирсона. Генерирование дискретных случайных величин. Распределение Бернулли. Дискретное равномерное распределение. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона.	4	6	27	37
4	Выбор входных распределений вероятностей	Иерархические модели процессов функционирования систем. Моделирование процессов функционирования систем на базе Q-схем. Моделирование процессов функционирования систем на базе N-схем. Моделирование процессов функционирования систем на базе A-схем.	2	6	27	35
5	Анализ выходных данных системы	Типы имитационного моделирования и анализ выходных данных. Оценка средних значений. Оценка других показателей работы. Выбор начальных условий. Использование метода репликации и удаления для получения оценки средних значений.	2	6	27	35

		Множественные оценки показателей работы Планирование экспериментов и методы оптимизации. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования. Обработка результатов машинного эксперимента при синтезе систем.				
6	Моделирование производственных систем	Цели моделирования производственных систем. Программное обеспечение моделирования производственных систем. Моделирование случайности в производственных системах. Проверка достоверности и адекватности модели. Результаты имитационных экспериментов.	2	6	27	35
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>162</b>	<b>216</b>

## 5.2. Перечень лабораторных работ

1. Знакомство с языком программирования python, установка программной среды Python, пакетов Numpy, Pandas, Ipython.
2. Работа с csv-файлами и строками.
3. Работа с файлами текстового формата.
4. Парсинг и анализ данных из интернета.
5. Моделирование параллельных вычислительных структур с общими ресурсами.
6. Изучение методов и средств GPSS для работы со статистическими данными.
7. Построение структурной схемы в GPSS STUDIO.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

#### 7.1.1. Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
--------------------	---	----------------------------	-------------------	----------------------

	<b>сформированность компетенции</b>			
УК-1	Знать методы разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в областях.	Знает методы исследования и разработки теоретических и экспериментальных моделей.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Уметь определять структуру модели, входные и выходные параметры.	Умеет определять структуру модели, входные и выходные параметры.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Владеть способами задания случайных величин.	Владеет способами задания случайных величин в программных средствах моделирования.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
ОПК-1	Знать особенности построения имитационных моделей.	Знает особенности построения имитационных моделей.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Уметь определять элементы модели системы.	Умеет определять элементы модели системы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Владеть способами задания входных вероятностей.	Владеет способами задания входных вероятностей.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
ОПК-2	Знать методы повышения валидации и доверия к модели.	Знает методы повышения валидации и доверия к модели.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Уметь строить моделирующие алгоритмы для реализации модели.	Умеет строить моделирующие алгоритмы для реализации модели.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Владеть способами фиксации и статистической обработки результатов.	Владеет способами фиксации и статистической обработки результатов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
ОПК-3	Знать типы математических моделей и виды моделирования.	Знает типы математических моделей и виды моделирования.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Уметь определять цели моделирования информационных систем.	Умеет определять цели моделирования информационных систем.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.

	Владеть программными средствами описания систем.	Владеет программными средствами описания систем.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
ОПК-7	Знать типовые математические схемы моделирования.	Знает типовые математические схемы моделирования.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Уметь определять тип модели.	Умеет определять тип модели.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Владеть программными средствами для реализации модели системы.	Владеть программными средствами для реализации модели системы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.

### 7.1.2. Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

- «зачтено»;
- «не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-1	Знать методы разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в областях.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь определять структуру модели, входные и выходные параметры.	Решение стандартных практических задач.	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способами задания случайных величин.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ОПК-1	Знать особенности построения имитационных моделей.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь определять элементы модели системы.	Решение стандартных практических задач.	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способами задания входных вероятностей.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-2	Знать методы повышения валидации и доверия к модели.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь строить моделирующие алгоритмы для реализации модели.	Решение стандартных практических задач.	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способами фиксации и статистической обработки результатов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-3	Знать типы математических моделей и виды моделирования.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь определять цели моделирования информационных систем.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть программными средствами описания систем.	Решение прикладных задач в конкретной	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

		предметной области	верные ответы	получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
ОПК-7	Знать типовые математические схемы моделирования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь определять тип модели	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть программными средствами для реализации модели системы	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1. Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

#### 1. Адекватность математической модели и объекта это...

- а) правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования;
- б) полнота отображения объекта моделирования;
- в) количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования;
- г) объективность результата моделирования.

#### 2. Состояние объекта определяется ...

- а) количеством информации, полученной в фиксированный момент времени;
- б) множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели;
- в) только физическими данными об объекте;
- г) параметрами окружающей среды.

#### 3. Декомпозиция это ...

- а) процедура разложения целого на части с целью описания объекта;
- б) процедура объединения частей объекта в целое;

- в) процедура изменения структуры объекта;
- г) процедура сортировки частей объекта.

4. Имитационное моделирование ...

- а) воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени;
- б) моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс;
- в) моделирование, воспроизводящее только физические процессы;
- г) моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами-аналогами.

5. Планирование эксперимента необходимо для...

- а) точного предписания действий в процессе моделирования;
- б) выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью;
- в) выполнения плана экспериментирования на модели;
- г) сокращения числа опытов.

6. Дискретизация модели — это процедура...

- а) отображения состояний объекта в заданные моменты времени;
- б) процедура, которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную;
- в) процедура разделения целого на части;
- г) приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта.

7. Непрерывно-детерминированные схемы моделирования определяют...

- а) математическое описание системы с помощью непрерывных функций с учётом случайных факторов;
- б) математическое описание системы с помощью непрерывных функций без учёта случайных факторов;
- в) математическое описание системы с помощью функций непрерывных во времени;
- г) математическое описание системы с помощью дискретно-непрерывных функций.

8. Целью имитационного моделирования является:

- а) определение показателей эффективности различных операций;
- б) определение непрерывно равномерно распределенной случайной величины;
- в) реализация случайного процесса.

9. Объекты: выходные переменные, входные переменные и уровни факторов являются объектами:

- а) комплекс по планированию;
- б) стратегического планирования;
- в) тактического планирования.

10. Эксперимент это:

- а) процесс изучения, эксперимента, концептуализации и проверки теории, связанный с получением научных знаний;
- б) метод исследования некоторого явления в управляемых условиях;
- в) исследовательский метод, заключающийся в целенаправленном и организованном восприятии и регистрации поведения изучаемого объекта.

### 7.2.2. Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Как называются случайные величины, принимающие только отделённые друг от друга значения, которые можно пронумеровать?
2. Что характеризует математическое ожидание случайной величины?
3. Какую размерность имеет плотность распределения случайной величины, принимающей значения от 1 до 100 секунд?
4. Чему равно математическое ожидание детерминированной величины, принимающей значение 3?
5. Установите соответствие моделей: содержательная, компьютерная, материальная, абстрактная программная, математическая, физическая, концептуальная
6. Как называется причина, вызывающая переход процесса из состояния в состояние?
7. Как называются процессы, для которых характерен скачкообразный переход из состояния в состояние?
8. Что является антонимом понятия "детерминированная модель"?
9. Укажите последовательность решения задач в процессе исследования сложных систем: синтез системы, разработка модели, детальный анализ синтезированной системы, анализ характеристик системы?
10. Что характеризует математическое ожидание случайной величины?

### 7.2.3. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. К какой системе массового обслуживания относится следующая задача: в порту имеется один причал для разгрузки судов. Интенсивность потока судов равна 0,4 (судов в сутки). Среднее время разгрузки одного судна составляет 2 суток. Найти показатели эффективности работы причала, если известно, что приходящее судно покидает причал, если в очереди на разгрузку стоит более 3 судов?
  - а) многоканальная СМО с ограниченной очередью;
  - б) одноканальная СМО с ожиданием;
  - в) одноканальная СМО с неограниченной очередью.
2. Случайный процесс — это:

а) функция времени  $x_i(t)$ , описывающая течение процесса в некотором  $i$ -м опыте;

б) случайная величина  $x(t_j)$ , являющаяся значением случайного процесса в фиксированный момент времени;

в) случайная величина  $X(t)$ , зависящая от одного неслучайного вещественного аргумента  $t$ .

3. Какой модуль, из нижеперечисленных, представляет собой программы, имитирующие действия соответствующих активных событий и связанных с ними пассивных событий?

а) модуль формирования результата;

б) модуль реакции;

в) модуль продвижения модельного времени.

4. Разность  $N-(n+1)$  между числом наблюдений  $N$  и числом коэффициентов регрессии  $(n+1)$  называется:

а) регрессионным анализом;

б) корреляционным анализом;

в) степенью свободы.

5. Какие элементы, из нижеперечисленных, относятся к СМО?

а) входящий поток заявок; каналы обслуживания; очередь заявок; выходящий поток обслуженных заявок; поток не обслуженных заявок; очередь свободных каналов;

б) входящий поток значений; весовые коэффициенты значений; белый блок; сумматор входящих значений; исходящий поток; блок обработанных значений;

в) белый ящик значений; канал для перехода значений; черный ящик; функция суммирования значений; функция обработки значений; исходящий канал значений; конечный ящик обработанных значений.

6. С помощью какого оператора GPSS-модели создаются заявки

а) GENERATE;

б) ADVANCE;

в) TERMINATE;

г) SEIZE;

д) RELEASE;

е) ENTER;

ж) LEAVE;

з) QUEUE;

и) DEPART;

к) TEST;

л) TRANSFER;

м) GATE;

- н) PRIORITY;
- о) PREEMPT;
- п) RETURN;
- р) LOGIC ASSIGN;
- с) MARK;
- т) TABULATE.

7. Что означает RN100 в системе GPSS?

- а) генератор равномерно распределённых случайных чисел с номером 100;
- б) генератор распределённых по закону Пуассона случайных величин с номером 100;
- в) генератор равномерно распределённых случайных величин с номерами от 1 до 100;
- г) генератор нормально распределённых случайных чисел с номером 100.

8. Какие значения принимает в GPSS-модели величина «средний интервал времени между заявками во входящем в прибор DIC потоке»?

GENERATE	20, 10
SEIZE	DIC
ADVANCE	10.5
RELEASE	DIC
TERMINATE	
GENERATE	100000
TERMINATE	1
START	10

9. Из каких блоков состоит пакет моделирования «Arena»?

- а) моделирование;
- б) блок генерации;
- в) оборудование;
- г) блок диаграмм;
- д) блок операторов;
- е) блок команд;
- ж) операции.

10. Графический модуль Process?

- а) модуль создает поток входящих сущностей;
- б) модуль процесса обработки в системе;
- в) модуль позволяет учитывать принятие решений в модели;
- г) модуль является выходной точкой из имитационной модели;

д) модуль определяет тип сущности и ее анимационную картинку в имитационном процессе;

е) модуль данных предназначен для изменения правила расстановки сущностей в очереди.

### **7.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом.

### **7.2.2. Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Система, модели и имитационное моделирование.
2. Дискретно-событийное моделирование.
3. Механизмы продвижения времени.
4. Компоненты дискретно-событийной имитационной модели и их организация.
5. Характеристики система массового обслуживания.
6. Методы повышения валидации и доверия к модели.
7. Процедуры для сравнения модельных и системных выходных данных.
8. Метод проверки.
9. Метод доверительного интервала, основанный на независимых данных.
10. Непрерывные распределения.
11. Дискретные распределения.
12. Многомерные распределения, корреляции и стохастические процессы.
13. Генерирование случайных величин.
14. Моделирование процессов функционирования систем на базе Q-схем.
15. Моделирование процессов функционирования систем на базе N-схем.
16. Моделирование процессов функционирования систем на базе A-схем
17. Типы имитационного моделирования
18. Использование метода репликации и удаления для получения оценки средних значений. Множественные оценки показателей работы
19. Планирование экспериментов и методы оптимизации.
20. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем.
21. Цели моделирования производственных систем.
22. Программное обеспечение моделирования производственных систем.
23. Моделирование случайности в производственных системах.
24. Проверка достоверности и адекватности модели. Результаты имитационных экспериментов.

### 7.2.3. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### 7.2.4. Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основы имитационного моделирования	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Моделирование сложных систем	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Моделирование систем с использованием типовых математических	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Выбор входных распределений вероятностей	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Анализ выходных данных системы	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ,
6	Моделирование производственных систем	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста

экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Воробьев Э. И. Моделирование и анализ сложных систем: учеб. пособие. - Воронеж: ВГТУ, 2005. - 118 с.
2. Воробьев Э. И. Моделирование на GPSS: учеб. пособие. - Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2006. - 100 с.
3. Воробьев Э. И. Моделирование систем массового обслуживания в пакете Arena 9.0 [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (1,4 Мб). - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013.
4. Советов Б. Я. Моделирование систем: Практикум / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2003. - 295 с.
5. Салмина, Н. Ю. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н. Ю. Салмина. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2015. — 118 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/70012.html>
6. Лисяк, В. В. Моделирование информационных систем / В.В. Лисяк, Н.К. Лисяк; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. – 89 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561102>

**8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

**Свободно распространяемое ПО:**

- Mozilla Firefox;
- GPSS Studio;

**Ресурсы сети «Интернет»:**

- Образовательный портал ВГТУ;
- wikipedia.com;
- window.edu.ru;
- wiki.cchgeu.ru.

**9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.

**10.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

По дисциплине «Математическое моделирование» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.

Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	-------------------------------	--