

**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 /  
31 августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**«Математическое моделирование»**

**Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»**

**Профиль Информационный анализ и синтез объектов промышленного  
дизайна**

**Квалификация выпускника магистр**

**Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 месяца**

**Форма обучения очная / заочная**

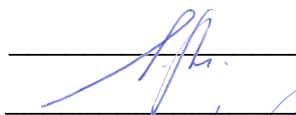
**Год начала подготовки 2021 г.**

Автор программы



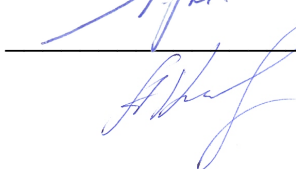
Э. И. Воробьев

Заведующий кафедрой  
систем автоматизированного  
проектирования и  
информационных систем



Я. Е. Львович

Руководитель ОПОП



А.В. Кузовкин

**Воронеж 2021**

## **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, вырабатывать 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 5 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),	нет	нет			

в том числе в форме практической подготовки					
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	36	36			
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90			
Часы на контроль	9	9			
Курсовой проект (работа)	нет	нет			
Контрольная работа	нет	нет			
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	экзамен	экзамен			
Общая трудоемкость	час	180	180		
	зач. ед.	5	5		

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16	16			
В том числе:					
Лекции	8	8			
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки	нет	нет			
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	8	8			
<b>Самостоятельная работа</b>	155	155			
Часы на контроль	36	36			
Курсовой проект (работа)	нет	нет			
Контрольная работа	нет	нет			
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	зачет	зачет			
Общая трудоемкость	час	180	180		
	зач. ед.	5	5		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 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	2	18	24
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	15	25
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	15	25
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	15	25
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. 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	4	6	15	25
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.	4	6	15	25
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	<b>180</b>

**Заочная 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.	2	2	25	29
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	2	2	30	34
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.	1	1	25	27
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	1	1	25	27
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. 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	1	1	25	27
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.	1	1	25	27
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>155</b>	<b>180</b>

## 5.2. Перечень лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1. Знакомство с языком программирования python. установка программной среды Python, пакетов NumPy, Pandas, Ipython
2. Лабораторная работа №2 Работа с csv –файлами и строками.
3. Лабораторная работа №3 Работа с файлами текстового формата
4. Лабораторная работа №4 Парсинг и анализ данных из интернета
- 5.Лабораторная работа №5 Моделирование параллельных вычислительных структур с общими ресурсами
6. Лабораторная работа №6 Изучение методов и средств GPSS для работы со статистическими данными
7. Лабораторная работа №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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	Знать методы разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в	Знает методы исследования и разработки теоретических и экспериментальных моделей	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах

	областях			
	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	Владеет 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	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

			верные ответы	получен верный ответ во всех задачах		
	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 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-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 (типичные 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...*
  - 1) *правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования!*
  - 2) *Полнота отображения объекта моделирования*
  - 3) *Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования*
  - 4) *Объективность результата моделирования*
2. *Состояние объекта определяется ...*
  - 1) *Количеством информации, полученной в фиксированный момент времени*
  - 2) *Множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели!!*
  - 3) *Только физическими данными об объекте*
  - 4) *Параметрами окружающей среды*
3. *Декомпозиция это ...*
  - 1) *Процедура разложения целого на части с целью описания объекта !!*
  - 2) *Процедура объединения частей объекта в целое*
  - 3) *Процедура изменения структуры объекта*
  - 4) *Процедура сортировки частей объекта*
4. *Имитационное моделирование ...*
  - 1) *Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени*
  - 2) *Моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс!!*

- 3) Моделирование, воспроизводящее только физические процессы
- 4) Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами –аналогами
5. Планирование эксперимента необходимо для...
  - 1) Точного предписания действий в процессе моделирования
  - 2) Выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью!!
  - 3) Выполнения плана экспериментирования на модели
  - 4) Сокращения числа опытов
6. Дискретизация модели это процедура...
  - 1) Отображения состояний объекта в заданные моменты времени
  - 2) Процедура, которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную!!
  - 3) Процедура разделения целого на части
  - 4) Приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта
7. Непрерывно-детерминированные схемы моделирования определяют...
  - 1) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций с учётом случайных факторов
  - 2) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций без учёта случайных факторов!!
  - 3) Математическое описание системы с помощью функций непрерывных во времени
  - 4) Математическое описание системы с помощью дискретно-непрерывных функций
8. Целью имитационного моделирования является:
  1. определение показателей эффективности различных операций!
  2. определение непрерывно равномерно распределенной случайной величины
  3. реализация случайного процесса
9. объекты: выходные переменные, входные переменные и уровни факторов являются объектами:
  1. комплекс по планированию
  2. стратегического планирования!
  3. тактического планирования

10. Эксперимент это:

1. процесс изучения, эксперимента, концептуализации и проверки теории, связанный с получением научных знаний
2. метод исследования некоторого явления в управляемых условиях!
3. 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?

Дискретные

Что характеризует математическое ожидание случайной величины?

- разброс случайной величины относительно математического ожидания
- среднее значение случайной величины
- разброс случайной величины относительно ее среднего значения

2. Какую размерность имеет плотность распределения случайной величины, принимающей значения от 1 до 100 секунд?

3. Чему равно математическое ожидание детерминированной величины, принимающей значение 3?

4. Установите соответствие моделей:

содержательная, компьютерная, материальная, абстрактная  
программная, математическая, физическая, концептуальная

математическая – абстрактная

физическая – материальная

концептуальная – содержательная

программная – компьютерная

5. Как называется причина, вызывающая переход процесса из состояния в состояние?

- процесс
- событие

6. Как называются процессы, для которых характерен скачкообразный переход из состояния в состояние?

- дискретные
- непрерывные
- случайные
- стохастические
- детерминированные

7. Что является антонимом понятия "детерминированная модель"?

- абстрактная модель

- содержательная модель
- концептуальная модель
- стохастическая модель

8. Укажите последовательность решения задач в процессе исследования сложных систем:

*Синтез системы*

*Разработка модели*

*Детальный анализ синтезированной системы*

*Анализ характеристик системы*

9. Что характеризует математическое ожидание случайной величины?

- разброс случайной величины относительно математического ожидания

- среднее значение случайной величины

- разброс случайной величины относительно ее среднего значения.

### 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.

1. многоканальная СМО с ограниченной очередью!

2. одноканальная СМО с ожиданием

3. одноканальная СМО с неограниченной очередью

2. Случайный процесс — это:

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

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

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

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

1. модуль формирования результата

2. модуль реакции !

3. модуль продвижения модельного времени

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

1. регрессионным анализом

2. корреляционным анализом

3. степенью свободы!

5. Какие элементы, из ниже перечисленных, относятся к СМО?

1. входящий поток заявок;

каналы обслуживания;

очередь заявок; !

выходящий поток обслуженных заявок;

поток не обслуженных заявок;

очередь свободных каналов.

2. входящий поток значений;

весовые коэффициенты значений;

белый блок;

сумматор входящих значений;

исходящий поток;

блок обработанных значений.

3. 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

GENERATE

ADVANCE

TERMINATE

SEIZE

RELEASE

ENTER

LEAVE

QUEUE

DEPART

TEST

TRANSFER

GATE

PRIORITY

PREEMPT

RETURN

LOGIC ASSIGN

MARK

TABULATE

7. Что означает RN100 в системе GPSS

- генератор равномерно распределённых случайных чисел с номером 100

- генератор распределённых по закону Пуассона случайных величин с номером 100

- генератор равномерно распределённых случайных величин с номерами от 1 до 100

- 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»?

- моделирование

- блок генерации

- оборудование

- блок диаграмм

- блок операторов

- блок команд

- операции

10. Графический модуль Process

- модуль создает поток входящих сущностей

- модуль процесса обработки в системе

- модуль позволяет учитывать принятие решений в модели

- модуль является выходной точкой из имитационной модели

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

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

(Например: 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	УК-1, ОПК-1,	Тест, контрольная

	систем	ОПК -2, ОПК-3, ОПК-7	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	<p>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.</p>
Лабораторная работа	<p>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.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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