

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
*Г. Л. К. И.*  
« 31 » *08* 20*21* г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Направление подготовки - 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки - Безопасность труда

г. Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) математическое моделирование являются: освоение методов математического моделирования при изучении объектов различной природы, формирование высокого образовательного уровня студентов, развитие способности к исследовательской работе, активное применение в своей работе математических методов и моделей.

Для этого решаются следующие задачи: ознакомление с основными принципами применения математических методов и моделей; овладение основными принципами по организации, планированию и реализации эксперимента; изучение моделей методами математической статистики; приобретение навыков интерпретации и применения моделей, создание условий для формирования у студентов самостоятельности, способности к успешной специализации в обществе, профессиональной мобильности и других профессионально значимых личных качеств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина "Математическое моделирование" – дисциплина, которая является обязательной составляющей федерального государственного образовательного стандарта направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» первого уровня высшего образования (бакалавриата). Данная дисциплина базируется на такой дисциплине как «Высшая математика».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Основными компетенциями дисциплины являются:**

- способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать: задачи математического моделирования процессов и систем.
- 2) Уметь:
  - составлять модели с использованием программных продуктов Matlab и GPSS World;
  - применять информационные технологии в своей профессиональной деятельности.
- 3) Владеть: способностью учитывать современные тенденции развития информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК1).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Модуль (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/ %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС		
1	Введение. Цели и задачи математического моделирования процессов и систем.	3	1-4	4			8		12	4/33	
2	Теоретические математические модели аналитического типа	3	4-9	5			10		14	6/40	1 рейтинг-контроль
3	Эмпирические математические модели	3	9-14	4			8		14	4/33	2 рейтинг-контроль
4	Моделирование систем массового обслуживания	3	14-18	5			10		14	6/40	3 рейтинг-контроль,
Всего				18			36		54	20/37	экзамен (36 часов)

**Тема 1.** Введение. Цели и задачи математического моделирования процессов и систем.

Введение. Предмет дисциплины. Понятие «математическая модель». Классификация математических моделей: аналитические и имитационные. Геометрическое представление математических моделей.

**Тема 2.** Теоретические математические модели аналитического типа.

Построение математической модели сверления лазером. Линейные математические модели. Исследование простейшей математической модели работы газотурбинного двигателя. Нелинейные детерминированные модели. Полиномиальные модели. Поэномные модели. Математическая модель кратчайшего пути. Математическая модель в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. Модели, заданные в виде уравнений в частных производных. Стохастические модели.

**Тема 3.** Эмпирические математические модели.

Идентификация эмпирических математических моделей. Использование метода наименьших квадратов. Статистические методы проверки адекватности математических моделей. Идентификация параметров математической модели силы резания токарной операции. Выбор оптимальной эмпирической модели. Использование критерия Фишера для проверки значимости высших степеней математической модели.

**Тема 4.** Моделирование систем массового обслуживания.

Среда и функциональная структура языка моделирования. Система программного обеспечения GPSS/PC. Объекты GPSS/PC. Сообщение. Блоки. Одноканальные устройства. Многоканальные устройства. Очереди. Модельное время.

### **Перечень тем лабораторных занятий**

1. Знакомство с Matlab. Основные инструментари Simulink. (4 часа)
2. Библиотека SimPowerSystems. Моделирование электрической принципиальной схемы.(4 часа)
3. Моделирование работы электродвигателя. (2 часа)
4. Построение SPS-моделей с полупроводниковыми элементами. (4 часа)
5. Анализ динамических свойств устройств силовой электроники во временной области. (4 часа)
6. Система имитационного моделирование GPSSWorld. (2 часа)
7. Моделирование одноканальных разомкнутых СМО с простейшими потоками заявок. (2 часа)
8. Моделирование одноканальных безприоритетных систем. (2 часа)
9. Моделирование одноканальных разомкнутых СМО с равномерными потоками заявок. (2 часа)
10. Моделирование многоканальных систем. (2 часа)
11. Моделирование многоканальных разомкнутых СМО с простейшими потоками заявок. (2 часа)
12. Моделирование приоритетных систем с пуассоновским потоками заявок. (4 часа)
13. Моделирование многоканальных разомкнутых СМО со смешанными потоками заявок. (2 часа)

### **5.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Лекционный курс дисциплины "Математическое моделирование" подготовлен в виде электронного средства обучения, внедренного в учебный процесс, состоящего из комплекта компьютерных слайдов. С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся в учебном процессе предусмотрено широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

### **6.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

В качестве текущего контроля успеваемости студентов используется 3-х этапная рейтинговая система. Для рейтинговой оценки знаний студентов подготовлены контрольные тестовые вопросы по тематике модулей дисциплины.

В качестве самостоятельной работы по отдельным темам дисциплины студенту выдаются расчетные работы и темы рефератов.

#### **Тесты к рейтинг-контролю №1**

1. В чем заключаются преимущества линейных моделей?
2. Напишите процессы, препятствующие росту температуры при лазерном сверлении.
3. Математической моделью называется:
  - а. запись его свойств на формальном языке с целью получения нового знания (свойств) об изучаемом процессе путем применения формальных методов
  - б. запись его свойств на языке программирования с целью получения нового знания (свойств) об изучаемом процессе путем применения формальных методов
  - в. запись его свойств на формальном языке с целью подтверждения изученных знаний (свойств) об изучаемом процессе путем применения формальных методов

4. Каким из способов можно наиболее точно определить максимальное значение некоторой функции?

- а. эмпирическим подходом
- б. математическим подходом
- в. теоретическим подходом

5. Математические модели по использованному формальному языку можно разбить на:

- а. аналитические
- б. имитационные
- в. фактические
- г. методические

6. Имитационные модели бывают следующих видов:

- а. теоретические
- б. динамические
- в. детерминированные
- г. эмпирические
- д. стохастические
- е. линейные

7. Модель называется унимодальной если:

- а. в области определения на поверхности отклика имеется одна вершина (впадина)
- б. в области определения на поверхности отклика не имеет вершин (впадин)
- в. в области определения на поверхности отклика имеется несколько вершин (впадин)

8. Что представляет собой поверхность отклика для линейной модели?

- а. плоскость
- б. поверхность
- в. гиперплоскость
- г. наноповерхность

9. Геометрически математическая модель может быть представлена как некоторая поверхность отклика, соответствующая расположению точек  $W = W(x)$  в  $k$ -мерном факторном пространстве  $X$

- а. Верно
- б. Неверно

10. Наиболее простыми линейными математическими моделями являются нелинейные детерминированные модели.

- а. Верно
- б. Неверно

### Тесты к рейтинг-контролю № 2

1. Модель объекта это...

- 1) предмет похожий на объект моделирования
- 2) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели
- 3) копия объекта
- 4) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

2. Основная функция модели это:

- 1) Получить информацию о моделируемом объекте
- 2) Отобразить некоторые характеристические признаки объекта

- 3) Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
  - 4) Воспроизвести физическую форму объекта
3. Математические модели относятся к классу...
- 1) Изобразительных моделей
  - 2) Прагматических моделей
  - 3) Познавательных моделей
  - 4) Символических моделей
4. Математической моделью объекта называют...
- 1) Описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур
  - 2) Любую символическую модель, содержащую математические символы
  - 3) Представление свойств объекта только в числовом виде
  - 4) Любую формализованную модель
5. Методами математического моделирования являются ...
- 1) Аналитический
  - 2) Числовой
  - 3) Аксиоматический и конструктивный
  - 4) Имитационный
6. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:
- 1) Аналитическая
  - 2) Графическая
  - 3) Цифровая
  - 4) Алгоритмическая
7. Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют...
- 1) Системой
  - 2) Чертежом
  - 3) Структурой объекта
  - 4) Графом
8. Эффективность математической модели определяется ...
- 1) Оценкой точности модели
  - 2) Функцией эффективности модели
  - 3) Соотношением цены и качества
  - 4) Простотой модели
9. 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
10. 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

### Тесты к рейтинг-контролю № 3

1. Изменение состояния объекта отображается в виде ...
  - 1) Статической модели
  - 2) Детерминированной модели
  - 3) Динамической модели
  - 4) Стохастической модели
  
2. Фазовое пространство определяется ...
  - 1) Множеством состояний объекта, в котором каждое состояние определяется точкой с координатами эквивалентными свойствам объекта в фиксированный момент времени
  - 2) Координатами свойств объекта в фиксированный момент времени
  - 3) Двумерным пространством с координатами  $x, y$
  - 4) Линейным пространством
  
3. Фазовая траектория это
  - 1) Вектор в полярной системе координат
  - 2) След от перемещения фазовой точки в фазовом пространстве
  - 3) Монотонно убывающая функция
  - 4) Синусоидальная кривая с равными амплитудами и частотой
  
4. Точка бифуркации это ...
  - 1) Точка фазовой траектории, характеризующая изменение состояния объекта
  - 2) Точка на траектории, характеризующая состояние покоя
  - 3) Точка фазовой траектории, предшествующая резкому изменению состояния объекта
  - 4) Точка равновесия
  
5. 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
  
6. Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется ...
  - 1) Дискретизацией модели
  - 2) Алгоритмизацией модели
  - 3) Линеаризацией модели
  - 4) Идеализацией модели
  
7. 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
  
8. 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
9. Модель детерминированная ...
  - 1) Матрица, детерминант которой равен единице
  - 2) Объективная закономерная взаимосвязь и причинная взаимообусловленность событий. В модели не допускаются случайные события
  - 3) Модель, в которой все события, в том числе, случайные ранжированы по значимости
  - 4) Система непредвиденных, случайных событий
10. Дискретизация модели это процедура...
  - 1) Отображения состояний объекта в заданные моменты времени
  - 2) Процедура, которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную
  - 3) Процедура деления целого на части
  - 4) Приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта
11. Свойство, при котором модели могут быть полностью или частично использоваться при создании других моделей
  - 1) Универсальностью
  - 2) Неопределенностью
  - 3) Неизвестностью
  - 4) Случайностью
12. 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
13. Погрешность математической модели связана с ...
  - 1) Несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима
  - 2) Неадекватностью модели
  - 3) Неэкономичностью модели
  - 4) Неэффективностью модели

### **Вопросы для экзамена.**

1. Что позволяет осуществить математическое моделирование до создания реальной системы, объекта?
2. Что позволяют увидеть вычислительные эксперименты?
3. Сформулируйте основную задачу математического моделирования.
4. Дайте определение математической модели.
5. Какой подход решения научных задач является альтернативным математическому моделированию?
6. Перечислите основные недостатки экспериментального подхода.
7. Что является важнейшей характеристикой математической модели?
8. На какие два вида делятся математические модели?
9. Перечислите виды аналитических математических моделей.
10. Дайте краткую характеристику видов моделей.
11. В виде чего может быть представлена математическая модель геометрически?
12. Что такое область определения математической модели?
13. Какая модель называется унимодальной?
14. Как задаются математические модели аналитического типа?
15. Приведите пример математической модели аналитического типа.
16. Какие задачи позволяет решить модель, заданная в явном виде?



17. Какой предельный режим рассматривается при построении математической модели сверления лазером?
18. Какой закон используется при построении математической модели сверления лазером?
19. Назовите процессы, препятствующие росту температуры при лазерном сверлении.
20. На какие вопросы можно ответить, используя математическую модель сверления лазером?
21. К какому типу принадлежит модель зависимости глубины выемки от длительности импульса?
22. С какими значениями величин оперируют детерминированные модели?
23. Как выглядит линейная детерминированная модель в общем виде?
24. Что представляет собой поверхность отклика для линейной модели?
25. Приведите модель стоимости перевозок.
26. Где используются линейные детерминированные модели?
27. Приведите простейшую математическую модель изменения силы тяги ГТД. К какому типу она относится? Где она может быть использована?
28. Приведите модель установившегося процесса горизонтального полета самолета.
29. Что и как можно определить с ее помощью?
30. Какие виды нелинейных математических моделей Вы знаете?
31. Приведите общий вид квадратичного полинома.
32. Приведите формулу полинома.
33. Как привести полином к линейному виду (при каком условии)?
34. К какому типу можно отнести модель кратчайшего расстояния между двумя точками?
35. Является ли найденное значение угла  $\beta$  точкой минимума пути?
36. Является ли путь  $S$  при найденном значении угла  $\beta$  кратчайшим?
37. Где используются математические модели в виде обыкновенных дифференциальных уравнений?
38. Что должна включать в себя математическая модель в виде обыкновенных дифференциальных уравнений?
39. Какими методами осуществляется исследование моделей, заданных в виде обыкновенных дифференциальных уравнений?
40. Запишите математическую модель движения груза массой  $m$ , закрепленного на вертикальной стенке с помощью пружины жесткостью  $C$  и совершающего колебательное движение вдоль оси  $x$  в среде с вязкостью  $\nu$ .
41. Какой принцип используется при построении этой модели?
42. К какому типу относится эта модель?
43. Где используются математические модели в виде дифференциальных уравнений в частных производных?
44. Что является особенностью математических моделей в виде дифференциальных уравнений в частных производных?
45. Что должна включать в себя математическая модель в виде дифференциальных уравнений в частных производных?
46. Какого типа бывают граничные условия?
47. Приведите математическую модель распределения температурного поля в металлическом прутке, нагреваемом с одной стороны.
48. Что представляют собой величины, входящие в стохастическую модель?
49. Что представляет собой поверхность отклика моделей, исследуемых методом статистических испытаний?

50. В чем заключается метод Монте-Карло?
51. Какие трудности возникают при исследовании стохастических моделей?
52. Какую информацию дает в руки исследователя полученное при статистическом исследовании распределение характеристик системы?
53. Какие законы распределения случайной величины Вы знаете?
54. Как выглядит плотность распределения для нормального закона?
55. Как выглядит плотность распределения для закона равной вероятности?
56. Как определяются оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины?
57. Что такое выборочная статистика?
58. Почему она называется «выборочная»?
59. От чего зависит погрешность стохастического моделирования?
60. Сформулируйте задачу проверки адекватности модели.
61. Что означает понятие «адекватность математической модели»?
62. В чем заключается ошибка первого рода?
63. В чем заключается ошибка второго рода?
64. Какие критерии проверки адекватности математической модели Вы знаете? Охарактеризуйте каждый из этих критериев.
65. Какие решения называются паретооптимальными?
66. Сформулируйте правило выделения лучших точек.
67. Что такое множество компромиссных решений?
68. Как получить множество компромиссных решений?
69. Запишите функцию Лагранжа для двухкритериальной задачи о баке.
70. Как найти минимум функции Лагранжа?

### **Самостоятельная работа студента.**

Самостоятельно изучить следующие темы.

1. Применение сетей Петри при исследовании сложных систем.
2. История развития компьютерного моделирования.
3. Современные средства компьютерного моделирования.
4. Применение математических моделей при прогнозировании чрезвычайных ситуаций.
5. Имитационное моделирование при решении профессиональных задач.

Задачи для самостоятельного решения.

Задача №1. Вычислительная система состоит из 2 компьютеров. С интервалом в среднем 4 минуты (закон экспоненциальный) в систему поступают задания которые с вероятностью  $P_1=0,3$  и  $P_2=0,7$  адресуются одному из 2 компьютеров. После обработки на 1 эвм задания поступают в очередь ко 2. После обработки на 2 задания покидают систему. Продолжительность обработки на 1 эвм  $5+-2$  мин, на 2 эвм  $3+-1$  мин. Смоделировать процесс поступления 100 заявок. Построить таблицу распределения количества заявок в очереди перед каждым ЭВМ.

Задача №2. Вычислительная система состоит из 3 компьютеров. С интервалом в среднем 5 минут (закон экспоненциальный) в систему поступают задания которые с вероятностью  $P_1=0,7$  и  $P_2=0,3$  адресуются первому и второму эвм. После обработки на 1 эвм задания поступают в очередь к 3 эвм. После обработки на 2 задания покидают систему. Продолжительность обработки на 1 эвм  $6+-2$  мин, на 2 эвм  $4+-1$  мин на 3 эвм  $5+-3$  мин. Смоделировать процесс поступления 250 заявок. Построить таблицу распределения количества заявок в очереди перед каждым ЭВМ.

Задача №3. Вычислительная система состоит из 2 компьютеров. С интервалом в среднем 2 минуты (закон экспоненциальный) в систему поступают задания которые с вероятностью  $P_1=0,3$  и  $P_2=0,7$  адресуются одному из 2 компьютеров. После обработки на 2 эвм задания поступают в очередь к 1 эвм. После обработки на 1 эвм задания покидают систему. Продолжительность обработки на 1 эвм  $3+-2$  мин, на 2 эвм  $4+-1$  мин. Максимальное количество заявок в

очереди к 2 эвм – 5 штук. Остальные покидают систему. Смоделировать процесс поступления 300 заявок. Построить таблицу распределения количества заявок в очереди перед каждым ЭВМ.

Задача №4. Вычислительная система состоит из 4 компьютеров. С интервалом в среднем 7 минут (закон экспоненциальный) в систему поступают задания которые с вероятностью  $P_1=0,7$  и  $P_2=0,3$  адресуются первому и второму эвм. После обработки на 1 эвм задания поступают в очередь к 3 эвм. После обработки на 2 задания поступают в очередь к 4 эвм. Продолжительность обработки на 1 эвм  $4+-2$  мин, на 2 эвм  $3+-1$  мин на 3 эвм  $4+-3$  мин, на 4 эвм  $7+-4$  мин. После обработки на эвм заявки покидают систему Смоделировать процесс поступления 350 заявок. Построить таблицу распределения количества заявок в очереди перед каждым ЭВМ.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература:**

1. Математическое моделирование технических систем: учебник - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 592 с.: 70x100 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011996-0

2. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] / Ямалов И.У. - М. : БИНОМ, 2015. -

3. Николаева, Ирина Васильевна. Теория и методика обучения информатике. Содержательная линия "Моделирование и формализация" : учебное пособие / И. В. Николаева, А. А. Мартынова ; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ) .— Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2013 .— 143 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 142-143.

### **б) дополнительная литература:**

1. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. -

2. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. -

3. "GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем [Электронный ресурс] / Кудрявцев Е.М. - М. : ДМК Пресс, 2007. - (Серия "Проектирование")." -

4. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Королёв А.Л. - М. : БИНОМ, 2013.

### **в) интернет-ресурсы:**

1. Математическое моделирование. [электронный ресурс]URL: <http://www.math-net.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm>.

## **8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине подготовлен набор слайдов. Занятия проводятся с использованием мультимедийных технологий. В лаборатории 407-2 имеется следующее оборудование: проектор NEC NP905, экран, персональные компьютерыс предустановленной операционной системой Windows и прикладными программами Matlab и GPSS WorldStudent.

Рабочую программу составил Садуров П.С., доц. каф. АТБ СФЭ  
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) заместитель начальника учебного пункта 1 отряда Федеральной противопожарной службы по Владимирской области, Долгова Ирина Игоревна  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТБ  
Протокол № 1 от 31.08.2021 года  
Заведующий кафедрой Александр Семенович А. А.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 20.03.01  
Протокол № 1 от 31.08.2021 года  
Председатель комиссии Александр Семенович А. А.  
(ФИО, должность, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.22 года

Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины  
*проверка и испытание систем и средств пожарной безопасности*  
образовательной программы направления подготовки 20.03.01 *Техносферная безопасность*,  
направленность: *Безопасность труда (бакалавриат)*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*