

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
**профессор В.В. Максаров**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## ***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	15.03.01 Машиностроение
<b>Направленность (профиль):</b>	Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Кексин А.И.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении»**  
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», утвержденного приказом Минобрнауки России № 727 от 09.08.2021 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» направленность (профиль) «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Кексин А.И.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры машиностроения от 17.02.2022 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор Максаров В.В.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- формирование у студентов базовых знаний о способах и методах математического моделирования различных производственных и технологических процессов.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основ теории и практики моделирования, основ методологии системного анализа;
- формирование представлений о различных видах моделей;
- приобретение навыков математической обработки результатов эксперимента;
- приобретение навыков проектирования технологических объектов и процессов, навыков постановки задач исследования, формирования плана его реализации;
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области автоматизации производственных и технологических процессов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование в машиностроении» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» направленность (профиль) «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» и изучается в 7 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математическое моделирование в машиностроении», являются «Введение в направление», «История техники», «Основы технологии машиностроения», «Технология конструкционных материалов».

Дисциплина «Математическое моделирование в машиностроении» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Технология машиностроения», «Проектирование машиностроительного производства», «САПР технологических процессов».

Особенностью дисциплины является изучение основных методов математического моделирования и их применения при проектировании производственных и технологических процессов.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен разрабатывать простую технологическую оснастку, применяемую для изготовления деталей в машиностроении	ПКС-1	ПКС-1.4. Уметь осуществлять поиск информации с использованием справочной литературы и информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" для разработки конструктивных схем, узлов и механизмов простой технологической оснастки, необходимой для изготовления деталей в машиностроении

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	
Способность осуществлять выполнение технических требований, предъявляемым к деталям машиностроения, на основе проведенного анализа их конструкции и обоснованном выборе схем базирования и закрепления на операциях технологического процесса	ПКС-3	ПКС-3.5. Умеет осуществлять анализ технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения средней сложности
Способность применять современные методы технологических расчетов значений припусков, промежуточных размеров на обработку поверхностей заготовок деталей машиностроения средней сложности, а также рациональных технологических режимов работы при проектировании операций их изготовления, в том числе с применением САРР-систем	ПКС-6	<p>ПКС-6.1. Умеет проводить расчет точности обработки при проектировании операций изготовления деталей машиностроения средней сложности</p> <p>ПКС-6.2. Умеет проводить расчет значений припусков и промежуточных размеров на обработку поверхностей машиностроительных изделий средней сложности, в том числе, с применением САРР-систем</p>

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	40	40
Расчетно-графическая работа (РГР)	2	2
Реферат	2	2
Домашнее задание	1	1
Аналитический информационный поиск	2	2
Работа в библиотеке	2	2
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Введение в моделирование»	18	4	8	-	6
Раздел 2 «Теория планирования эксперимента»	12	2	4	-	6
Раздел 3 «Элементы теории вероятности и математической статистики»	12	2	4	-	6
Раздел 4 «Математические модели теории надежности»	14	2	4	-	8
Раздел 5 «Основы теории графов»	14	2	2	-	10
Раздел 6 «Математические модели в САПР ТП»	22	2	8	-	12
Раздел 7 «Задачи оптимизации»	16	3	4	-	9

<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>57</b>
---------------	------------	-----------	-----------	----------	-----------

#### 4.2.2.Содержание разделов дисциплины

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Содержание лекционных занятий</b>	<b>Трудоемкость в ак. часах</b>
1	Введение в моделирование	Моделирование в научных исследованиях и виды моделирования. Физическое и математическое моделирование. Системный подход и инженерные задачи. Виды инженерной деятельности. Основные положения теории моделирования. Понятие математической модели. Требования к математическим моделям. Классификация математических моделей. Построение модели.	4
2	Теория планирования эксперимента	Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа. Планирование эксперимента (регрессионный анализ). Составление плана эксперимента. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.	2
3	Элементы теории вероятности и математической статистики	Множества. Операции над множествами. Случайные величины и функции распределения. Построение вероятностных моделей с помощью функции распределения. Нормальное распределение. Характеристики распределения случайной величины. Статистические исследования для оценки точности обработки деталей в автоматизированном производстве.	2
4	Математические модели теории надежности	Математические модели надежности: структурные и функциональные. Распределения в теории надежности. Показатели надежности, долговечности, ремонтпригодности. Потoki отказов и восстановлений. Расчет надежности технических систем. Резервирование как способ повышения надежности.	2
5	Основы теории графов	Основные понятия: граф, подграф, часть графа, дерево графа. Петля, маршрут, цепь, контур. Математические модели решений организационно-экономических задач производства. Моделирование технических систем с использованием теории графов.	2
6	Математические модели в САПР ТП	Системный подход при проектировании ТП. Математическая формулировка задачи при технологическом проектировании. Математические модели, используемые в САПР ТП. Структурно-логические ММ. Синтез технологического маршрута.	2
7	Задачи оптимизации	Параметры оптимизации и целевая функция. Ограничения, накладываемые на параметры модели. Классификация методов оптимизации. Параметрическая оптимизация технологических процессов механической обработки. Расчет	3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		оптимальных режимов резания методом линейного программирования. Симплексный метод.	
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Системный подход и инженерные задачи	2
2		Виды моделирования	2
3		Понятие математической модели	2
4		Этапы построения математических моделей	2
5	Раздел 2.	Построение математической модели процесса резания по результатам многофакторного эксперимента	4
6	Раздел 3.	Статистические исследования в задачах оценки точности обработки	4
7	Раздел 4.	Оценка надежности технических систем	4
8	Раздел 5.	Основные понятия теории графов	2
9	Раздел 6.	Формализация задач технологического проектирования	4
10		Решение задач размерного анализа с использованием графов	4
11	Раздел 7.	Оптимизация процесса резания	4
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные занятия не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне *экзамена*) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для студентов предусматривается выполнение контрольных заданий (РГР, реферат), необходимых для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.

Примерная тематика РГР и рефератов:

1. Построение на основе статистической обработки экспериментальных данных степенной математической модели.
2. Оценка надежности технических систем.
3. Корреляционный, дисперсионный, регрессионный анализ экспериментальных данных.
4. Формализация задач технологического проектирования.
5. Оптимизация процесса резания.

По РГР и реферату подготавливается презентация, состоящая из 10-15 слайдов.

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Введение в моделирование**

1. Виды инженерной деятельности.
2. Цели моделирования и свойства моделей.
3. Классификация математических моделей.
4. Этапы построения модели.
5. Геометрическое представление математических моделей.

#### **Раздел 2. Теория планирования эксперимента**

1. Корреляционный анализ. Корреляционная диаграмма. Коэффициент корреляции.
2. Планирование эксперимента (регрессионный анализ).
3. Составление плана эксперимента.
4. План однофакторного эксперимента, план двухфакторного эксперимента.
5. Дробный факторный эксперимент.

#### **Раздел 3. Элементы теории вероятности и математической статистики**

1. Множества. Операции над множествами.
2. Случайные величины и функции распределения.
3. Построение вероятностных моделей с помощью функции распределения.
4. Характеристики статистического распределения.
5. Статистические исследования для оценки точности обработки деталей в автоматизированном производстве.

#### **Раздел 4. Математические модели теории надежности**

1. Математические модели надежности: структурные и функциональные.
2. Надежность – вероятностная характеристика.
3. Потoki отказов и восстановлений.
4. Расчет надежности технических систем.



5. Резервирование как способ повышения надежности.

### **Раздел 5. Основы теории графов**

1. Применение теории графов при моделировании технологических процессов
2. Основные понятия: граф, подграф, часть графа, дерево графа, петля, маршрут, цепь, контур.
3. Математические модели решений организационно-экономических задач производства.
4. Моделирование технических систем с использованием теории графов.

### **Раздел 6. Математическое моделирование в САПР ТП**

1. Системный подход при проектировании ТП.
2. Математическая формулировка задачи при технологическом проектировании.
3. Математические модели, используемые в САПР ТП.
4. Структурно-логические ММ.
5. Синтез технологического маршрута.

### **Раздел 7. Задачи оптимизации**

1. Параметры оптимизации и целевая функция.
2. Классификация методов оптимизации.
3. Параметрическая оптимизация технологических процессов механической обработки.
4. Расчет оптимальных режимов резания методом линейного программирования.
5. Симплексный метод.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

#### **Раздел 1 Введение в математическое моделирование**

1. Дайте характеристику основных положений теории моделирования.
2. В чем суть физического моделирования?
3. Какое моделирование называют масштабным?
4. Какое моделирование называют полунатуральным?
5. Перечислите виды физического подобия.
6. В чем отличие физического от математического моделирования?
7. Как называется сходство модели и оригинала по одному из признаков их формы и структуры?
8. В чем суть системного подхода, используемого при решении инженерных задач?
9. Что такое иерархичность?
10. Перечислите традиционно инженерные задачи.
11. Какие проблемы решаются в технологических задачах?
12. Что понимается под формализмом?
13. Как оценивается сложность объекта?
14. Укажите, какие задачи решаются с помощью идеализации объекта.
15. Поясните суть детализации.
16. Как оценивается структурная сложность?
17. Поясните термин параметрическая сложность.
18. Что такое изоморфизм?
19. Дайте определение мономорфизма.
20. Что такое полиморфизм?
21. Что понимается под принципом упрощения?
22. Какие требования предъявляются к математическим моделям?
23. Как оценивается точность математических моделей?
24. Как оценивается степень универсальности математических моделей?
25. В чем суть имитационного моделирования?
26. В чем суть аналитического моделирования?
27. Что отображают аналоговые математические модели?

28. Что отражает принцип несоответствия?
29. Какие математические модели называют дискретными?
30. Что понимается под адекватностью математической модели?
31. В чем суть концептуальной постановки задачи моделирования.
32. Как оценивается адекватность модели?
33. От чего может зависеть решение о точности модели?
34. В чем суть концептуальной постановки задачи моделирования.
35. В каком виде реализуются математические модели?
36. Как оценивается адекватность модели?
37. Виды алгоритмических моделей
38. От чего может зависеть решение о точности модели?

## **Раздел 2. Теория планирования эксперимента**

1. Какие различают два вида зависимостей между явлениями и процессами
2. Определите понятие планирование эксперимента.
3. Какую модель использует метод наименьших квадратов и как она связана с его названием? Каков алгоритм метода?
4. Что изучает дисциплина математическая статистика?
5. Перечислите простейшие характеристики распределения случайной величины.
6. Поясните понятия корреляция и регрессия.
7. Что означает термин «черный ящик»?
8. Что называют «функция отклика»?
9. Что должно быть определено при планировании эксперимента?
10. Что называется полным факторным экспериментом?
11. Что является геометрической интерпретацией полного факторного эксперимента?
12. Чему равно число комбинаций факторов в трехфакторном эксперименте
13. Напишите уравнение регрессии для двухфакторного эксперимента.
14. Что такое интервал варьирования?
15. Что такое нормированные факторы?
16. Назовите требования к факторам и требования к совокупности факторов.

## **Раздел 3. Элементы теории вероятности и математической статистики**

1. Дайте определение множества.
2. Как задать множество?
3. Что такое пустое множество?
4. Как обозначить объединение множеств?
5. Как записывается условие несовместимости событий?
6. Как записывается полная группа событий
7. Назовите виды статистических распределений.
8. Назовите основные числовые характеристики статистической выборки.
9. Назовите числовые характеристики выборочного распределения.
10. Что такое полигон распределения?
11. Что такое гистограмма распределения?
12. Что такое генеральная совокупность?
13. Что такое математическое ожидание?

## **Раздел 4. Математические модели теории надежности**

1. Определите понятие «надежность»?
2. Определите понятие «показатель надежности».
3. В каких пределах может изменяться вероятность безотказной работы?
4. Что такое гамма-процентная наработка до отказа?
5. Как можно определить плотность распределения отказов?
6. Как рассчитать интенсивность отказов?
7. Как определить вероятность восстановления объекта.
8. Назовите основной показатель долговечности изделия.

9. Назовите одну из основных причин появления отказов.
10. Как оценить вероятность безотказной работы системы с резервированием?

### **Раздел 5. Основы теории графов**

1. Как изображается граф?
2. Что определяют понятия: ребро, дуга, путь?
3. Как изображается вершина графа, ребро графа?
4. Как называются графы, отличающиеся только номерами вершин и ребер?
5. Какой граф называется мультиграфом?
6. Какой маршрут в графе называют циклом?
7. Какой маршрут в графе называют цепью?
8. Как называют вершины графа, которые не принадлежат ни одному ребру?
9. Как называют связной граф без циклов?
10. Изобразите полный граф и псевдограф.

### **Раздел 6. Математическое моделирование в САПР ТП**

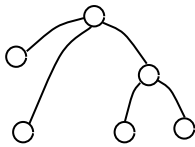
1. Какова иерархическая структура технологического процесса как объекта автоматизированного проектирования?
2. Какая исходная информация необходима для автоматизированного проектирования технологических процессов?
3. В чем сущность принципа системного подхода при компьютерном проектировании?
4. Какие технические ограничения существуют при проектировании структуры технологических операций?
5. В чем сущность формализации этапов проектирования технологических процессов?
6. Как и зачем используют математическое моделирование в САПР ТП?
7. Какие этапы решения задач методом математического моделирования?
8. В чем сущность метода прямого проектирования, используемого в САПР ТП?
9. В чем сущность метода анализа и метода синтеза, используемых в САПР ТП?
10. В чем сущность принципов совместимости, типизации и развития в современных САПР ТП?

### **Раздел 7. Задачи оптимизации**

1. В чем суть оптимизационной задачи?
2. Что представляет собой теория оптимизации?
3. В чем состоит ценность теории оптимизации?
4. Назовите важнейший момент теории оптимизации
5. Выбор критерия оптимизации
6. Что представляет собой целевая функция?
7. Основная задача линейного программирования?
8. Какие этапы оптимизации можно выделить при проектировании технических объектов?
9. Что понимается под термином «оптимальное решение»?
10. Какие существуют виды критериев оптимальности технологических процессов?
11. Какие основные требования к критериям оптимальности технологических процессов?
12. Какие методы оптимизации используются при технологическом проектировании?
13. В чем сущность структурной и параметрической оптимизации?
14. Как графически изображается математическая модель при оптимизации режимов резания?
15. Чем ограничиваются режущие возможности инструмента и как они учитываются при оптимизации режимов резания?

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
<b>Вариант 1</b>		
1.1	Традиционные инженерные задачи классифицируют по...	1. видам инженерной деятельности; 2. уровнем формализации объекта; 3. видам программной деятельности; 4. видам компьютерной деятельности.
1.2	Укрупненная классификация моделей по типу и свойствам:	1. материальные и идеальные; 2. абстрактные и экстремальные; 3. идеальные и ситуационные; 4. реальные и знаковые.
1.3	Несоответствие размеров модели и оригинала определяется...	1. неудачным выбором модели; 2. масштабным фактором; 3. сложностью структуры модели; 4. нетехнологичностью модели.
1.4	Наука, позволяющая передать информацию о сложных технических устройствах посредством схем, это ...	1. интеграция; 2. схематизация; 3. систематизация; 4. идеализация.
1.5	Система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях, это...	1. опыт; 2. эксперимент; 3. аппроксимация; 4. макромодель.
1.6	Основными методами аппроксимации являются:	1. метод наименьших квадратов и метод равномерного приближения; 2. метод наименьших квадратов и метод итерации; 3. метод наименьших квадратов и метод хорд; 4. метод наименьших квадратов и метод сканирования.
1.7	Приближенные методы дифференцирования и интегрирования принято подразделять на:	1. численные и графические; 2. условные и безусловные; 3. прямые и обратные; 4. первичные и вторичные
1.8	Случайная величина это ...	1. величина, которая при каждом определении может иметь разные значения; 2. при каждом определении должна фиксировать знаковые значения; 3. имеющая определенный характер; 4. зависящая от других величин.
1.9	Графически случайная величина чаще всего представляется...	1. гистограммой; 2. эпюрой; 3. графиком; 4. диаграммой рассеяния.
1.10	Центром распределения случайной величины является ...	1. среднее квадратичное отклонение; 2. выборочное среднее значение;

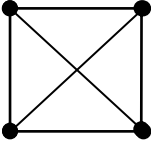
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. среднее арифметическое отклонение; 4. математическое ожидание.
1.11	Способность технических систем (устройств) безотказно (исправно) работать в течение определенного периода времени в заданных условиях эксплуатации, это ...	1. надежность; 2. прогнозирование; 3. восстановление; 4. исправность.
1.12	Показатели: вероятность безотказной работы, среднюю наработку до отказа, интенсивность отказов, параметр потока отказов используют для оценки...	1. безотказности; 2. неисправности; 3. долговечности; 4. сохраняемости.
1.13	Вероятность безотказной работы $P(t)$ и вероятность отказа $F(t)$ образуют полную группу событий:	1. $P(t) = 1$ ; 2. $F(t) = 1$ ; 3. $P(t) + F(t) = 1$ ; 4. $0 \leq P(t) \leq 1$ .
1.14	На рисунке изображен ... 	1. псевдограф; 2. граф в виде дерева; 3. неполный граф; 4. незавершенный граф.
1.15	Конечный путь, начальный и конечный узлы которого совпадают, называется ...	1. путем; 2. маршрутом; 3. контуром; 4. циклом.
1.16	Структурно-логические модели подразделяются на:	1. табличные, сетевые, перестановочные; 2. архитектурные, сетевые, информационные; 3. табличные, сетевые, архитектурные; 4. архитектурные, сетевые, перестановочные.
1.17	Организационно-техническая система, входящая в структуру проектной организации и осуществляющая проектирование при помощи комплекса средств автоматизированного проектирования, это ...	1. САПР; 2. СУБД; 3. АСТПП; 4. ЧПУ.
1.18	Различают следующие виды объемного моделирования...	1. твердотельное и поверхностное; 2. чертежное и поверхностное; 3. твердотельное и графическое; 4. поверхностное и чертежное.
1.19	Эксперимент, который ставится для решения задач оптимизации, называется...	1. экстремальным; 2. оптимальным; 3. планируемым; 4. прогнозным.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.20	В чем состоит ценность оптимизации?	1. Простоте. 2. Точности. 3. Экономичности. 4. Универсальности.
<b>Вариант 2</b>		
2.1	Возможность получения новых знаний об исследуемом объекте – ...	1. адекватность; 2. полнота; 3. потенциальность; 4. наглядность.
2.2	Процесс замещения объекта исследования некоторой его моделью и проведение исследований на модели с целью получения необходимой информации об объекте – ...	1. проектирование; 2. моделирование; 3. подготовка производства; 4. прогнозирование.
2.3	Системы, имитирующие логику рассуждений опытного исследователя, владеющего базой знаний в определенной области, это...	1. логические; 2. объективные; 3. экспертные. 4. вероятностные.
2.4	Модели, изучающие изменения рассматриваемого объекта во времени, называются ...	1. динамическими; 2. энергетическими; 3. физическими; 4. структурными.
2.5	В математике операция замены точной, но более сложной функции на более простую, приближенную функцию, называется ...	1. аппроксимированием; 2. логарифмированием; 3. замещением; 4. упрощением.
2.6	Если целью моделирования является обеспечение возможности предсказать реакцию объекта по реакции его модели, то это...	1. микромодель; 2. вероятностная модель; 3. макромодель («черный ящик»); 4. сетевая модель.
2.7	Геометрической интерпретацией полного факторного эксперимента $2^3$ является	1. куб; 2. квадрат; 3. конус; 4. пирамида.
2.8	К основным видам статистического распределения случайных величин относят распределение ...	1. Гаусса; 2. Рейнольса; 3. Фруда; 4. Фурье.
2.9	Математические модели по реализации могут быть...	1. физические, компьютерные; 2. непрерывные, дискретные; 3. знаковые, графические; 4. табличные, матричные.
2.10	Моделирование, использующее в качестве моделей знаковые	1. экспертное; 2. знаковое;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	изображения какого-либо вида: схемы, графики и т.д., это ...	3. аналоговое; 4. структурное.
2.11	Процесс поиска прямых аналогий между оригиналом и моделью называется ...	1. полиморфизмом; 2. идеализацией; 3. аналогированием; 4. изоморфизмом.
2.12	Эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем, это...	1. активный; 2. пассивный; 3. полевой; 4. лабораторный.
2.13	Получение информации об объекте исследования или изучаемом процессе опытным путем в результате испытаний или моделирование, это ...	1. цель эксперимента; 2. фактор эксперимента; 3. планирование эксперимента; 4. анализ данных.
2.14	Укажите, какой степени полином: $y = b_0$	1. нулевой; 2. первой; 3. третьей; 4. второй.
2.15	Пространство, координатные оси которого соответствуют значениям факторов, называется ...	1. факторным; 2. регрессионным; 3. фиксированным; 4. координатным.
2.16	Комплекс действий, направленных на получение более полной информации о формах объекта, это ...	1. структуризация; 2. идеализация; 3. алгоритмизация; 4. визуализация.
2.17	Математическая модель при технологическом проектировании – это...	1. проектная задача; 2. совокупность технологических параметров; 3. совокупность математических соотношений; 4. сумма алгоритмов.
2.18	По критерию размерности решаемой задачи различают задачи оптимизации:	1. одномерной и многомерной; 2. детерминированной и стохастической; 3. линейной и нелинейной; 4. условной и безусловной.
2.19	Задача поиска наилучших вариантов проектирования систем – это задачи...	1. прогнозирования; 2. идеализации; 3. оптимизации; 4. технологические.
2.20	В качестве критерия оптимизации при выборе метода получения заготовки используется ...	1. минимальная себестоимость изготовления заготовки; 2. конструктивная форма детали; 3. коэффициент использования материала; 4. масса детали.
<b>Вариант 3</b>		
3.1	Моделирование, которое не поддается	1. научное;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	формализации или не нуждается в нем, ...	2. материальное; 3. аналоговое; 4. интуитивное.
3.2	Моделирование, использующее в качестве моделей знаковые изображения какого-либо вида: схемы, графики и т.д., это ...	1. экспертное; 2. знаковое; 3. аналоговое; 4. структурное.
3.3	Какое понятие модели определяется большими размерами ее области существования, которая ограничивается интервалами варьирования ее аргументов?	1. Адекватность. 2. Универсальность. 3. Полнота. 4. Точность.
3.4	Укажите, какой степени полином: $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$	1. нулевой; 2. первой; 3. третьей; 4. второй.
3.5	Зависимость отклика от количественных факторов и ошибок наблюдения отклика, это ...	1. план эксперимента; 2. регрессионная модель; 3. полиномиальная модель регрессионного анализа; 4. математическое ожидание.
3.6	В теории надежности полная или частичная потеря работоспособности технической системы (устройства), это ...	1. срок службы; 2. ожидание; 3. отказ; 4. ресурс.
3.7	Изобразите объединение множеств $A$ и $B$	1. $A \cup B$ ; 2. $A \cap B$ ; 3. $A \setminus B$ ; 4. $A \in B$ .
3.8	Для моделирования объекта на уровне структурных свойств и отношений используют методы...	1. теории графов и множеств; 2. в теории подобия; 3. 3D моделировании; 4. в теории планирования экспериментов.
3.9	Граф, не имеющий циклов, называется...	1. псевдографом; 2. мультиграфом; 3. подграфом; 4. деревом.
3.10	Геометрическое представление функции отклика, это ...	1. поверхность; 2. фактор; 3. уровень; 4. план.
3.11	Вероятностно-статистический подход предусматривает два уровня математической обработки экспериментальных данных:	1. первичную и вторичную; 2. главную и вспомогательную; 3. прямую и обратную; 4. прямую и косвенную.
3.12	Изображенный на рисунке граф называется ...	1. связный; 2. псевдограф;



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. неполный; 4. незавершенный.
3.13	Разделение объекта как системы на части – это ...	1. детализация; 2. интеграция; 3. систематизация; 4. идеализации.
3.14	КТЭ означает...	1. код технологичности элемента; 2. конструкторско-технологический элемент; 3. кодирование элемента; 4. конструкторско-технологическая модель.
3.15	Алгоритм – это...	1. формализация управляющих действий; 2. правило составления математической модели; 3. описание принятых решений; 4. правило действий, указывающее как и в какой последовательности решается задача.
3.16	Информационная модель, состоящая из строк и столбцов, это ...	1. чертеж; 2. схема; 3. график; 4. таблица.
3.17	Совокупность математических методов, математических моделей и алгоритмов проектирования, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования ТП, это ...	1. методическое обеспечение; 2. математическое обеспечение; 3. адаптивное управление; 4. проектная задача.
3.18	По виду области существования модели объекта различают следующие виды оптимизации:	1. безусловная, условная; 2. одномерная, многомерная; 3. непрерывная и дискретная; 4. параметрическая, структурная.
3.19	Задачи по определению оптимальных режимов резания при заданных ограничениях, относятся к задачам оптимизации...	1. структурной; 2. параметрической; 3. стохастической; 4. проектной.
3.20	Какие методы применяют при решении классических задач поиска оптимума и задач с ограничениями в виде уравнений?	1. Аналитические. 2. Стохастические. 3. Итерационные. 4. Рекурсивные.

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения

	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

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

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Должиков, В.П. Технологии наукоемких машиностроительных производств: учеб. пособие / В.П. Должиков. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 304 с. <https://e.lanbook.com/book/81559>
2. Клячкин, В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: учеб. Пособие. - М.: Финансы и статистика, 2009. - 304 с. <https://e.lanbook.com/book/53758>
3. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства: учеб. пособие - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 224 с. <https://e.lanbook.com/book/30202>
4. Бахвалов, Л.А. Моделирование систем: учеб. пособие – М.: Горная книга, 2006. - 295 с. <https://e.lanbook.com/book/3511>
5. Халкечев, К.В. Математическое моделирование трудноформализуемых объектов / К.В. Халкечев, Р.К. Халкечев, О.М. Халкечев. – М.: Горная книга, 2012. - 72 с. <https://e.lanbook.com/book/49722>
6. Юрчук, С.Ю. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Математическое моделирование фотолитографических процессов и процессов электронной литографии при создании субмикронных структур и структур с нанометровыми размерами. Курс лекций: учеб. пособие. - М.: МИСИС, 2013. - 45 с. <https://e.lanbook.com/book/47470>
7. Емельянов, А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума. – М.: Финансы и статистика, 2009. - 416 с.

<https://e.lanbook.com/book/1025>

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Ушаков, В.К. Математическое моделирование надежности и эффективности шахтных вентиляционных систем: учеб. пособие - Электрон. дан. - М.: Горная книга, 2003. - 181 с.

<https://e.lanbook.com/book/3272>

2. Зиновьев, В.В. Моделирование систем при помощи компьютерной имитации и анимации: учеб. пособие для студентов специальности 220301 "Автоматизация технолог. процессов в машиностроении": учеб. пособие / В.В. Зиновьев, А.Н. Стародубов. - Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2010. - 118 с. <https://e.lanbook.com/book/6604>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Алексеева Л.Б. Математическое моделирование в машиностроении: учебно-методические материалы для проведения практических занятий. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2018. – 7 с.

[http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr\\_1544316829.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr_1544316829.pdf)

2. Алексеева Л.Б. Математическое моделирование в машиностроении: учебно-методические материалы для самостоятельной работы. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2018. – 9 с.

[http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs\\_1544316829.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1544316829.pdf)

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)

3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

<https://e.lanbook.com/books>

7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/)

9. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

10. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

11. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

12. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

13. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

14. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

**Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Аудитория используется при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащена комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Мебель:

Стул – 38 шт., стол – 38 шт., стол лабораторный – 1 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная – 1 шт., стеллаж для моделей – 6 шт.

Компьютерная техника:

АРМ преподавателя ПК с выходом в сеть «Интернет» (монитор + системный блок); мультимедийный проектор – 1 шт.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по проводимой дисциплине.

### **Аудитории для проведения практических занятий.**

Аудитория используется при проведении практических и лабораторных занятий, оснащена комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Мебель:

Стул – 38 шт., стол – 38 шт., стол лабораторный – 1 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная – 1 шт., стеллаж для моделей – 6 шт.

Компьютерная техника:

АРМ преподавателя ПК с выходом в сеть «Интернет» (монитор + системный блок); мультимедийный проектор – 1 шт.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по проводимой дисциплине.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 .

Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 .

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800×1200 мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows XP Professional:

- MicrosoftOpenLicense 16020041 от 23.01.2003 ГК № 797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования»,

- MicrosoftOpenLicense 16581753 от 03.07.2003 ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 «На поставку компьютерного оборудования»,

- MicrosoftOpenLicense 16396212 от 15.05.2003 ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения»,

- MicrosoftOpenLicense 16735777 от 22.08.2003 ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 «На поставку программного обеспечения»,

2. Microsoft Office 2007 Standard:

- MicrosoftOpenLicense 42620959 от 20.08.2007,

3. Kasperskyantivirus 6.0.4.142.