

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева»  
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

---

---

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
Глебов В.В.  
« 29 » 01 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.09 Математическое моделирование в машиностроении  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств  
(код и направление подготовки)

Направленность: Технология машиностроения  
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная, очно-заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2025

Объем дисциплины: 144/43.е.  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: экзамен  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: Технология машиностроения  
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик: Технология машиностроения  
(наименование кафедры)

Разработчик(и): Лещева О.В., к.ф.-м.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 августа 2020 г. № 1045 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 25.12.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой Глебов В.В.  
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК института  
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Зам. директора по УР Шурыгин А.Ю.  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 15.04.05-09

Начальник УО Мельникова О.Ю.  
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки Старостина О.Н.  
(подпись)

## Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля).....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам.....	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	8
5.1. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	8
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	11
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости.....	11
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине .....	12
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине .....	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
6.1 Учебная литература.....	16
6.2 Справочно-библиографическая литература.....	16
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	16
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы.....	16
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины .....	17
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	17
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	17
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	18
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа.....	18
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	18
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа .....	18
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	18
10.6. Методические указания для выполнения РГР .....	26
10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы .....	26
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса .....	27

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении» является изучение фундаментальных математических методов моделирования для построения и анализа моделей процессов машиностроения.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- разработка и внедрение оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий;
- разработка теоретических моделей, позволяющих исследовать качество выпускаемых изделий, технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств;
- математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Математическое моделирование в машиностроении» включена в перечень дисциплин обязательной части, определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Производственные и технологические процессы в машиностроении», «Технологическое обеспечение качества».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении», необходимы при изучении дисциплин «Имитационное моделирование производственных систем», «Теория планирования эксперимента», «Конечно-элементное моделирование процессов и систем», при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении» направлен на формирование элементов профессиональной компетенции ОПК-2 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Таблица 3.1.1 – Формирование компетенций дисциплинами (очная форма)

Код компетенции/ наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
<b>ОПК-2</b>				
Методология научных исследований в машиностроении				
Математическое моделирование в машиностроении				
Конечно-элементное моделирование процессов и систем				

Численное моделирование процессов резания				
Теория планирования эксперимента				
Имитационное моделирование производственных систем				
Научно-исследовательская работа				
Подготовка к процедуре защиты и и защита ВКР				

Таблица 3.1.2 – Формирование компетенций дисциплинами (заочная форма)

Код компетенции/ наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки магистра				
	1	2	3	4	5
<b>ОПК-2</b>					
Методология научных исследований в машиностроении					
Математическое моделирование в машиностроении					
Конечно-элементное моделирование процессов и систем					
Численное моделирование процессов резания					
Теория планирования эксперимента					
Имитационное моделирование производственных систем					
Научно-исследовательская работа					
Подготовка к процедуре защиты и и защита ВКР					

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
<b>ОПК-2.</b> Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	<b>ОПК-2.1.</b> Разрабатывает модели объектов и систем при проведении исследований	<b>Знать:</b> понятие, свойства и формы представления математических моделей; требования, предъявляемые к математическим моделям; основные этапы математического моделирования; определение, виды, способы задания графов, методы оптимизации задач сетевого планирования; методы решения задач линейного программирования, основные численные методы одномерной оптимизации, классификацию и основные показатели СМО, преимущества методов	<b>Уметь:</b> ставить цели и задачи моделирования, проводить анализ и формализацию прикладных инженерных задач, разрабатывать теоретические модели процессов своей профессиональной деятельности; выполнять оценку правильности и качества математической модели, решать задачи многокритериальной оптимизации, в том числе и с использованием компьютерной техники; разрабатывать планы полного факторного эксперимента и его дробных реплик; проводить математическую	<b>Владеть:</b> способностью выполнять описание и анализ простейших объектов моделирования; практическими навыками использования инструментов Excel (Поиск решений, Анализ данных) для моделирования и решения задач сетевого планирования, оптимизационных задач технологического проектирования и управления производством.

		активного эксперимента, требования, предъявляемые к элементам многофакторных экспериментов	обработку экспериментальных данных; выбирать вид эксперимента для разработки математической модели объекта	
--	--	--	--	--

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4зач. ед. или 144 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / очно-заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		2семестр/ 2 семестр	№ семестра
Формат изучения дисциплины		с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>144/144</b>	<b>144/144</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>56/26</b>	<b>56/26</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>50/20</b>	<b>50/20</b>	
занятия лекционного типа (Л)	10/4	10/4	
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	28/16	28/16	
лабораторные работы (ЛР)	12/0	12/0	
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6/6</b>	<b>6/6</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/2	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>88/118</b>	<b>88/118</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	52/82	52/82	
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	36/36	
Подготовка <u>к зачету</u> / зачету с оценкой (контроль)			

### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов

очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	
		Контактная работа					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
<b>2 семестр/2 семестр</b>							
<b>ОПК-2 ОПКС-2.1</b>	<b>Раздел 1. Элементы теории графов</b>						
	Тема 1.1 Основные понятия теории графов. Тема 1.2. Задачи сетевого планирования	2/1			2/4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Практическая работа №1. Оптимизация сетевых потоков			4/4	4/8	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.4]	
	Лабораторная работа №1. Построение и анализ сетевых моделей		4/0		4/4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.2], [6.2.4]	
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>2/1</b>	<b>4/0</b>	<b>4/4</b>	<b>10/16</b>		
	<b>Раздел 2. Элементы теории оптимизации</b>						
	Тема 2.1 Математическая постановка задачи оптимизации Тема 2.2. Транспортная задача Тема 2.3 Численные методы решения задач нелинейного программирования	4/1			4/8	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Практическая работа №2. Методы решения задач линейного программирования Практическая работа №3. Оптимизация режимов обработки резанием Практическая работа №4. Многокритериальные задачи проектирования производства		4/4 4/0 4/0		12/16	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]	
	Лабораторная работа №2. Типовые технические задачи линейного программирования Лабораторная работа №3. Численные методы решения задач нелинейного программирования		4/0 4/0		8/12	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.2], [6.2.2]	
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>4/1</b>	<b>8/0</b>	<b>12/4</b>	<b>24/36</b>		
<b>Раздел 3. Основы теории массового обслуживания</b>							
Тема 3.1 Понятие случайного процесса. Уравнения Колмогорова. Тема 3.2 Математические модели простейших систем массового обслуживания.	2/1			2/6	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
Практическая работа №5. Моделирование производственных систем на основе методов теории массового обслуживания			4/4	6/8	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]		
<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>2/1</b>	<b>0/0</b>	<b>4/4</b>	<b>8/14</b>			
<b>Раздел 4. Планирование и обработка результатов эксперимента</b>							
Тема 4.1 Критерии оптимальности Тема 4.2 Полный факторный эксперимент и его дробные реплики.	2/1			2/4	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.2.3]		
Практическая работа №6. Математическая обработка результатов эксперимента Практическая работа №7. Построение эмпирических зависимостей		4/4 4/0		8/12	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]		
<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>2/1</b>	<b>0/0</b>	<b>8/4</b>	<b>10/16</b>			

	<b>Итого</b>	10/4	12/0	28/16	52/82	
--	--------------	------	------	-------	-------	--

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Индивидуальные задания Информационно-коммуникационные технологии
Лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Индивидуальные задания Информационно-коммуникационные технологии

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

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

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» проводятся преподавателем дисциплины.

Для оценки текущего контроля знаний используются тесты, сформированные в системе MOODLE.

Тесты по разделам 1-4 содержат по 10 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 10 минут. На каждый тестдается 2 попытки.

Для оценки текущего контроля умений навыков проводятся практические занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% вопросов тестов и предоставил отчеты по всем практическим работам.

Билет для промежуточной аттестации содержит 2 теоретических вопроса и практическое задание, время на подготовку ответов и решение задания - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (таблица 5.3).



Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
<b>ОПК-2.</b> Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	<b>ОПК-2.1.Разрабатывает модели объектов и систем при проведении исследований</b>	<b>Знать:</b> понятие, свойства и формы представления математических моделей; требования, предъявляемые к математическим моделям; основные этапы математического моделирования; определение, виды, способы задания графов, методы оптимизации задач сетевого планирования; методы решения задач линейного программирования,основные численные методы одномерной оптимизации, классификацию и основные показатели СМО,преимущества методов активного эксперимента,требования, предъявляемые к элементам многофакторных экспериментов	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		<b>Уметь:</b> ставить цели и задачи моделирования, проводить анализ и формализацию прикладных инженерных задач, разрабатывать теоретические модели процессов своей профессиональной деятельности; выполнять оценку правильности и качества математической модели; решать задачи многокритериальной оптимизации, в том числе и с использованием компьютерной техники; разрабатывать планы полного факторного эксперимента и его дробных реплик; проводить математическую обработку экспериментальных данных; выбирать вид эксперимента для разработки математической модели объекта	Практические задания и лабораторные работы выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания и лабораторные работы не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий ПЗ №№1-7 ЛБ№1-3 (см. табл. 4.2)
		<b>Владеть:</b> способностью выполнять описание и анализ простейших объектов моделирования; практическими навыками использования инструментов Excel (Поиск решений, Анализ данных) для моделирования и решения задач сетевого планирования, оптимизационных задач технологического проектирования и управления производством.	Практические задания и лабораторные работы выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания и лабораторные работы не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практического задания ПЗ №1-7, ЛБ№1-3 (см. табл. 4.2)

\*) за каждый тест назначается по 1 баллу;

\*\*) за каждое практическое занятие назначается по 1 баллу.

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	
<p><b>ОПК-2.</b> Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b>Разрабатывает модели объектов и систем при проведении исследований</p>	<p><b>Знать:</b> понятие, свойства математическим определение, виды решения задач ли классификацию и эксперимента, тре</p> <p><b>Уметь:</b> ставить цели и задачи; проводить анализ; разрабатывать тесты; выполнять оценку; решать задачи методами техники; разрабатывать планы математическую методику математической модели</p>

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки промежуточной аттестации

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0 баллов	0...2 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
14/8 баллов	3 балла	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
14/8 баллов	4...5 баллов	не менее 2 баллов	«хорошо»
14/8 баллов	6 баллов	не менее 2 баллов	«отлично»

\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;

\*\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

## 5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

### 5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

выполнение практических заданий и лабораторных работ,  
оформление отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам;  
тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

#### Типовые тестовые задания для текущего контроля

##### Раздел 1. Элементы теории графов

Процесс построения модели, как правило, предполагает:

- А) описание всех свойств исследуемого объекта;
- Б) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;
- В) выделение свойств объекта относительно к целям решаемой задачи;
- Г) выделение не более трех существенных признаков объекта.

##### Раздел 2. Элементы теории оптимизации

Симплекс-метод осуществляет

- А) последовательный перебор всех вершин многоугольника - области допустимых решений
- Б) перебор наиболее удаленных от центра координат вершин многоугольника - области допустимых решений
- В) стохастический перебор вершин многоугольника - области допустимых решений
- Г) перебор наиболее близких к центру координат вершин многоугольника - области допустимых решений

##### Раздел 3. Основы теории массового обслуживания

Системы массового обслуживания, у которых возможно появление как угодно длинной очереди требований к обслуживающему устройству, называются

- А) Системами с ограниченным временем ожидания
- Б) Системами с ограниченной длиной очереди
- В) Системами с потерями, отказами
- Г) Системами с ожиданием

##### Раздел 4. Планирование и обработка результатов эксперимента

Для оценки правильности выбора вида взаимосвязи и характеристики значимости всего уравнений регрессии используется:

- А)  $F$  - критерий
- Б) критерий Колмогорова

- В) минимаксный критерий  
 Г)  $t$  - критерий

## Типовые задания для практических занятий

### Раздел 1. Элементы теории графов

Практическая работа №1. Оптимизация сетевых потоков

Задание. Представить решение типовых задач теории графов

- На сети с заданными пропускными способностями дуг сформировать максимальный по величине поток  $F_{\max}$  между ее истоком I и стоком S. Найти кратчайший путь от истока I к стоку S.
- В управлении шоссейных дорог рассматривают проект строительства новых дорог между определенными городами. Вершины графа соответствуют городам, а ребра – дорогам. Каждому ребру соответствует вес (задан в таблице), который равен стоимости строительства соответствующего участка дороги. Составить проект строительства дорог, соединяющих все города, минимальной стоимости.
- Наладчик должен обойти 5 станков, расстояние между которыми заданы таблицей. Найти кратчайший маршрут обхода.

### Раздел 2. Элементы теории оптимизации

Практическая работа №3. Методы решения задач линейного программирования

Задание. Построить математическую модель задачи и решить ее указанным способом.

Задача 1. Построить математическую модель задачи и решить ее графоаналитическим способом.

Для изготовления изделий двух видов склад может отпустить металла не более 80 кг, причем на изделия I вида расходуется 2 кг, а на изделия II вида – 1 кг металла. Требуется спланировать производство так, чтобы была обеспечена наибольшая прибыль, если изделий I типа требуется изготовить не более 30 шт, а изделий II типа не более 40 шт, причем одно изделие I вида стоит 5 денег, а II вида – 3 ден ед.

Задача 2. Построить математическую модель задачи и решить ее с помощью симплекс-таблиц

Небольшая фирма производит два вида продукции, столы и стулья. Для изготовления одного стула требуется 3 фута древесины, а для изготовления одного стола – 7 футов. На изготовление одного стула уходит 2 ч рабочего времени, а на изготовление стола – 8 ч. Каждый стул приносит 1 дол прибыли, а каждый стол – 3 дол. Сколько стульев и сколько столов должна изготовить эта фирма, если она располагает 420 футами древесины и 400 ч рабочего времени и хочет получить максимальную прибыль.

Задача 3. Составить опорный план ТЗ а) методом северо-западного угла; б) методом минимального элемента. Решить задачу методом потенциалов

Поставщики	Потребители				Запас груза, $a_i$
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	
$A_1$	7	3	6	1	360
$A_2$	5	2	4	8	150
$A_3$	3	5	7	9	380
Потребность в грузе, $b_j$	270	190	340	200	

### Раздел 3. Основы теории массового обслуживания

Практическая работа №5. Моделирование производственных систем на основе методов теории массового обслуживания

Задание. Построить в MS Excel модель-шаблон для решения задач данного типа.

Задача 1. Технологическая система состоит из одного станка. На станок поступают заявки на изготовление деталей в среднем через 0,5 часа [ ]. Среднее время изготовления одной детали равно [ ]. Если при поступлении заявки на изготовление детали станок занят, то она (деталь) направляется на другой станок. Найти абсолютную и относительную пропускную

способности системы и вероятность отказа по изготовлению детали. Построить в MS Excel шаблон для решения задач данного типа.

Задача 2. Имеется технологическая система (участок), состоящая из трех одинаковых станков. В систему поступают для обработки детали в среднем через 0,5 часа (█). Среднее время изготовления одной детали █. Если при поступлении заявки на изготовление детали все станки заняты, то деталь направляется на другой участок таких же станков. Изобразить граф состояний системы и найти финальные вероятности состояний системы и характеристики (показатели эффективности) данной СМО.

Задача 3. В магазине самообслуживания установлено, что поток покупателей является простейшим с интенсивностью  $\lambda = 2$  покупателя в минуту. В этом магазине установлен один кассовый аппарат, позволяющий добиться такой производительности труда, при которой интенсивность потока обслуживания составляет  $\mu = 2$  покупателя в минуту. Определить характеристики СМО при условии, что очередь ограничена контролером при входе в зал самообслуживания:  $m = 5$  покупателей.

#### **Раздел 4. Планирование и обработка результатов эксперимента**

Практическая работа №7. Для матрицы экспериментальных данных (по вариантам)

- построить уравнения линейной регрессии, последовательно увеличивая число факторных переменных от одной до пяти;

- определить качество полученных уравнений регрессии;
- оценить статистическую значимость параметров регрессии;
- построить графики остатков для полученных регрессий;
- выбрать наилучшее уравнение регрессии.

### **Типовые задания для лабораторных занятий**

#### **Раздел 1. Элементы теории графов**

Лабораторная работа №1. Построение и анализ сетевых моделей

Задание. По данным о кодах и длительностях работ постройте график привязки сетевой модели,

Создайте модель расчета временных параметров в MS Excel. Постройте диаграмму Ганта.

Определите критические пути и их длительность, численные значения свободных и полных резервов каждой работы сведите в таблицу, отметьте на графике привязки свободные резервы работ. Определите, на каких этапах возможно увеличение времени работ без увеличения общего времени всех работ.

#### **Раздел 2. Элементы теории оптимизации**

Лабораторная работа №2. Типовые технические задачи линейного программирования

Задание. Найти передаточную функцию системы в разомкнутом состоянии. Оценить устойчивость разомкнутой системы по корням характеристического уравнения. Построить АФЧХ разомкнутой системы. Используя критерий Найквиста, определить устойчивость замкнутой САУ. Проверить замкнутую систему на устойчивость по критерию Гурвица. Произвести проверку устойчивости системы с помощью критерия Михайлова. Выполнить контрольную проверку по переходной характеристике.

#### **5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации**

#### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Математические модели (определение, примеры, способы задания).
2. Классификация математических моделей.
3. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
4. Основные этапы математического моделирования.
5. Основные понятия теории графов. Связные графы. Подграфы. Операции над графами.

6. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Ориентированные графы. Матрицы графов.
7. Максимальные потоки в сети.
8. Задача о кратчайшем пути между двумя вершинами графа.
9. Алгоритм построения покрывающих деревьев.
10. Сетевой график. Критический путь.
11. Математическая постановка задачи оптимизации.
12. Локальный и глобальный минимум (максимум) целевой функции. Разрешимость задач оптимизации.
13. Графо-аналитический метод решения задач оптимизации.
14. Постановка задачи линейного программирования.
15. Графо-аналитический метод решения задач линейного программирования.
16. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
17. Численные методы решения задач нелинейного программирования: метод равномерного перебора, метод дихотомии, метод золотого сечения.
18. Методы решения многокритериальных задач оптимизации.
19. Понятие случайного процесса. Марковский процесс.
20. Потоки событий. Простейший пуассоновский поток.
21. Уравнения Колмогорова.
22. Классификация систем массового обслуживания.
23. Математическая модель одноканальной СМО с отказами.
24. Математическая модель многоканальной СМО с отказами (задача Эрланга).
25. Имитационное моделирование случайных процессов в системах массового обслуживания.
26. Динамическое программирование.
27. Активный и пассивный эксперимент. Планирование эксперимента.
28. Полный факторный эксперимент.
29. Сокращение числа опытов с помощью дробных реплик.
30. Построение эмпирических формул по методу наименьших квадратов.

### Перечень заданий для подготовки к экзамену

#### Задача 1.

В новом районе имеется шесть жилых массивов. Нужно соединить их между собой дорогами, стоимость прокладки которых была бы минимальна. В следующей таблице приведены стоимости постройки дорог между каждой парой жилых массивов:

	a	b	c	d	e	f
a	-	12	1	13	11	10
b		-	14	3	5	12
c			-	15	12	5
d				-	5	7
e					-	6
f						-

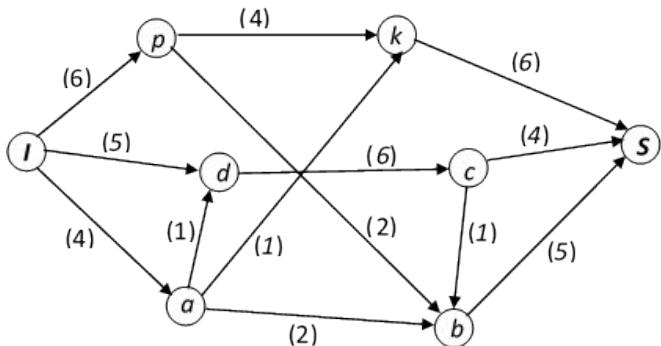
#### Задача 2.

В таблице приведена длительность работ производственного процесса. Требуется построить сетевой график, вычислить критический путь.

i	j	$t_{ij}$
1	2	6
1	3	5
1	4	7
2	3	3
2	5	5
3	4	4
3	6	10
4	6	11
5	6	5

### Задача 3.

На заданной сети в скобках указаны пропускные способности дуг. Требуется сформировать на сети максимальный поток, направленный из истока  $I$  в сток  $S$ , и выписать ребра, образующие на сети разрез минимальной пропускной способности.



#### Задача 4.

При производстве продукции  $P_1$  и  $P_2$  используют четыре группы оборудования  $A, B, C$  и  $D$ . На выпуск единицы продукции  $P_1$  расходуется 1; 0,5; 2 и 0 ед. времени оборудования  $A, B, C$  и  $D$  соответственно, а на выпуск продукции  $P_2$  – 1; 1; 0 и 2 ед. времени оборудования. Фонд рабочего времени оборудования группы  $A$  – 18 ед. времени;  $B$  – 12 ед.;  $C$  – 24 ед. и  $D$  – 18 ед. Предприятие реализует единицу продукции  $P_1$  по цене 40 ден. ед.,  $P_2$  – 60 ден. ед. Графо-аналитическим способом определить план выпуска продукции, при котором выручка предприятия будет максимальной.

### Задача 5.

В пунктах  $A_i$  ( $i = \overline{1, 3}$ ) производится однородная продукция в количествах  $a_1 = 360, a_2 = 150, a_3 = 380$  единиц. Готовая продукция поставляется в пункты  $B_j$  ( $j = \overline{1, 4}$ ), потребности которых составляют  $b_1 = 270, b_2 = 190, b_3 = 340, b_4 = 200$  единиц. Стоимость  $c_{ij}$  перевозки единицы продукции из пункта  $A_i$  в пункт  $B_j$  заданы матрицей  $C = (c_{ij})_{3 \times 4}$ :

$$C = \begin{matrix} \text{æ} & 3 & 6 & 1 \ddot{\text{o}} \\ \text{ç} 5 & 2 & 4 & 8 \div \\ \text{ç} 3 & 5 & 7 & 9 \div \\ \text{é} & & & \emptyset \end{matrix}$$

Требуется методом потенциалов найти план перевозок продукции, при котором минимизируются суммарные затраты по ее изготовлению и доставке потребителям.

### Задача 6

Для изготовления 3-х видов изделий А, В и С используется токарное, фрезерное, сварочное и шлифовальное оборудование. Затраты времени на обработку одного изделия приведены в таблице.

Тип оборудования	Затраты времени (станко-ч.) на обработку одного изделия вида			Общий фонд рабочего времени
	A	B	C	
Фрезерное	2	4	5	120
Токарное	1	8	6	280
Сварочное	7	4	5	240
Шлифовальное	4	6	7	360
Прибыль	10	14	12	

Составить математическую модель задачи и определить, сколько изделий и какого вида следует изготовить предприятию, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

### Задача 7

В мастерской по ремонту автомобилей с тремя рабочими местами поступают заказы от населения. Если заняты все три рабочие места, то вновь поступивший заказ не принимается.

Среднее время работы с одним заказом равно 4 часа. Интенсивность потока заявок – 0,5 ед/ч. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы мастерской.

### Задача 8.

Используя возможности приложения «Анализ данных», получить уравнение множественной линейной регрессии  $Y = f(X_1, X_2, X_3)$  по результатам десяти выборочных наблюдений.

Оценить значимость полученных коэффициентов.

№	X1	X2	X3	X4	Y
1	0	1,1	6,1	1,8	1,5
2	82	6,6	5,3	5,5	5,8
3	26	6	5,2	4,6	4,8
4	50	1,2	1,7	6,6	6,9
5	88	6,5	5,8	5,6	5,9
6	43	6,3	2,6	1,6	2
7	51	6,8	2,5	2,2	2,7
8	26	6,9	3,6	2,3	2,6
9	75	6,5	4	6,7	6,1
10	66	6,7	5,2	5,8	6

## 5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенции ОПК-2, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл.5.3).

Таблицы 5.4–Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
<b>ОПК-2. ИОПК-2.1</b>					
<b>Знать:</b> понятие, свойства и формы представления математических моделей; требования, предъявляемые к математическим моделям; основные этапы математического моделирования; определение, виды, способы задания графов, методы оптимизации задач сетевого планирования; методы решения задач линейного программирования, основные численные методы одномерной оптимизации, классификацию и основные показатели СМО, преимущества методов активного эксперимента, требования, предъявляемые к элементам многофакторных экспериментов	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
<b>Уметь:</b> ставить цели и задачи моделирования, проводить анализ и формализацию прикладных инженерных задач, разрабатывать теоретические модели процессов своей профессиональной деятельности; выполнять оценку правильности и качества математической модели; решать задачи многокритериальной оптимизации, в том числе и с использованием компьютерной техники; разрабатывать планы полного факторного эксперимента и его дробных реплик; проводить математическую обработку экспериментальных данных; выбирать вид эксперимента для разработки математической модели объекта	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ, ЛБ Промежуточная аттестация
<b>Владеть:</b> способностью выполнять описание и анализ простейших объектов моделирования; практическими навыками использования инструментов Excel (Поиск решений, Анализ данных) для моделирования и решения задач сетевого планирования, оптимизационных задач технологического проектирования и управления производством.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ,ЛБ

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Основная литература**

6.1.1 Жуков А.Д. Технологическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Жуков А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 204 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20041>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.1.2 Лещева О.В. Математическое моделирование производственных процессов. Учебное пособие. – Саратов: Вузовское образование, 2021. –208 с. ISBN 978-5-4487-0764-3. –Текст: электронный//ЭБС IPR BOOKS:[сайт]. –URL:<http://www.iprbooksshop.ru/102239>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **6.2 Дополнительная литература**

6.2.1 Воробьёв А.Л. Планирование и организация эксперимента в управлении качеством [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьёв А.Л., Любимов И.И., Косых Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 344 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33648>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.2.2 Климов Г.П. Теория массового обслуживания [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Климов Г.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011.— 312 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13316>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.2.3 Крянев А.В. Метрический анализ и обработка данных [Электронный ресурс]/ Крянев А.В., Лукин Г.В., Удумян Д.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 280 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33374>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.2.4 Лещева О.В. Математическое моделирование в машиностроении. Учебное пособие. Рекомендовано Учёным советом Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. 188 с.

### **6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

6.3.1 Методические указания для лабораторных работ по освоению дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении». Рекомендованы заседанием кафедры «Технология машиностроения» АПИ НГТУ, протокол № 5 от 20.04.2021г.

6.3.2 Методические рекомендации для практических работ по освоению дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении». Рекомендованы заседанием кафедры «Технология машиностроения» АПИ НГТУ, протокол № 5 от 20.04.2021г.

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы**

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

7.1.3 Государственное учреждение «Центр исследований и статистики науки» ЦИСН. Официальный сайт: <http://www.csrs.ru/about/default.htm>

7.1.4 Образовательный математический сайт <http://www.exponenta.ru>

7.1.5 Математическое бюро <http://www.MatBuro.ru>

### **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого**

## **программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины**

7.2.1 Microsoft Office (Excel, Power Point, Word);

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение <b>IPR BOOKS WV-Reader</b>
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
5 - Лаборатория «Компьютерное моделирование» г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	13 компьютеров с установленным программным обеспечением мультимедийный проектор экран для проектора
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету -5шт.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины, используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в СДО MOODLE на странице курса и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

### **10.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3 Методические указания для лабораторных занятий**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **10.4 Методические указания для практических занятий**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков в рамках материала дисциплины.

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по выполнению работ, требования к их оформлению, порядок сдачи.

## **10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **10.6 Методические указания для выполнения РГР (не предусмотрено учебным планом)**

## **10.7 Методические указания курсового проекта/работы (не предусмотрено учебным планом)**

## **10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса**

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_auditorii.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF).

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_srs.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF).

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/provedenie-zanyatiij-s-primeneniem-interakt.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatiij-s-primeneniem-interakt.pdf).

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины  
на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
Глебов В.В.  
«\_\_\_\_» 20\_\_\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ Шурыгин А.Ю.  
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО \_\_\_\_\_ Мельникова О.Ю.  
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки \_\_\_\_\_ Старостина О.Н.  
(подпись)