

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.В.02 Принципы построения математических моделей

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки 01.04.04 Прикладная математика

(код и направление подготовки)

Направленность Системы управления и обработки информации в инженерии

(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2025

Объем дисциплины 144/4

(часов/з.е)

Промежуточная аттестация экзамен

(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра Прикладная математика

(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик Прикладная математика

(наименование кафедры)

Разработчик(и): Хапова Н.В., к.ф.-м.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2025 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.04.04 Прикладная математика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10 января 2018 № 15, на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры, протокол от 25.12.2024 № 9

Заведующий кафедрой _____ Пакшин П.В.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 29.01.2025 г. № 1

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

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 01.04.04-12

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

<u>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	4
<u>1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)</u>	4
<u>1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)</u>	4
<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	4
<u>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	5
<u>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	6
<u>4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам</u>	6
<u>4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам</u>	7
<u>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	8
<u>5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания</u>	8
<u>5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины</u>	11
<u>5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости</u>	11
<u>5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине</u>	12
<u>5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине</u>	13
<u>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	15
<u>6.1 Основная литература</u>	15
<u>6.2 Дополнительная литература</u>	15
<u>6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям</u>	16
<u>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	16
<u>7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы</u>	16
<u>7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины</u>	16
<u>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</u>	16
<u>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</u>	17
<u>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	17
<u>10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии</u>	17
<u>10.2 Методические указания для занятий лекционного типа</u>	18
<u>10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах</u>	18
<u>10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся</u>	18
<u>10.5 Методические указания по обеспечению образовательного процесса</u>	19

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к выполнению профессиональных задач в рамках трудовой деятельности по профессионального стандарта 40.011 «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок» в рамках обобщенных трудовых функций «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем», «Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний» и изучение основных принципов математического моделирования, а также знакомство с методами стохастического моделирования, теории корреляции, прогнозирования.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- сбор и анализ исходных данных, подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;
- разработка и расчет вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов;
- расчет экономической эффективности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Принципы построения математических моделей» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОП ВО.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов», «Основы моделирования в Matlab», «Численные методы», «Вариационное исчисление», «Математическое моделирование», «Теория графов и математическая логика», «Математические методы в экономике», «Методы оптимизации», «Уравнения математической физики», «Вычислительная математика», «Теория управления», «Технология программирования», «Математические модели неопределенных систем», «Специальные численные методы», «Численные методы алгебры», «Имитационное моделирование», «Стохастические дифференциальные системы» в объеме курсов по специальности 01.03.04 «Прикладная математика».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Оптимальное управление динамическими системами», «Вычислительная математика», «Современная теория управления», «Нечеткие модели», «Стохастическое моделирование» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Принципы построения математических моделей» 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 «Принципы построения математических моделей» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-2 и ПКС-4 в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 01.04.04 «Прикладная математика».

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
ПКС-2				
Навигационные системы	✓			
Принципы построения математических моделей	✓			
Моделирование в среде LabView		✓		
Технологическая (проектно-технологическая) практика		✓		
Вычислительная математика		✓		
Нечеткие модели			✓	
Анализ временных рядов			✓	
Средства разработки современного программного обеспечения			✓	
Математические методы защиты информации			✓	
Современная теория управления			✓	
Научно-исследовательская работа			✓	
Стохастическое моделирование			✓	
Научно-исследовательская работа				✓
Научно-производственная практика				✓
Преддипломная практика				✓
Выполнение и защита ВКР				✓
ПКС-4				
Теория управления	✓			
Принципы построения математических моделей	✓			
Оптимальное управление динамическими системами		✓		
Вычислительная математика		✓		
Современная теория управления			✓	
Стохастическое моделирование			✓	
Научно-производственная практика				✓
Преддипломная практика				✓
Выполнение и защита ВКР				✓

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Принципы построения математических моделей», 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		
ПКС-2 Способен разрабатывать и исследовать математические модели, объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа подготовки решений	ИПКС-2.1. Изучает методы математического моделирования, предназначенные для решения исследовательских задач, и современные математические и научные пакеты программ.	Знать: - базовые понятия, теории моделирования; - различные методы математического моделирования; - современные прикладные средства моделирования	Уметь: - применять современный математический аппарат моделирования при решении научно-практических задач прикладной математики	Владеть: - навыками решения практических задач с помощью методов математического моделирования
ПКС-4 Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	ИПКС-4.1. Изучает принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач, методы теоретических и экспериментальных исследований.	- принципы математического моделирования; - методы теоретических и экспериментальных исследований моделей различных процессов и систем	- решать задачи в конкретных предметных областях с помощью моделирования, анализировать и интерпретировать результаты моделирования	- методами построения и исследования моделей; - методами оценки результатов исследований;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. 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 очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 1 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	60	60
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	54	54
занятия лекционного типа (Л)	6	6
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	24	24
лабораторные работы (ЛР)	24	24
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	84	84
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-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.)	48	48
Подготовка к экзамену (контроль)*	36	36
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)		

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной 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			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
1 семестр						
ПКС-2 ИПКС-2.1 ПКС-4 ИПКС-4.1	Раздел 1. Принципы математического моделирования					
	Тема 1.1. Понятие математической модели, пути возникновения, виды. Этапы математического моделирования. Требования к моделям. Классификация математических моделей.	6			8	Подготовка к лекциям [1.1], [1.2]
	Тема 1.2 Универсальность математических моделей. Применение вариационных принципов к построению математических моделей. Моделирование физических процессов.					
	Практическая работа №1. Принципы математического описания оригинала (системы, машины, процесса). Применение вариационных принципов к построению математических моделей. Рассмотрение задач по теме.			4	8	Подготовка к практическим занятиям [1.1], [1.2], [1.3]
	Практическая работа №2. Изучение методов оптимизационного исследования моделей и систем. Аналогичное моделирование. Принципы аналогии. Алгоритмы решения задач методом математической аналогии.			4		
	Практическая работа №3. Подобное моделирование. Принципы подобия степенных комплексов. Алгоритмы проектирования и исследования систем с использованием подобного физического моделирования. Алгоритм математического подобного моделирования. Решение задач по теме.			4		
	Лабораторная работа №1. Изучение этапов построения модели. Исследование модели физической системы. Моделирование решений систем дифференциальных уравнений 1 порядка		4		8	Подготовка к лабораторным работам [1.1], [1.2], [1.3]
	Лабораторная работа №2. Изучение этапов построения модели. Исследование модели физической системы. Моделирование решений дифференциальных уравнений 2 порядка.		4			
	Лабораторная работа №3. Моделирование физических систем в подсистеме Matlab/Simulink. Исследование модели.		4			
	Итого по 1 разделу	6	12	12	24	
	Раздел 2. Стохастическое моделирование. Теория корреляции. Прогнозирование.					
	Практическая работа №4. Пример статистического анализа.			4	12	Подготовка к практическим занятиям [2.4], [2.5], [2.6]
	Практическая работа №5. Моделирование дискретных случайных величин.			4		
	Практическая работа №6. Моделирование непрерывных случайных величин.			4		
	Лабораторная работа №4. Построение математической модели по результатам экспериментально полученных характеристик объекта.		4		12	Подготовка к лабораторным работам [2.4], [2.5], [2.6]
	Лабораторная работа №5. Построение и исследование модели анализа и прогнозирования на основе статистических данных.		4			
	Лабораторная работа №6. Построение моделей регрессионного анализа.		4			
	Итого по 2 разделу		12	12	24	
Итого по дисциплине		6	24	24	48	

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 4.3.

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, лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы 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

Критерии оценивания результатов обучения и процедуры оценивания компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины, приводятся в табл. 5.4.

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях. Практические и лабораторные занятия проводятся в форме выполнения индивидуальных заданий. При выполнении индивидуального практического и лабораторного 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.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

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

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
			0 баллов	1 баллов	
ПКС-2 Способен разрабатывать и исследовать математические модели, объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа подготовки решений	ИПКС-2.1. Изучает методы математического моделирования, предназначенные для решения исследовательских задач, и современные математические и научные пакеты программ.	Знать: - базовые понятия, теории моделирования; - различные методы математического моделирования - современные прикладные средства моделирования	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		Уметь: - применять современный математический аппарат моделирования при решении научно-практических задач прикладной математики	Лабораторные и практические задания не выполнены или выполнены частично.	Лабораторные и практические задания выполнены полностью.	Контроль выполнения лабораторных и практических заданий (см. табл. 4.2)
		Владеть: - навыками решения практических задач с помощью методов математического моделирования	Лабораторные и практические задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Лабораторные и практические задания выполнены качественно и в срок.	Контроль выполнения лабораторных и практических заданий (см. табл. 4.2)
ПКС-4 Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	ИПКС-4.1. Изучает принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач, методы теоретических и экспериментальных исследований.	Знать: -принципы математического моделирования; - методы теоретических и экспериментальных исследований моделей различных процессов и систем	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		Уметь: -решать задачи в конкретных предметных областях с помощью моделирования, анализировать и интерпретировать результаты моделирования;	Лабораторные и практические задания не выполнены или выполнены частично.	Лабораторные и практические задания выполнены полностью.	Контроль выполнения лабораторных и практических заданий (см. табл. 4.2)
		Владеть: -методами построения и исследования моделей; -методами оценки результатов исследований;	Лабораторные и практические задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Лабораторные и практические задания выполнены качественно и в срок.	Контроль выполнения лабораторных и практических заданий (см. табл. 4.2)

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	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
ПКС-2 Способен разрабатывать и исследовать математические модели, объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа подготовки решений	ИПКС-2.1. Изучает методы математического моделирования, предназначенные для решения исследовательских задач, и современные математические и научные пакеты программ.	Знать: - базовые понятия, теории моделирования; - различные методы математического моделирования - современные прикладные средства моделирования	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответ на теоретический вопрос билета
			Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответы на дополнительные вопросы
		Уметь: - применять современный математический аппарат моделирования при решении научно-практических задач прикладной математики Владеть: - навыками решения практических задач с помощью методов математического моделирования	Задание не решено	Задание решено с ошибками	Задание решено верно	Решение задач билета
ПКС-4 Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	ИПКС-4.1. Изучает принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач, методы теоретических и экспериментальных исследований.	Знать: -принципы математического моделирования; - методы теоретических и экспериментальных исследований моделей различных процессов и систем	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответ на теоретический вопрос билета
			Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответы на дополнительные вопросы
		Уметь: -решать задачи в конкретных предметных областях с помощью моделирования, анализировать и интерпретировать результаты моделирования; Владеть: -методами построения и исследования моделей; -методами оценки результатов исследований;	Задание не решено	Задание решено с ошибками	Задание решено верно	Решение задач билета

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0	0-1	0-1	«неудовлетворительно»
1	1	1	«удовлетворительно»
1	1-2	1-2	«хорошо»
1	2	2	«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

Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям:

Задание 1. Имеются два генератора переменного тока. Напряжения u_1 и u_2 в этих генераторах выражаются через время t зависимостями $u_1=30 \sin[2\pi(t/4)]$ и $u_2=10\sin[2\pi(t/2)]$. Требуется получить выражения для масштабов m_u и m_t .

Задание 2. Путем физического подобного моделирования требуется установить, какую частоту ω малых свободных колебаний будет иметь маятник, имеющий длину l и массу m .

Задание 3. Проектируют маятник для размещения в высотном здании. Период колебания на модели принят 2 с. Масштаб по силам равен 10. /Определить необходимую высоту здания.

Задание 4. При моделировании работы электродвигателя увеличили число оборотов 3 рза. Каким образом изменится сила, работа и мощность двигателя?

Задание 5. Функция $y=f(x)$ задана таблицей:

x	1	2	3
y	0.3	2.4	1.7

Требуется осуществить ее интерполирование: 1) ступенчатой функцией; 2) кусочно-линейной; 3) квадратичной.

Задание 6. Пусть в результате эксперимента получена таблица значений.

x	2.1	1.7	2.0	2.4	3.0	2.7	2.8	3.1
y	0.5	0.6	1.1	0.9	1.5	2.4	3.2	3.1

Получить аппроксимирующую функцию, выполнить оценку погрешности метода.

Задание 7. Методом скользящей средней и методом экспоненциального сглаживания произвести выравнивание следующего ряда:

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y _t	2.6	2.8	3.6	3.9	4.4	5.2	4.9	5.8	3.6	3.1	2.5	3.0

Типовые задания для лабораторных работ

Задание 1. Колебательный контур содержит катушку индуктивности, конденсатор, резистор и источник. Построить физическую, математическую модели, провести алгоритмизацию математической модели в среде MATLAB. Рассмотреть электромагнитные процессы в контуре. Начальные параметры $R=0.3$, $L=1$, $C=0.25$. Провести исследование по пунктам:

- 1) Задайте величину сопротивления резистора $R=0$. Получите графики, сделайте вывод о влиянии сопротивления на характер колебаний.
- 2) Увеличьте сопротивление резистора и сделайте вывод о степени затухания в зависимости от величины активного сопротивления.
- 3) Увеличьте величину индуктивности контура в 4 раза. Как изменилась частота

колебаний? Аналогично проведите исследования с емкостью.

- 4) Задайте сопротивление резистора больше критического $R_{кр} = 2\sqrt{L/C}$ и наблюдайте превращение затухающего процесса в апериодический.
- 5) Включите источник (задайте значение $E_0 > 0$). Наблюдайте переходные процессы в контуре. Постепенно увеличивая время эксперимента t_{max} , попробуйте получить установившиеся колебания.
- 6) Постепенно приближайте частоту ω изменения ЭДС источника к собственной частоте контура $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$. Наблюдайте увеличение амплитуды колебаний (резонанс). Сопоставьте значение ЭДС источника и значение амплитуды напряжения на катушке.
- 7) Постройте график напряжения на конденсаторе. Для этого внесите дополнения в код программы. Напряжение на конденсаторе определяется выражением $U_C = \frac{1}{C} \int i dt$.
- 8) Постройте график энергии магнитного поля, создаваемого током в катушке $W_M = LI^2 / 2$. Сопоставьте частоту изменений энергии магнитного поля и напряжения на катушке.

Задание 2.

Для установления зависимости между двумя признаками X и Y произведено статистическое наблюдение, результаты которого приведены в таблице:

X	10	8	13	9	11	14	6	4	12	7	7
Y	7.46	6.76	12.75	7.11	7.81	8.84	6.10	5.39	8.14	6.42	5.73

Найти числовые характеристики выборки: среднее, дисперсию, ковариацию, коэффициент корреляции.

Предполагая, что X и Y связаны линейной зависимостью, написать уравнения линейной регрессии Y на X и X на Y, вычислить среднюю квадратическую погрешность полученных уравнений регрессии.

Построить диаграммы рассеяния, провести прямые линейной регрессии.

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

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену

(ПКС-2. Способен разрабатывать и исследовать математические модели, объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа подготовки решений. ИПКС-2.1. Изучает методы математического моделирования, предназначенные для решения исследовательских задач, и современные математические и научные пакеты программ.

ПКС-4. Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований. ИПКС-4.1. Изучает принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач, методы теоретических и экспериментальных исследований.):

1. Понятие математической модели. Основные функции математической модели. Классификация математических моделей. Основные свойства и требования к математическим моделям.
2. Основные этапы компьютерного моделирования.
3. Аналитические методы моделирования систем. Основные методы математического программирования. Особенности и границы применимости аналитических методов.
4. Аналогия. Аналогичное моделирование.
5. Подобие. Подобное моделирование.
6. Физическое подобное моделирование. Модельный эксперимент.
7. Определяющие зависимости. π - теорема.
8. Применение вариационных принципов к построению математических моделей. Математическое моделирование в оптимизационных задачах исследования объектов и систем.
9. Принципы разработки моделирующих программ для систем, описываемых дифференциальными уравнениями. Возможности моделирования в системе Matlab.
10. Статистические методы моделирования систем. Наиболее распространенные методы статистического анализа. Методы описания случайных величин.

11. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины с заданной таблицей вероятностей. Общий алгоритм моделирования непрерывной случайной величины с заданной плотностью распределения.
12. Понятие аппроксимации, интерполяции экспериментальных данных. Сглаживание экспериментальных данных методом наименьших квадратов.
13. Статистическая и корреляционная зависимость. Корреляционная таблица. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.
14. Оценка качества и анализ уравнений регрессии.
15. Динамика случайных процессов. Временные ряды. Предварительный анализ временных рядов. Сглаживание временных рядов.
16. Расчет показателей динамики временного ряда. Тренд-сезонные процессы и их анализ.
17. Прогнозирование развития статистических процессов на основе трендовых моделей. Исследование трендовой модели на адекватность и точность.

Задачи для экзамена по дисциплине «Принципы построения математических моделей»

1. Получить численное решение дифференциального уравнения $2y''' - 3y'' = 0$ с начальными условиями $y(0) = -3$, $y'(0) = 1$, $y''(0) = -1$ на отрезке $[0, 1]$ с помощью схемы интегрирования в Matlab Simulink.
Сравнить его с аналитическим решением $y(x+2) = -x - 6$. Точность принять $\epsilon = 0.001$.

2. Получить численное решение дифференциального уравнения $y^{IV} + y'' = 0$ с начальными условиями $y(0) = -2$, $y'(0) = 0$, $y''(0) = 2$, $y'''(0) = 1$ на отрезке $[0, 2]$ с помощью схемы интегрирования в Matlab Simulink.
Сравнить его с аналитическим решением $y = x - \sin x - 2\cos x$. Точность принять $\epsilon = 0.001$.

3. Провести моделирование в Matlab непрерывной случайной величины с равномерным распределением на отрезке $[-1, 1]$.

4. Провести моделирование в Matlab непрерывной случайной величины с функцией плотности $f(x) = x^2$ на отрезке $[0, 5]$.

5. Провести моделирование дискретной случайной величины с заданной таблицей вероятностей.

X_i	5	10	15	20
P_i	0.2	0.1	0.5	0.2

6. Провести моделирование дискретной случайной величины с заданной таблицей вероятностей.

X_i	1	2	3	4	5
P_i	0.4	0.3	0.15	0.1	0.05

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания формируемых в рамках дисциплины компетенций (элементов компетенций) 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 всего перечня формируемых компетенций (элементов компетенций) дисциплины приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.4).

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»	
ПКС-2 ИПКС-2.1					
Знать: - базовые понятия, теории моделирования; - различные методы математического моделирования - современные прикладные средства моделирования	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	Участие в обсуждении дискуссионных материалов на лекциях Промежуточная аттестация
Уметь: - применять современный математический аппарат моделирования при решении научно-практических задач прикладной математики	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Отчет и защита ЛР
Владеть навыками: - навыками решения практических задач с помощью методов математического моделирования	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ Отчет и защита ЛР
ПКС-4 ИПКС-4.1					
Знать: -принципы математического моделирования; - методы теоретических и экспериментальных исследований моделей различных процессов и систем	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	Участие в обсуждении дискуссионных материалов на лекциях Промежуточная аттестация
Уметь: -решать задачи в конкретных предметных областях с помощью моделирования, анализировать и интерпретировать результаты моделирования;	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Отчет и защита ЛР
Владеть навыками: - использования методов построения и исследования моделей; - использования методов оценки результатов исследований; -	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ Отчет и защита ЛР

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1. Губарь, Ю. В. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / Ю. В. Губарь. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-0865-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101993.html> (дата обращения: 19.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6.1.2. Костюкова, Н. И. Основы математического моделирования : учебное пособие / Н. И. Костюкова. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 219 с. — ISBN 978-5-4497-0878-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102028.html> (дата обращения: 19.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.1.3. Минаев, Е. Н. Математическое моделирование в технической физике : учебник / Е. Н. Минаев. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2019. — 267 с. — ISBN 978-5-7433-3306-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99261.html> (дата обращения: 19.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/99261>

6.1.4. Мартемьянов, Ю. Ф. Статистическое моделирование систем. Лабораторный практикум : учебное пособие / Ю. Ф. Мартемьянов, Д. Ю. Муромцев, П. А. Щербинин. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 82 с. — ISBN 978-5-8265-2072-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99792.html> (дата обращения: 20.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6.1.5. Моделирование в Matlab/Simulink и Scilab/Scicos: учебное пособие/ Д.М. Фомин, Т.Е.Жилина; под ред. П.В. Пакшина. Нижегород. гос.техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.. Ногород. 2011 – 288 с.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.]. — Москва : Логос, 2016. — 440 с. — ISBN 978-5-98704-637-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66414.html> (дата обращения: 20.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2.2 Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры/ А.А Самарский, А.П. Михайлов. 2-е изд., испр. –М.: Физмат-лит, 2001. –320 с.

6.2.3 Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: учеб. для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Кириченко. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. –496 с.

6.2.4 Барбатько А.И., Гладышкин А.В. Основы теории математического моделирования. Учебное пособие. Допущено УМО АМ. – Старый Оскол: ТНТ, 2009 - 212 с.

6.2.5 Введение в математическое моделирование. Учебное пособие под ред. П.В. Трусова. Допущено Министерством образования РФ. – М.: Университетская книга: Логос, 2007 - 440 с.

6.2.6 Осипова, Н. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебно-методическое пособие / Н. В. Осипова. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2019. — 39 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98194.html> (дата обращения: 19.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2.7 Берестова, С. А. Математическое моделирование в инженерии : учебник / С. А. Берестова, Н. Е. Мисюра, Е. А. Митюшов ; под редакцией Т. А. Рощевой. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 244 с. — ISBN 978-5-7996-2499-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106406.html> (дата обращения: 19.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1. Методические указания и задания к лабораторным работам по дисциплине «Принципы построения математических моделей». Рекомендованы заседанием кафедры «Прикладная математика» АПИ НГТУ, протокол № 4 от 29.04.2021 г.

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 Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>

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

7.1.3 Научно-техническая библиотека НГТУ. Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru>

7.1.4 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 Microsoft Office (Power Point, Word)

7.2.2 MATLAB

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 IPR BOOKS WV-Reader
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 (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
317 - Компьютерный класс	1.Персональный компьютер (Intel Core i3-4130/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 730/HDD 1000) с подключением к интернету (11 шт.); Персональный компьютер Экран - (1 шт.); 4. Доска маркерная (1 шт.); 5. Стол компют. с нишей (11 шт.); 6. Стол для препод. (1 шт.); 7. Стул (23) Посадочных мест - 22.
319 - Учебная лаборатория математического моделирования	1 Колонки* Sven SPS-611S 2.0; 10 Компьютер в сборе; 1 Проектор с креплен, потолок, Beng MX505 DPL 3000Lm 13000:1; 1 Экран umien Master Picture 203*203 cv Matte White FiberGlass; Рабочее место преподавателя - 1; Рабочих мест студентов - 20; Доска аудиторная маркерная – 1.
320 – Учебная мультимедийная аудитория г.Арзамас, ул. Калинина, дом 19	1. Доска магнитно-маркерная; 2. Мультимедийный проектор BENQ; 3. Экран; 4. Компьютеры PC Intel® Core™ i3-10100/256SSD/8RAM - 14 шт; 5. Посадочных мест - 34
324 – Учебная мультимедийная аудитория г.Арзамас, ул. Калинина, дом 19	1. Доска магнитно-маркерная; 2. Мультимедийный проектор BENQ; 3. Экран; 4. Аудио-система 2.0; 5. Компьютеры PC Intel® Core™ i3-2100/250HDD/4RAM - 13 шт; 6. Посадочных мест - 23
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 работа 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 по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course> 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.

Иницируется 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 в форме зачета 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 по освоению дисциплины на лабораторных работах

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 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.

10.5 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.

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.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин 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.

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 _____
(подпись) Шурыгин А.Ю.

Согласовано:

Начальник УО _____
(подпись) Мельникова О.Ю.

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____
(подпись) Старостина О.Н.