

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.ДВ.01.01—Оптимизация характеристик микросистемной техники
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/магистров

Направление подготовки _____ 12.04.01 – «Приборостроение»
(код и направление подготовки)

Направленность _____ Информационно-измерительная техника и технологии
(наименование профиля, программы магистратуры)

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

Год начала подготовки _____ 2025

Объем дисциплины _____ 180 часов /5з.е.
(часов/з.е)

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

Выпускающая кафедра _____ Авиационные приборы и устройства
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик _____ Авиационные приборы и устройства
(наименование кафедры)

Разработчик(и): _____ Улюшкин А.В, к.т.н., доцент каф. АПУ
(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 12.04.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 957 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 15.01.2025 г. № 1

Заведующий кафедрой _____ Гуськов А.А.
(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 № 12.04.01-13

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)	6
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	9
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	9
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	12
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	12
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	13
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
6.1 Учебная литература	17
6.2 Справочно-библиографическая литература	17
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	17
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
Пример раздела	17
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	17
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	18
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	20
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	20
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	20
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	20
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа	21
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	21
10.6. Методические указания для выполнения РГР	21
10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы	21
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса	21

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Оптимизация характеристик микросистемной техники» является освоение методов оптимизации как аналитических, так и численных, а также их отработка при осуществлении оптимизации характеристик микросистемной техники.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- изучение аналитических методов оптимизации;
- изучение численных методов оптимизации одной переменной;
- изучение численных методов многомерной оптимизации;
- оптимизация характеристик микросистемной техники и техники в целом.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Оптимизация характеристик микросистемной техники» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Микросистемная техника».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Оптимизация характеристик микросистемной техники», могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и написании магистерской диссертации.

Рабочая программа дисциплины «Оптимизация характеристик микросистемной техники» 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 «Оптимизация характеристик микросистемной техники» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-2 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 12.04.01 – Приборостроение.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами (очная форма обучения)

Код компетенции/наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины. Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра/магистра			
	1	2	3	4
ПКС-2				
Конечно-элементный анализ микросистемной техники			+	
Оптимизация характеристик микросистемной техники			+	
Методы и средства обработки измерительной информации			+	
Преддипломная практика				+
Государственная итоговая аттестация				
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				

Таблица 3.2 – Формирование компетенций дисциплинами (очно-заочная форма обучения)

Код компетенции/наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины. Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра/магистра				
	1	2	3	4	5
ПКС-2					

Код компетенции/наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины. Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра/магистра				
	1	2	3	4	5
Моделирование физических процессов средствами ANSYS			+		
Конечно-элементный анализ микросистемной техники				+	
Оптимизация характеристик микросистемной техники				+	
Методы и средства обработки измерительной информации				+	
Преддипломная практика					+
Государственная итоговая аттестация					
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Измерительные информационные системы», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – 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 к построению математических и имитационных моделей анализа и оптимизации объектов исследования на основе физических процессов и явлений, выбору численных методов их моделирования или разработки нового алгоритма решения задачи	ИПК (ИПКС)-2.2 – Производит разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков ИПК (ИПКС)-2.3 – Использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Знать: возможности современных технических и программных средств при реализации процесса проектирования, а знает методы оптимизации для решения поставленных задач, связанных с характеристиками микросистемной техники.	Уметь: производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Владеть: современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также владеть навыками разбивки и выделения функциональных узлов микросистемной техники.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. или 180 часов, 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	
		3 семестр	4 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180/180	180/-	-/180
1. Контактная работа:	78/36	78/-	-/36
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	72/30	72/-	-/30
занятия лекционного типа (Л)	32/8	32/-	-/8
практические занятия (ПЗ)	40/22	40/-	-/22
лабораторные работы (ЛР)	-/-	-/-	-/-
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6/6	6/-	-/6
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
2. Самостоятельная работа (СРС)	102/144	102/-	144
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.)	75/117	75/-	-/117
Подготовка к зачету/ зачету с оценкой (контроль)	-/-	-/-	-/-
Подготовка к экзамену (контроль)	27/27	27/-	-/27

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного/очно-заочного обучения

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
3/4 семестр							
ПКС-2 ИПКС-2 ИПКС-3	Раздел 1. Оптимизация. Аналитические методы						
	Тема 1.1 Введение	2/1	–	–/–	–/–	Основные определения и понятия	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1, 6.1.2]
	Тема 1.2Безусловная оптимизация	4/1	–	4/2	4/8	Классическая постановка задачи безусловной оптимизации. Метод решения задачи безусловной оптимизации.	
	Тема 1.2 Условная оптимизация. Метод замены переменной	4/1	–	4/2	4/8	Постановка условной оптимизации. Метод замены переменной (подстановки) решения условной задачи оптимизации	Решение задач (практика + СРС) [6.1.3, 6.3.1, 6.3.2]
	Тема 1.3 Условная оптимизация. Метод неопределенных множителей Лагранжа	4/1	–	4/2	4/8	Метод неопределенных множителей Лагранжа для решения задач условной оптимизации	
	Тема 1.4 Условная оптимизация. Метод штрафных функций	2/1	–	4/2	4/8	Метод штрафных функций для решения задач условной оптимизации	
	Итого по 1 разделу	14/5	–	16/8	16/32		
ПКС-2 ИПКС-2 ИПКС-3	Раздел 2. Численная оптимизация. Оптимизация функции одной переменной						
	Тема 2.1.Прямые методы численной оптимизации	6/1	–	4/2	10/15	Метод перебора. Алгоритм поразрядного спуска. Первый метод дихотомии. Второй метод дихотомии. Метод золотого сечения.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1, 6.1.2]
	Тема 2.2. Методы использующие производную	6/1	–	4/2	10/15	Метод Ньютона. Модифицированный метод Ньютона. Метод средней точки	
	Тема 2.3.Многомерные методы оптимизации	6/1	–	4/2	10/15	Метод циклического покоординатного спуска. Метод градиентного спуска. Метод случайного поиска.	Решение задач (практика + СРС) [6.1.3, 6.3.1, 6.3.2]
	Итого по 2 разделу	18/3	–	12/6	30/45		
ПКС-2 ИПКС-2	Раздел 3.Оптимизация характеристик микросистемной техники						
	Тема 3.1 Подготовка и	–	–	3/2	4/6	Подготовка и решение задачи безусловной оптимизации МСТ на	Проработка

ИПКС-3	решение задачи безусловной оптимизации МСТ на примере подвижного узла акселерометра					примере подвижного узла акселерометра	теоретического материала по курсу [6.1.1, 6.1.2] Решение задач (практика + СРС) [6.1.3, 6.3.1, 6.3.2]
	Тема 3.2 «Подготовка задачи условной оптимизации МСТ (на примере чувствительных элементов акселерометров)»	–	–	3/2	4/6	«Подготовка задачи условной оптимизации МСТ (на примере чувствительных элементов акселерометров)»	
	Тема 3.3 «Методы решения задач условной оптимизации МСТ (на примере чувствительных элементов акселерометров)»	–	–	3/2	4/6	«Методы решения задач условной оптимизации МСТ (на примере чувствительных элементов акселерометров)»	
	Тема 3.4 «Оптимизация МСТ методами нелинейного программирования. Метод штрафных функций»	–	–	3/2	4/6	«Оптимизация МСТ методами нелинейного программирования. Метод штрафных функций»	
	Тема 3.5 «Оптимизация методами линейного программирования»	–	–	–	13/16	«Оптимизация методами линейного программирования»	
	Итого по разделу 3	–	–	12/8	29/40		
	ИТОГО за семестр	32/8	–	40/22	75/117		

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	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии 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 в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях, ответы на вопросы преподавателя при работе в интерактивном режиме. Практические занятия проводятся в форме решения простейших задач моделирования по конкретным темам курса как совместно с преподавателем, так и самостоятельно студентами. При решении задач преподавателем оценивается правильность решения, затраченное время, ответы на вопросы преподавателя. При проверке проверяется правильность результата, ответы на вопросы преподавателя.

Самостоятельная работа студента включает самостоятельную проработку теоретического материала по темам и разделам курса, выполнение заданий в форме подборок задач по конкретным темам курса.

Текущая аттестация проводится в форме устного опроса на практических занятиях по теоретическим материалам при защите решений индивидуальных задач.

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

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамен), если в результате изучения разделов дисциплины в рамках текущего контроля по каждой теме выполнено не менее 50 процентов заданий.

Промежуточная аттестация студентов очной формы обучения проводится в форме экзамена (очное обучение - 3семестр, очно-заочное обучение – 4семестр).

Экзамен проводится в письменной форме, если есть необходимость, то с использованием ПК. Экзаменационный билет включает в себя один теоретический вопрос и одну задачу. Время на подготовку – 45 мин. При промежуточном контроле (экзамене) успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (очная/заочная форма обучения, зачет с оценкой, 3/4 семестр) представлены в табл. 5.2. Шкала соответствия набранных баллов**и экзаменационной оценки представлена в табл. 5.3.

*Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

**Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 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
			уровень показателя «недостаточный»	уровень показателя «достаточный»	
П К С - 2 Способен к построению математических и имитационных моделей анализа и оптимизации объектов исследования на основе физических процессов и явлений, выбору численных методов их моделирования или разработки нового алгоритма решения задачи	ИПК (ИПКС)-2.2 – Производит разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков ИПК (ИПКС)-2.3 – Использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Знания: возможности современных технических и программных средств при реализации процесса проектирования, а также знает как осуществлять разбивку исследуемого объекта на функциональные узлы.	а) отсутствие участия или единичные не всегда верные высказывания; б) не умеет использовать современные технические и программные средства при реализации процесса проектирования, а также не знает как осуществлять разбивку исследуемого объекта на функциональные узлы.	а) принимает активное участие в дискуссиях, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой и смежных естественнонаучных дисциплин; б) умеет использовать современные технические и программные средства при реализации процесса проектирования, а также знает как осуществлять разбивку исследуемого объекта на функциональные узлы.	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; б) Устный опрос на практических занятиях
		Умения: производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования	в большей части ответов и при выполнении практических работ, не демонстрирует умения производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков, а также умения использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Демонстрирует умения производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков, а также умения использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования	а) Устный опрос на практических занятиях; б) Письменные практические задания
		Навыки: владеть современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также владеть навыками определения состава и структуры объекта исследования и выделения	выполнено менее 50 процентов заданий	выполнено не менее 50 процентов заданий	Практические занятия

		функциональных узлов.			
--	--	-----------------------	--	--	--

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (очная/очно-заочная форма обучения, экзамен, 3/4 семестр)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
ПКС-2 Способен к построению математических и имитационных моделей анализа и оптимизации объектов исследования на основе физических процессов и явлений, выбору численных методов их моделирования или разработки нового алгоритма решения задачи	ИПК (ИПКС)-2.2 – Производит разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков ИПК (ИПКС)-2.3 – Использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Знания: возможности современных технических и программных средств при реализации процесса проектирования, а также знает как осуществлять разбивку исследуемого объекта на функциональные узлы.	Ответа на теоретический вопрос нет. Решение задачи отсутствует. В ходе дискуссии магистр не демонстрирует нужными знаниями и практическими навыками.	Магистр отвечает верно на теоретический вопрос, но не справляется с задачей. В ходе дискуссии магистр не в состоянии решить верно задачу	Магистр дает ответ на теоретический вопрос с небольшими неточностями и решает верно задачу. В ходе дискуссии магистр демонстрирует знание материала и самостоятельно устраняет неточности в ответе.	Магистр дает абсолютно полный ответ на теоретический вопрос и верно решает предложенную задачу.	Ответ на теоретический вопрос и решение задачи.
		Умения: производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования					
		Навыки: владеть современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также владеть навыками определения состава и структуры объекта исследования и выделения функциональных узлов.					

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов* и экзаменационной оценки

Шкала оценивания*	экзаменационная оценка
Суммарное количество баллов	
0 баллов	«неудовлетворительно»
1 балл	«удовлетворительно»
2балла	«хорошо»
3 балла	«отлично»

*) – 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

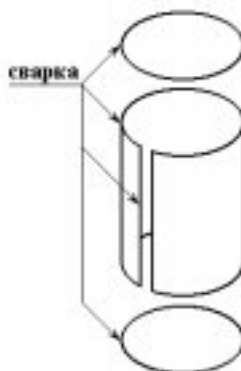
Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

выполнение практических заданий в виде решения задач;
 промежуточные контрольные работы по темам и разделам дисциплины;
 тестирование в СДО MOODLE по различным темам и разделам дисциплины.

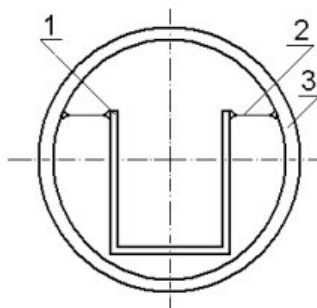
Типовые задачи для самостоятельного решения

Раздел 1.

1. Разработайте наиболее экономичную конструкцию контейнера цилиндрической формы, изготавливаемого из трех деталей, как показано на рисунке. Необходимо найти оптимальные размеры конструкции, имеющей заданный объем V , с учетом того, что наиболее дорогостоящей операцией является сварка отдельных деталей.



2. Рассчитайте оптимальные размеры маятника (высоту a и ширину b) линейного акселерометра из условия обеспечения наибольшей чувствительности (на рисунке: 1 – маятниковый ЧЭ, 2 – струнный подвес, 3 – корпус в виде кольца (цилиндра) внутренним диаметром D . ЧЭ представляет собой замкнутую рамку, сваренную из кварцевых стерженьков диаметром d). Длину l с струн считать заданной в пределах конструкции.

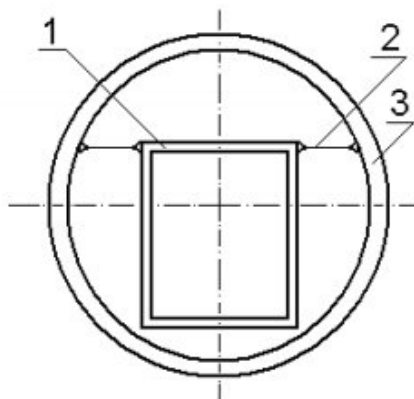


Раздел 2.

Составьте программу и рассчитайте оптимальные параметры конструкции из первого раздела (задача 2).

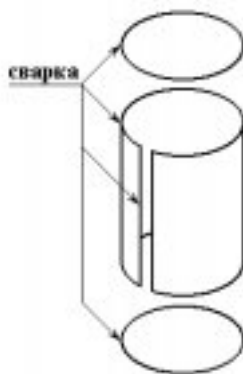
Раздел 3.

Подготовьте математическую модель для расчета рациональной топологии перфорирующих отверстий Т-образной схемы размещения (рис. 1) по плоскости маятникового ЧЭ, дающее максимально возможное снижение коэффициента газодинамического демпфирования при минимальных потерях емкости преобразователя перемещений. (На рис. 1 обозначено: 1 – ЧЭ, 2 – упругий подвес, 3 – корпус).

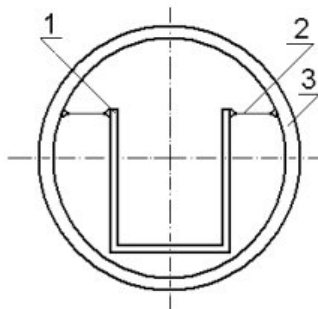


5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

1. Разработайте наиболее экономичную конструкцию контейнера цилиндрической формы, изготавливаемого из трех деталей, как показано на рисунке. Необходимо найти оптимальные размеры конструкции, имеющей заданный объем $V=0,1\text{м}^3$, с учетом того, что наиболее дорогостоящей операцией является сварка отдельных деталей.



2. Рассчитайте оптимальные размеры маятника (высоту a и ширину b) линейного акселерометра из условия обеспечения наибольшей чувствительности (на рисунке: 1 – маятниковый ЧЭ, 2 – струнный подвес, 3 – корпус в виде кольца (цилиндра) внутренним диаметром $D=35\text{мм}$. ЧЭ представляет собой замкнутую рамку, сваренную из кварцевых стерженьков диаметром $d=0,1\text{мм}$). Длину l_c струн считать заданной в пределах конструкции. Составьте программу для численной оптимизации и рассчитайте оптимальные размеры.

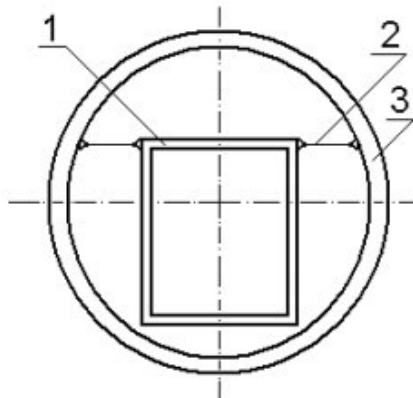


Раздел 2.

Минимизировать функцию одной переменной $y=x*\tan(x)$, указанным методом на заданном $[-1,5; 0,5]$ точностью $\epsilon = 0.001$ методами: перебора, дихотомии, золотого сечения, методом Ньютона.

Раздел 3.

Подготовьте математическую модель для расчета рациональной топологии перфорирующих отверстий Т-образной схемы размещения (рис. 1) по плоскости маятникового ЧЭ, дающее максимальновозможное снижение коэффициента газодинамического демпфирования при минимальных потерях емкости преобразователя перемещений. (На рис. 1 обозначено: 1 – ЧЭ, 2 – упругий под- вес). Составьте программу для проведения численной оптимизации по двум параметрам. Исходные данные по размерам (см. задачу №2 из первого раздела)



Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Безусловная оптимизация
2. Условная оптимизация. Метод замены переменной
3. Условная оптимизация. Метод неопределенных множителей Лагранжа
4. Условная оптимизация. Метод штрафных функций
5. Метод перебора.
6. Алгоритм поразрядного поиска.
7. Первый метод дихотомии.
8. Второй метод дихотомии.
9. Метод золотого сечения.
10. Метод аппроксимации функцией. Метод парабол.
11. Метод средней точки.
12. Метод Ньютона (метод касательных).
13. Модифицированный метод Ньютона (метод хорд).
14. Многомерная оптимизация. Метод циклического покоординатного спуска.
15. Многомерная оптимизация. Метод случайного поиска.
16. Многомерная оптимизация. Метод градиентного спуска.

Пример задачи на экзамене

Реальная характеристика прибора описывается полиномом второго порядка $y_{\text{реал}}=ax^2+1$. Идеальная характеристика выглядит следующим образом $y_{\text{ид}}=4x+2$. Настройте (подберите) параметр a измерительного устройства, чтобы реальная характеристика была максимально приближена к идеальной на рабочем диапазоне от 0 до 5. Известно, что параметр минимальное значение параметра a не меньше 5 ($a \geq 5$).

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Оптимизация характеристик микросистемной техники» 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, примеры заданий в п.

5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2-5.3, вопросы и примеры заданий в п. 5.2.2).

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

Таблицы 5.5—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-2.2 ИПКС-2.3					
Знания: возможности современных технических и программных средств при реализации процесса проектирования, а также знает как осуществлять разбивку исследуемого объекта на функциональные узлы.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания; в ответах допускает некоторые неточности и ошибки	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания; в ответах допускает некоторые неточности, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой дисциплины	Отлично понимает и может объяснять полученные знания в рамках изучаемой и смежных естественнонаучных дисциплин, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	а) контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; б) устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач;
Умения: производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Не демонстрирует умения производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков, а также не способен использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Допускает неточности припроизведении разбивки объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков, а также использовании технических и программных средств при реализации процессов проектирования	Допускает неточности припроизведении разбивки объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков, а также использовании технических и программных средств при реализации процессов проектирования. Самостоятельно исправляет ошибки после замечания преподавателя.	Отлично демонстрирует умения производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков, а также способен использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования	а) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач; б) Письменные практические задания
Навыки: владеть современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также владеть навыками определения состава и структуры объекта исследования и выделения функциональных узлов	Не демонстрирует навыки владения современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также не владеет навыками определения состава и структуры объекта исследования и выделения	Демонстрирует неточности во владении современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также навыками определения	Допускает некоторые неточности, но в ходе дискуссии уверенно демонстрирует навыки владения современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также владеет навыками определения состава и	Отлично демонстрирует навыки владения современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также владеет навыками	письменные практические задания и индивидуальная работа;

	функциональных узлов	состава и структуры объекта исследования и выделения функциональных узлов.	структуры объекта исследования и выделения функциональных узлов	определения состава и структуры объекта исследования и выделения функциональных узлов	
--	----------------------	---	---	---	--

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Учаев П.Н. Оптимизация инженерных решений в примерах и задачах [Текст] : Учебное пособие / П. Н. Учаев, Чевычелов С.А., Учаева С.П. ; Под ред. П.Н. Учаева. - Рекомендовано УМО АМ. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 176 с. – 20шт

6.1.2 Сухарев, А.Г. Методы оптимизации [Текст] : Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, Тимохов А.В., Федоров В.В. - 3-е изд., испр. и доп. ; Рекомендовано УМО. - М. : Юрайт, 2014. - 367 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). –12 шт

6.1.3 Алексеев В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Текст] : Учебное пособие / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. - 3-е изд., испр. ; Рекомендовано УМС. - М. : Физматлит, 2008. - 256 с. –25шт

6.2 Справочно-библиографическая литература

6.2.1 Измаилов, А.Ф. Численные методы оптимизации [Текст] : Учеб. пособие / А. Ф. Измаилов, М. В. Солодов. - Рекомендовано УМО. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 304 с. - 126-60. – 15шт

6.2.2 Вавилов, В.Д. Микросистемная техника [Текст] : Учебное пособие / В. Д. Вавилов. - Рекомендовано УМО. - Н.Новгород : НГТУ, 2015. - 625 с. - ISBN 978-5-502-00625-5 : 643-98.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Методические указания к самостоятельной работе / размещены в СДО MOODLE по адресу: <https://sdo.api.ntnu.ru/course/view.php?id=148>

6.3.2 Методические указания и задания к практическим занятиям / размещены в СДО MOODLE по адресу: <https://sdo.api.ntnu.ru/course/view.php?id=148>

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Пример раздела

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.

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

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

7.1.4 Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>.

7.1.5 Административно-управленческий портал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aup.ru/>.

7.1.6 Федеральный образовательный портал «Экономика Образования Менеджмент». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecsocman.edu.ru/>.

7.1.7 Сайт «Экономический портал». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://institutiones.com/>.

7.1.8 Единое окно доступа к образовательным ресурсам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/library>.

7.1.9 Официальный сайт ВТО. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wto.org/>.

7.1.10 Официальный сайт ОЭСР. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://oecd.ru/oecd_rf.html.

7.1.11 Официальный сайт Торгово-промышленной палаты РФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tpprf.ru/>.

7.1.12 Университетская информационная система Россия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>.

7.1.13 Финансово-экономические показатели Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.minfin.ru/ru/statistics/>.

7.1.14 КонсультантПлюс: Справочная правовая система. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.

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

Таблица 7.1 – Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в институте на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	
Ansys	

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	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
218 – мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа,	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор на базе Pentium IV / 2,60GHz / 1,99G / 297G/18,5 – 1 шт.	• Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) • Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3); • Microsoft Office Professional Plus 2007

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации г. Арзамас, ул. Калинина, 19	- Проектор BenQ MX764 – 1 шт. - Экран – 1 шт. ПК подключен к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в ЭИОС института	(лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).
ауд.5 (кафедра АПУ) - Лаборатория "АУ и САПР" 607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом19	персональный компьютер с подключением к интернету - 5, доска магнитно-маркерная, посадочных мест - 19, лабораторный стенд "Теория автоматического управления", учебный стенд "Виброзащита", шкаф для методической литературы, лабораторные столы - 2шт.	Пакет Microsoft Office Пакет прикладных программ: MatLab, Ansys, Solid Works

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Пример.

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 «Оптимизация характеристик микросистемной техники», 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 системе MOODLE на странице курса «Конечно-элементный анализ микросистемной техники» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=148> 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 (см. табл. 4.1, 4.2) . 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

Учебным планом не предусмотрены

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины, выработки собственной позиции по актуальным вопросам (проблемам);
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по подготовке доклада, выполнению реферата или эссе, 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

Учебным планом не предусмотрено

10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Учебным планом не предусмотрено.

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.

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/meto_d_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/prove

denie-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.