

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.

« 22 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 Проектирование микроэлектронных устройств

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств

(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная, очно-заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2020

Объем дисциплины: 180 / 5

(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: экзамен

(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: КиТ РЭС

(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: КиТ РЭС

(аббревиатура кафедры)

Разработчик(и): Шурыгин Б.Д.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 22 сентября 2017г. № 956 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 15.06.2021 г. № 8

Заведующий кафедрой _____ Ямпурин Н.П.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ, протокол от 22.06.2021 г. № 15

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

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 11.04.03-19

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).....	7
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	7
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам	7
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	15
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	17
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
6.1 Основная литература.....	20
6.2 Дополнительная литература.....	20
6.3 Нормативные документы.....	20
6.4 Методические указания к выполнению практических занятий	20
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	21
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	21
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	21
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	21
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	21
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	22
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	22
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	23
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.....	23
10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	23
10.5 Методические указания по обеспечению образовательного процесса.....	23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Проектирование микроэлектронных устройств» является изучение методологии проектирования микроэлектронных устройств в виде печатных узлов, микросборок и многокристальных модулей с учетом внешних воздействий.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- дать студентам теоретические знания и практические навыки, необходимые для компьютерного моделирования и анализа конструкций микроэлектронных устройств;
- ознакомить с комплексным подходом в проектировании микроэлектронных устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Проектирование микроэлектронных устройств» 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.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Компьютерные технологии в науке и образовании», «Основы научных исследований», «Современные технологии электронных средств».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Проектирование микроэлектронных устройств», могут быть использованы при подготовке магистерской диссертации.

Рабочая программа дисциплины «Проектирование микроэлектронных устройств» 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 «Проектирование микроэлектронных устройств» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-1, ПКС-2 и ПКС-3 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра			
	1	2	3	4
ПКС-1. Способен формулировать цели и задачи, разрабатывать техническое задание на проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения				
Основы научных исследований				
Компьютерные технологии в науке и образовании				
Проектирование микроэлектронных устройств				
Схемотехническое проектирование				
Научно-исследовательская работа				
Патентование				

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра			
	1	2	3	4
Автоматизация технологического проектирования электронных средств				
Статистические методы управления качеством электронных средств				
Проектно-технологическая практика				
Преддипломная практика				
Выполнение и защита ВКР				
ПКС-2. Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований				
Иностранный язык для научно-исследовательской работы				
Современные технологии электронных средств				
Элементы теории конформных отображений для ЭС				
Проектирование микроэлектронных устройств				
Схемотехническое проектирование				
Математическое моделирование устройств и систем				
Применение пакетов прикладных программ в проектировании электронных средств				
Патентование				
САПР в электронике				
Кадровый менеджмент				
Обеспечение информационной безопасности в инфокоммуникациях				
Коммерциализация результатов научных исследований и разработок				
Компьютерное и схемотехническое проектирование электронных средств				
Объектно-ориентированное программирование				
Проектно-технологическая практика				
Преддипломная практика				
Выполнение и защита ВКР				
ПКС-3. Способен разрабатывать проектно-конструкторскую и техническую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями				
Компьютерные технологии в науке и образовании				
Проектирование микроэлектронных устройств				
Схемотехническое проектирование				
Научно-исследовательская работа				
Базы данных и базы знаний				
САПР в электронике				
Методы планирования и проведение современного эксперимента				
Открытые информационные системы				
Автоматизация технологического проектирования электронных средств				
Статистические методы управления качеством электронных средств				
Проектно-технологическая практика				
Преддипломная практика				
Выполнение и защита ВКР				

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Проектирование микроэлектронных устройств», 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-1. Способен формулировать цели и задачи, разрабатывать техническое задание на проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	ИПКС-1.2. Определяет цели, осуществляет постановку задач проектирования микроэлектронных устройств различных назначений.	Знать: Современное состояние и перспективы развития микроэлектроники и микроэлектронных устройств.	Уметь: Формулировать цели и задачи проектирования микроэлектронных устройств различных назначений.	Владеть: Навыками самостоятельного поиска и анализа специальной научно-технической литературы по тематике исследований и разработок микроэлектронных устройств.
	ИПКС-1.3. Умеет формировать техническое задание на выполнение проектных работ, используя стандартные программные			
ПКС-2. Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ИПКС-2.2. Использует стандартные и специализированные программные средства для компьютерного моделирования микроэлектронных устройств различных назначений.	Знать: Назначение, характеристики, особенности используемого программного обеспечения. Последовательность и техника разработки математических моделей микроэлектронных устройств (МЭУ). Особенности технологий изготовления микроэлектронных устройств. Действующие нормативные требования и государственные стандарты в области проектирования МЭУ.	Уметь: Осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования микроэлектронных устройств. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса. Согласовывать технические условия и задания на проектируемые устройства.	Владеть: Навыками анализа, уточнения и согласования технического задания на проектируемое микроэлектронное устройство. Навыками моделирования конструкции всего устройства и отдельных его компонентов и узлов. Навыками выбора типа элементов с учетом технических требований, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его изготовления.
ПКС-3. Способен разрабатывать проектно-конструкторскую и техническую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	ИПКС-3.3. Умеет вести техническую и проектно-конструкторскую документацию по установленным формам с использованием стандартных средств компьютерного проектирования.	Знать: Правила и нормы ведения и оформления технической и проектно-конструкторской документации	Уметь: Формулировать требования к показателям качества микроэлектронных устройств различных назначений.	Владеть: Навыками самостоятельной разработки и оформления технической и проектно-конструкторской документации, анализа существующей документации.

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 / очно-заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		1 семестр/ 1 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180/180	180/180
1. Контактная работа:	47/35	47/35
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	38/26	38/26
занятия лекционного типа (Л)	18/8	18/8
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	20/18	20/18
лабораторные работы (ЛР)	–	–
1.2. Внеаудиторная, в том числе	9/9	9/9
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	3/3	3/3
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/2
2. Самостоятельная работа (СРС)	133/145	133/145
реферат/эссе (подготовка)	–	–
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	–	–
контрольная работа	–	–
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	50/70	50/70
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.)	47/39	47/39
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	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 / очно-заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
1 семестр/1 семестр						
ПКС-1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3	Раздел 1. Задачи и проблемы создания микрoeлектронных устройств					
	Задачи и тенденции развития микрoeлектронных устройств. Показатели миниатюризации. Комплексная микроминиатюризация электронных средств. Проблемы и ограничения при проектировании ЭС и ее элементной базы.	2/1	—	—	4/4	Подготовка к лекциям [6.1.5]
	Итого по 1 разделу	2/1	—	—	4/4	

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		
ПКС-3 ИПКС-3.3	Раздел 2. Вопросы конструирования микросистемных устройств					
	Печатные узлы и модули, получаемые методом монтажа на поверхность. Проектирование посадочных мест компонентов на платы. Проектирование переходных и монтажных отверстий, контактных площадок. Задачи защиты ЭС от внешних воздействий. Конструкции корпусов микросхем. Монтаж микросхем на плату. Состояние и перспективы развития коммутационных плат. Микросборки. Трехмерная сборка кристаллов в МЭУ. Перспективные технологии изготовления трехмерных сборок.	4/1	—		15/10	Подготовка к лекциям [6.1.4; 6.1.5; 6.2.1]
	Практическое занятие №1. Сравнительный анализ микросборки и печатного узла по комплексному показателю качества.			4/2	2/2	Подготовка к ПЗ[6.4.1]
	Итого по 2 разделу	4/1	—	4/2	17/12	
ПКС-2 ИПКС-2.2	Раздел 3. Проектирование и компьютерное моделирование микросистемных устройств с учетом внешних воздействий					
	Комплексные системы САПР микросистемных устройств. Система АСОНИКА. Основные задачи, решаемые системой АСОНИКА, ее состав. Возможности формирования электронного (виртуального) макета разрабатываемого устройства с помощью системы АСОНИКА. Роль и задачи теплового моделирования (ТМ) в процессе разработки МЭУ. Иерархия конструкций ЭС с позиции ТМ, поэтапное моделирование. Основные методы ТМ. Электротепловая аналогия. Подсистема моделирования тепловых процессов АСОНИКА-Т, ее возможности. Математические основы работы подсистемы АСОНИКА-Т. Основные положения работы в АСОНИКА-Т. Примеры построения тепловых моделей различных конструкций. Подготовка исходных данных, расчет, получение результатов и их анализ. Комплексное моделирование и расчет стойкости печатных узлов ЭС к механическим и тепловым воздействиям (АСОНИКА-ТМ). Порядок работы в подсистеме. Пример комплексного моделирования промышленного изделия на стойкость к механическим и тепловым воздействиям. Назначения и возможности подсистем АСОНИКА-М, АСОНИКА-М-3D и АСОНИКА-В. Примеры моделирования конструктивов типа блок, стойка в этих подсистемах. Моделирование усталостной механической прочности печатных узлов (АСОНИКА-УСТ). Электромагнитные помехи для блоков и их источники. Методика моделирования электромагнитных процессов. Конструкции экранов. Требования к материалам экрана. Выполнение отверстий в экранах. Расчет «защелочного волновода». Возможности АСОНИКА-ЭМС. Синтез модели для расчета эффективности экранирования. Пример моделирования корпуса блока и расчета эффективности его экранирования.	12/6			20/17	Подготовка к лекциям [6.1.1; 6.1.2; 6.1.3]

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		
	Практическое занятие №2. Моделирование и расчет теплового режима транзистора на радиаторе с помощью подсистемы АСОНИКА-Т.			4/4	2/2	Подготовка к ПЗ [6.4.2; 6.1.1; 6.1.2; 6.1.3]
	Практическое занятие №3. Моделирование и расчет теплового режима блока в герметичном корпусе с помощью подсистемы АСОНИКА-Т.			4/4	2/2	
	Практическое занятие №4, 5. Моделирование и расчет конструкции печатного узла с учетом тепловых и механических воздействий с помощью подсистемы АСОНИКА-ТМ.			8/8	2/2	
	Итого по 3 разделу	12/6	–	16/16	26/86	
	Курсовой проект (КП) на тему: «Моделирование и расчет конструкции печатного узла с учетом тепловых и механических воздействий»				50/70	Подготовка КП [6.1.5; 6.1.1; 6.1.2; 6.1.3]
	Итого по дисциплине	18/8	–	20/18	97/109	

47/39

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

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

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

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

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Проектирование микросистемных устройств» проводятся преподавателем дисциплины.

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

Тесты по разделам 1-3 содержат по 5-10 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 10 минут. На каждый тест дается 2 попытки.

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

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

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену), если в результате изучения

разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% вопросов тестов и предоставил отчеты по всем практическим работам.

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

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

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ПКС-1. Способен формулировать цели и задачи, разрабатывать техническое задание на проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	ИПКС-1.2. Определяет цели, осуществляет постановку задач проектирования микроэлектронных устройств различных назначений. ИПКС-1.3. Строит простейшие физические и математические модели микроэлектронных устройств различного назначения, а также использует программные средства их компьютерного моделирования.	Знать: Современное состояние и перспективы развития микроэлектроники и микроэлектронных устройств.	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		Уметь: Формулировать цели и задачи проектирования микроэлектронных устройств различных назначений.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)
		Владеть: Навыками самостоятельного поиска и анализа специальной научно-технической литературы по тематике исследований и разработок микроэлектронных устройств.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)
ПКС-2. Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ИПКС-2.2. Использует стандартные и специализированные программные средства для компьютерного моделирования микроэлектронных устройств различных назначений.	Знать: Назначение, характеристики, особенности используемого программного обеспечения. Последовательность и технику разработки математических моделей микроэлектронных устройств (МЭУ). Особенности технологий изготовления микроэлектронных устройств. Действующие нормативные требования и государственные стандарты в области проектирования МЭУ.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)
		Уметь: Осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования микроэлектронных устройств. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса. Согласовывать технические условия и задания на проектируемые устройства.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)
		Владеть: Навыками анализа, уточнения и согласования технического задания на проектируемое микроэлектронное устройство. Навыками моделирования конструкции всего устройства и отдельных его компонентов и узлов. Навыками выбора типа элементов с учетом технических требований, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его изготовления.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ПКС-3. Способен разрабатывать проектно-конструкторскую и техническую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	ИПКС-3.3. Умеет вести техническую и проектно-конструкторскую документацию по установленным формам с использованием стандартных средств компьютерного проектирования действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации	Знать: Правила и нормы ведения и оформления технической и проектно-конструкторской документации	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		Уметь: Формулировать требования к показателям качества микроэлектронных устройств различных назначений	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)
		Владеть: Навыками самостоятельной разработки и оформления технической и проектно-конструкторской документации, анализа существующей документации.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)

*) за каждый тест назначается по 1 баллу;

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
ПКС-1. Способен формулировать цели и задачи, разрабатывать техническое задание на проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	ИПКС-1.2. Определяет цели, осуществляет постановку задач проектирования микроэлектронных устройств различных назначений. ИПКС-1.3. Строит простейшие физические и математические модели микроэлектронных устройств различного назначения, а также использует программные средства их компьютерного моделирования	Знать: Современное состояние и перспективы развития микроэлектроники и микроэлектронных устройств	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
		Уметь: Формулировать цели и задачи проектирования микроэлектронных устройств различных назначений.	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета
ПКС-2. Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ИПКС-2.2. Использует стандартные и специализированные программные средства для компьютерного моделирования микроэлектронных устройств различных назначений.	Знать: Назначение, характеристики, особенности используемого программного обеспечения. Последовательность и технику разработки математических моделей микроэлектронных устройств (МЭУ). Особенности технологий изготовления микроэлектронных устройств. Действующие нормативные требования и государственные стандарты в области проектирования МЭУ.	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
		Уметь: Осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования микроэлектронных устройств. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса. Согласовывать технические условия и задания на проектируемые устройства.	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
ПКС-3. Способен разрабатывать проектно-конструкторскую и техническую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	ИПКС-3.3. Умеет вести техническую и проектно-конструкторскую документацию по установленным формам с использованием стандартных средств компьютерного проектирования	Знать: Правила и нормы ведения и оформления технической и проектно-конструкторской документации	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
		Уметь: Формулировать требования к показателям качества микроэлектронных устройств различных назначений	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	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 баллов	0...2 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
2 балла	3 балла	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
2 балла	4...5 баллов	не менее 2 баллов	«хорошо»
2 балла	6 баллов	не менее 2 баллов	«отлично»

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

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

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

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

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

выполнение практических заданий, оформление отчетов по практическим занятиям;
тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

Типовые тестовые задания для текущего контроля

Раздел 1. Задачи и проблемы создания микроэлектронных устройств

Укажите принципиальное отличие МСБ от выпускаемых серийно гибридно-пленочных микросхем:

- А) Другая технология изготовления
- Б) МСБ характеризуются более высокими степенями интеграции
- В) МСБ имеют меньшие габариты и массу
- Г) МСБ – изделия частного применения
- Д) Микросборки не имеют корпуса

Раздел 2. Вопросы конструирования микроэлектронных устройств

2.1 Укажите диапазон толщин медной фольги, используемой в печатных платах. Выбрать правильный вариант:

- А) (1 – 3) мкм
- Б) (5 – 100) мкм
- В) (0,1 – 0,5) мм

2.2 Укажите существующие виды защиты МСБ от внешних воздействий

- А) индивидуальная
- Б) частичная
- В) локальная
- Г) групповая (общая)

Раздел 3. Проектирование и компьютерное моделирование микроэлектронных устройств с учетом внешних воздействий

3.1 Укажите метод моделирования тепловых процессов, широко используемый в АСОНИКА-Т

- А) метод тепловой характеристики
- Б) инверсии
- В) изотермических объемов
- Г) изотермических поверхностей
- Д) перевода системы

Типовые задания для практических занятий

Практическое занятие №2. Моделирование и расчет теплового режима транзистора на радиаторе с помощью подсистемы АСОНИКА-Т.

В одном из вариантов задания необходимо разработать модель и произвести расчет стационарного теплового режима транзистора, установленного на радиатор (рисунок 5.1), при следующих исходных данных:

- транзистор в металлопластиковом корпусе ТО-220 установлен на радиаторе со смазкой КПТ-8;
- внутреннее тепловое сопротивление (переход-корпус) 3 К/Вт;
- тепловая мощность транзистора 1 Вт;
- размеры корпуса транзистора по осям X, Y, Z, соответственно, 15, 10 и 2 мм;
- транзистор располагается горизонтально;
- материал корпуса – дюралюминий Д16;
- температура окружающей среды 25 °С;
- допустимая температура р-п перехода 150 °С.

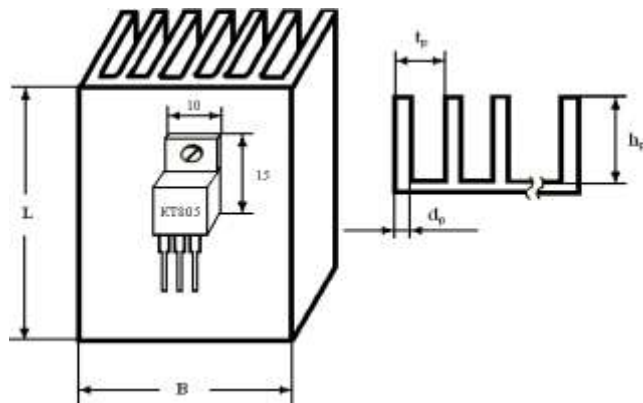


Рис. 5.1 – Эскиз конструкции узла «транзистор на радиаторе»

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

Типовые вопросы для подготовки к экзамену

1. Понятия интеграции, миниатюризации и микроминиатюризации электронных устройств.
2. Показатели интеграции, проблемы и ограничения, основные пути развития.
3. Микросборки и многокристальные модули, причины их появления.
4. Направления развития коммутационных плат.
5. Комплексная микроминиатюризация ЭС.
6. Трехмерная сборка кристаллов микроэлектронных устройств (МЭУ).
7. Перспективные трехмерные технологии сборки МЭУ.
8. Способы установки и монтажа компонентов на печатную плату.
9. Внешние дестабилизирующие факторы и их влияние на работу МЭУ.
10. Основные способы защиты МЭУ от факторов внешней среды.
11. Основные виды корпусов интегральных схем, их характеристики.
12. Внутреннее тепловое сопротивление навесных компонентов.
13. Способы обеспечения нормального теплового режима МЭУ
14. Принцип местного влияния и суперпозиции температурных полей.
15. Принцип электротепловой аналогии.
16. Основные задачи, решаемые системой АСОНИКА, ее состав.
17. Иерархия конструкций ЭС, поэтапное тепловое моделирование.
18. Назначение и возможности подсистемы АСОНИКА-Т.
19. Назначение и возможности подсистемы АСОНИКА-ТМ.

20. Порядок работы в подсистеме АСОНИКА-ТМ.
21. Виды анализируемых конструкций и их особенности.
22. Ввод топологической информации анализируемого устройства.
23. Организация библиотеки радиоэлементов.
24. Виды граничных условий и их задание.
25. Теплофизические параметры печатной платы, ввод этих параметров.
26. Представление и анализ результатов теплового расчета.
27. Ввод исходных данных для анализа узла на стойкость к механическим воздействиям.
28. Представление и анализ результатов механического расчета.
29. Конструкции, преимущества и недостатки односторонних и двухсторонних ПП.
30. Базовые материалы коммутационных плат, основные критерии выбора.
31. Конструкции, характеристики и области применения многослойных печатных плат.
32. Размещение радиоэлементов (РЭ) на плате – основные правила и нормы.
33. Разработка топологии печатных плат – основные правила и нормы.
34. Установка и монтаж РЭ на плату – основные варианты, их достоинства и недостатки.
35. Методы и средства защиты ПУ от воздействий внешней среды. Основные технологии влагозащиты ПУ.

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Проектирование функциональных узлов» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).
2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенций ПКС-1, ПКС-2 и ПКС-3, формируемых в рамках 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-1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3					
Знать: Современное состояние и перспективы развития микроэлектроники и микроэлектронных устройств.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: Формулировать цели и задачи проектирования микроэлектронных устройств различных назначений.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Промежуточная аттестация
Владеть: Навыками самостоятельного поиска и анализа специальной научно-технической литературы по тематике исследований и разработок микроэлектронных устройств.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ
ПКС-2 ИПКС-2.2					
Знать: Назначение, характеристики, особенности используемого программного обеспечения. Последовательность и технику разработки математических моделей микроэлектронных устройств (МЭУ). Особенности технологий изготовления микроэлектронных устройств. Действующие нормативные требования и государственные стандарты в области проектирования МЭУ.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: Осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования микроэлектронных устройств. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса. Согласовывать технические условия и задания на проектируемые устройства.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Промежуточная аттестация
Владеть: Навыками анализа, уточнения и согласования технического задания на проектируемое микроэлектронное устройство.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ

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»	
Навыками моделирования конструкции всего устройства и отдельных его компонентов и узлов. Навыками выбора типа элементов с учетом технических требований, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его изготовления.					
ПКС-3 ИПКС-3.3					
Знать: Правила и нормы ведения и оформления технической и проектно-конструкторской документации.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: Формулировать требования к показателям качества микроэлектронных устройств различных назначений	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Промежуточная аттестация
Владеть: Навыками самостоятельной разработки и оформления технической и проектно-конструкторской документации, анализа существующей документации.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий. Том 1/Под ред. Кофанова Ю.Н., Малютина Н.В., Шалумова А.С. – Энергоатомиздат, 2007.

6.1.2. Исследование тепловых характеристик РЭС методами математического моделирования: Монография/В.В. Гольдин, В.Г. Журавский, В.И. Коваленок и др.: Под ред. А.В. Сарафанова. – М.: Радио и связь, 2003.

6.1.3. Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физических процессов в радиоэлектронных средствах с учетом внешних воздействий/Под ред. А.С. Шалумова. – М.: Радиотехника, 2013.

6.1.4 Леухин В.Н. Радиоэлектронные узлы с монтажом на поверхность: конструирование и технология: учебное пособие/ В. Н. Леухин. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 248 с.

6.1.5 Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005, - 560 с.

6.1.6 Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств: учебник / Н.К. Юрков. – 2-е изд., испр., доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 480 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168617>.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1. Медведев А. Печатные платы. Конструкции и материалы / А. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.

6.2.2. Загородных О.В. Технология изготовления печатных плат и сборка функциональных узлов: учебное пособие / О. В. Загородных. – Омск: ОмГТУ, 2019. – 164 с. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/149098>.

6.3 Нормативные документы

6.3.1 ГОСТ Р 53429-2009. Платы печатные. Основные параметры конструкции.

6.3.2 ГОСТ 2.417-91. ЕСКД. Платы печатные. Правила выполнения чертежей.

6.3.3 ГОСТ 29137-91. Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования.

6.3.4 ГОСТ 2.702-2011. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.

6.3.7 ГОСТ Р МЭК 61191-1–2010. Печатные узлы. Часть 1. Поверхностный монтаж и связанные с ним технологии. Общие технические требования.

6.3.8 ГОСТ Р МЭК 61191-2–2010. Печатные узлы. Часть 2. Поверхностный монтаж. Технические требования.

6.4 Методические указания к выполнению практических занятий

6.4.1 Шурыгин, Б.Д. Сравнительный анализ конструкций микросборки и печатного узла по комплексному показателю качества: метод. указания по выполнению практического занятия / Б.Д. Шурыгин; АПИ (филиал НГТУ) – Арзамас, 2015 – 15 с.

6.4.2 Шурыгин, Б.Д. Моделирование и расчет теплового режима транзистора на радиаторе с помощью подсистемы АСОНИКА-Т: метод. указания по выполнению практического занятия / Б.Д. Шурыгин; АПИ (филиал НГТУ) – Арзамас, 2015 – 25 с.

6.4.3 Шурыгин, Б.Д. Моделирование и расчет теплового режима блока в герметичном корпусе: метод. указания по выполнению практического занятия / Б.Д. Шурыгин; АПИ (филиал НГТУ) – Арзамас, 2015 – 18 с.

6.4.4 Шурыгин, Б.Д. Моделирование и расчет конструкции печатного узла с учетом тепловых и механических воздействий с помощью подсистемы АСОНИКА-ТМ: метод. указания

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

7.1.3 Сайт компании «Резонит». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rezonit.ru/articles/>

7.1.4 Сайт компании «Асоника». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.asonika-online.ru>

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

7.2.1 Пакет программ АСОНИКА версии не ниже 7.0. Минимальный состав пакета: АСОНИКА-Т, АСОНИКА-ТМ, АСОНИКА-БД, АСОНИКА-ИД, АСОНИКА-ЭМС, АСОНИКА-МЗД.

7.2.2 PCAD 2006 (только для просмотра и подготовки файлов к моделированию).

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

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
224 - Лаборатория "Конструирование РЭС", г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	1) четыре компьютера с установленным программным обеспечением 2) мультимедийный проектор и экран для проектора 3) электронный микроскоп фирмы Intel 4) витрина с образцами материалов и изделий РЭС
315 – Лаборатория "Проектирование ЭС на принципах CALS технологий" г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	1) рабочих мест студента – 6 шт.; 2) ПК, с установленным пакетом программ АСОНИКА – 3 шт; 3) Цветной лазерный принтер HP – 1 шт.

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 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 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 занятиях семинарского типа

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

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

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

10.4 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.

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

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 _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

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