

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор АПИ НГТУ:

_____ Глебов В.В.
(подпись) (ФИО)

« 22 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Микро- и нанотехнологии

(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): Лазарева Е.И.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2021г.

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 № 11.04.03-16

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

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

Оглавление

1.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
1.1	Цель освоения дисциплины (модуля).....	4
1.2	Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2.	МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3.	КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4.	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	5
4.1	Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	5
4.2	Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам.....	5
5.	ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	7
5.1	Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	7
5.2	Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	10
5.2.1	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости .	10
5.2.2	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации	11
5.3	Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине.....	11
6.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
6.1	Учебная литература.....	13
6.2	Справочно-библиографическая литература.....	13
6.3	Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	13
7.	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
7.1	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	14
7.2	Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	14
8.	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	14
9.	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	14
10.	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	16
10.1	Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	16
10.2	Методические указания для занятий лекционного типа	16
10.3	Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.....	17
10.4	Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	17
10.5	Методические указания по обеспечению образовательного процесса	17

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Микро- и нанотехнологии» является получение знаний необходимых для решения актуальных задач в сфере профессиональной деятельности. Курс направлен на повышение знаний в области проектирования микро- и нанoeлектроники.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)

К основным задачам освоения дисциплины относятся:

- получение знаний в области проектирования микро- и нанoeлектроники;
- разработка технических заданий на проектирование технологических процессов производства электронных средств;
- проектирование технологических процессов производства электронных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Микро- и нанотехнологии» включена в перечень дисциплин вариативной части, определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «История и методология науки и техники в области радиоэлектроники», «Современные технологии электронных средств».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Микро- и нанотехнологии» необходимы при освоении следующих дисциплин: «Проектно-технологическая практика» «Преддипломная практика» и при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Микро- и нанотехнологии» 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 «Микро- и нанотехнологии» направлен на формирование элементов профессиональной компетенции ПКС-4 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-4. Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства				
Иностранный язык для научно-исследовательской работы				
Микро- и нанотехнологии				
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 «Микро- и нанотехнологии», 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-4. Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	ИПКС-4.1. Знает фундаментальные основы физических и химических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств радиоэлектронных систем и комплексов ИПКС-4.3. Проектирует технологические процессы, в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства изделий электронной техники	Знать: Фундаментальные основы физических и химических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств радиоэлектронных систем и комплексов. Методы проектирования технологических процессов производства электронных средств.	Уметь: Проектировать технологические процессы производства электронных средств	Владеть: Навыки проектирования технологических процессов производства электронных средств

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 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

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

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 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:	54/36	54/36
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	48/30	48/30
занятия лекционного типа (Л)	8/6	8/6
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	24/16	24/16
лабораторные работы (ЛР)	16/8	16/8
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)	126/144	126/144
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.)	90/108	90/108
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 очного 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		
3 семестр / 4 семестр						
ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.3.	Тема 1. МИКРОЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАК НАУКА	1/1			9/14	Изучение теоретического материала [6.1.1], [6.1.2]
	Тема 2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОДЛОЖЕК ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	1/1			9/14	
	Тема 3. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК	1/1			9/14	
	Тема 4. ТЕХНОЛОГИЯ ТОЛСТОПЛЁНОЧНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	1/0,5			9/14	
	Тема 5. ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ КОНФИГУРАЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	1/0,5			9/14	
	Тема 6. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СХЕМ (ИПС)	2/1,0			13/14	
	Тема 7. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА НАНОТЕХНОЛОГИИ	1/1			12/14	
	Практическая работа №1. Базовые технологические процессы в микроэлектронике			4/ -	2/-	Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №2. Изучение полупроводниковых подложек.			4/4	2/2	
	Практическая работа №3. Исследование методов получения тонких пленок			4/ -	2/-	
	Практическая работа №4. Процессы эпитаксии и диффузии в технологии полупроводниковых интегральных схем			8/4	4/2	
	Практическая работа №5. Изучение методов и средств нанотехнологии			4/4	2/2	
	Лабораторная работа№1. Технологические процессы изготовления однослойных и двухсторонних печатных плат		8/8		4/4	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Лабораторная работа№2. Технологические процессы изготовления многослойных печатных плат		8/-		4/-	
	ИТОГО за семестр		8/6	16/8	24/16	90/108
ИТОГО по дисциплине		8/6	16/8	24/16	90/108	

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 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 «Микро- и нанотехнологии» проводятся преподавателем дисциплины.

На лекциях оценивается посещаемость студентом лекции, активность участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов, индивидуальные выступления по заданным на самостоятельное рассмотрение темам.

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, ответы на предложенные преподавателем контрольные вопросы устно.

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 набрал в ходе текущего контроля по ПКС-4 не менее 2 баллов (2 балла – по результатам выполнения практических заданий).

По итогам освоения дисциплины «Микро- и нанотехнологии» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена и предполагает письменный ответ студента по билетам на теоретические вопросы. Экзаменационный билет для промежуточной аттестации содержит три теоретических вопроса. Время на подготовку ответов - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 2 баллов.

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

*Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.

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 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
ПКС-4. Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	ИПКС-4.1. Знает фундаментальные основы физических и химических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств радиоэлектронных систем и комплексов ИПКС-4.3. Проектирует технологические процессы, в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства изделий электронной техники	Знания:	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	а) Контроль посещения лекций б) Контроль участия в дискуссиях на лекциях в) Проверка конспектов лекций
		Фундаментальные основы физических и химических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств радиоэлектронных систем и комплексов. Методы проектирования технологических процессов производства электронных средств.	а) посещение <30% всех лекций б) отсутствие участия в обсуждении вопросов в) конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам не составлен г) верно выполнено <40% тестовых вопросов	а) посещение ≥30%, но <50% всех лекций б) единичное высказывание в обсуждении вопросов в) составлен не полный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам г) верно выполнено ≥40%, но < 60% тестовых вопросов	а) посещение ≥50%, но <80% всех лекций б) активное участие в обсуждении вопросов в) составлен полный, но логически не связанный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам г) верно выполнено ≥60%, но <80% тестовых вопросов	а) посещение всех лекций б) высказывает неординарные суждения в дискуссиях в) составлен полный, логически связанный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам г) верно выполнено ≥80% тестовых вопросов	
		Умения:	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ и практических заданий: ПЗ№1-5, ЛР№1-2
		Проектировать технологические процессы производства электронных средств	Студент не демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент не уверенно демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (в полном объеме, вовремя, с незначительными замечаниями), обосновать свои суждения при защите отчета	Студент уверенно демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (правильно, вовремя, в полном объеме), уверенно обосновать свои суждения при защите отчета	
		Навыки (при наличии):	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ и практических заданий: ПЗ№1-5, ЛР№1-2
		Навыки проектирования технологических процессов производства электронных средств	Студент не владеет самостоятельными навыками выполнения индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент неуверенно владеет самостоятельными навыками выполнения и оформления индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент хорошо владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов в рамках профессиональной деятельности	Студент уверенно владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов (рекомендаций) в рамках профессиональной деятельности	

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

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Показатели контроля успеваемости
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
	Знания:	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.3.	Фундаментальные основы физических и химических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств радиоэлектронных систем и комплексов. Методы проектирования технологических процессов производства электронных средств.	а) не правильный ответ на все теоретические вопросы билета б) слабое понимание теоретического материала в) отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы г) не может ответить на дополнительные вопросы д) отказ от ответа	а) грубые ошибки при ответах на вопросы и /или не правильный ответ более чем на 30% вопросов б) слабое знание теоретического материала в) в большинстве случаев отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	а) правильный и уверенный ответ на большинство вопросов, при наводящих вопросах преподавателя исправляются ошибки в ответе б) хорошее знание теоретического материала в) не всегда присутствует способность аргументировать собственные утверждения и выводы	а) правильный и уверенный ответ на вопросы б) глубокое знание теоретического материала в) способность аргументировать собственные утверждения и выводы	Контроль использования практических примеров в ответе Контроль ответов на дополнительные вопросы
	Умения и навыки (при наличии):	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.3.	Проектировать технологические процессы производства электронных средств Навыки проектирования технологических процессов производства электронных средств	не может выполнить практическое задание, полученные на экзамене;	слушатель правильно ответил на один теоретический вопрос или выполнил практическое задание, полученные на экзамене; при наводящих вопросах преподавателя может частично ответить на дополнительные вопросы	слушатель правильно, с приведением примеров ответил на один теоретический вопрос и выполнил практическое задание, полученные на экзамене; при наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе на дополнительные вопросы	слушатель правильно, с приведением примеров ответил на все вопросы и выполнил практическое задание, полученные на экзамене; ответил на дополнительные вопросы	Контроль умения (навыка) решать типовые задачи с выбором известного метода, способа

Промежуточная аттестация по дисциплине пройдена, если слушатель набрал не менее 2 баллов за экзамен.

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

Баллы за текущую успеваемость**	Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
	Суммарное количество баллов***	
0..5 баллов	0..1 балл	«неудовлетворительно»
6..11 баллов	2..3 балла	«удовлетворительно»
12..17 баллов	4..5 баллов	«хорошо»
18 баллов	6 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

- выполнение лабораторных работ (выполнение заданий по вариантам с использованием ПК, ответы на контрольные вопросы) и практических заданий (решение задач, ответы на контрольные вопросы), оформление отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям;
- тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

Типовые контрольные вопросы для лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Технологические процессы изготовления однослойных и двухсторонних печатных плат

1. Какие методы изготовления ОПП и ДПП Вы знаете?
2. Какова последовательность формирования проводников на ОПП при изготовлении субтрактивным негативным методом с использованием пленочного фоторезиста.
3. Какова последовательность формирования проводников на ОПП при изготовлении субтрактивным негативным методом с использованием трафаретной печати?
4. Какова последовательность формирования проводников на слоях ДПП при изготовлении субтрактивным негативным методом?
5. Какова последовательность формирования проводников на слоях ДПП при изготовлении субтрактивным методом «тентинг»?
6. Какова последовательность формирования проводников на слоях ДПП при изготовлении субтрактивным позитивным методом?
7. Как производится совмещение рисунка проводников и межслойных переходов в ДПП?
8. Что Вы знаете о сверлении отверстий в печатных платах?
9. Какие способы очистки и подготовки стенок отверстий под металлизацию Вы знаете?
10. Как производится химическая и гальваническая металлизация стенок отверстий в ДПП?

Типовые контрольные вопросы для практических занятий

Практическая работа №1. Базовые технологические процессы в микроэлектронике

1. Микроэлектронная технология как наука
2. Этапы развития микроэлектронной технологии
3. Характерные особенности микроэлектронной технологии
4. Параметры микроэлектронных ТП
5. Классификация основных изделий микроэлектроники и технологических полуфабрикатов

6. Классификация методик микроэлектронной технологии
7. Классификация процессов, обеспечивающих реализацию технологических методик микроэлектроники
8. Сущность, достоинства и недостатки микроэлектронных технологических методик
9. Типовые техпроцессы производства тонкопленочных и толстопленочных ГИС
10. Типовой техпроцесс производства полупроводниковых приборов
11. Типовые техпроцессы производства микроблоков на гибких многослойных платах и многоуровневых керамических подложках

Типовые задачи для практических занятий

Практическая работа №3. Исследование методов получения тонких пленок

Задание.

1. Изучить теоретический материал по теме практического задания.
2. Составить структурную схему типового техпроцесса производства тонкопленочных микросборок.
3. Ответить на контрольные вопросы.

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

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации обучающихся сформирован в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Микро- и нанотехнологии» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=160>.

Регламент проведения промежуточной аттестации в форме тестирования в MOODLE

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
32	20	20

5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Микро- и нанотехнологии» 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 и 5.3, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенций ПКС-4, 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-4. Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства ИПКС-4.1. Знает фундаментальные основы физических и химических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств радиоэлектронных систем и комплексов ИПКС-4.3. Проектирует технологические процессы, в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства изделий электронной техники					
Знать: Фундаментальные основы физических и химических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств радиоэлектронных систем и комплексов. Методы проектирования технологических процессов производства электронных средств.	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	Контроль посещения лекций. Контроль участия в дискуссиях. Проверка конспектов лекций. Промежуточная аттестация.
Уметь: Проектировать технологические процессы производства электронных средств	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита лабораторных работ и практических заданий. Промежуточная аттестация.
Владеть навыками: Навыки проектирования технологических процессов производства электронных средств	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение и защита лабораторных работ и практических заданий. Промежуточная аттестация.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Галочкин, В. А Введение в нанотехнологии и наноэлектронику : конспект лекций / В. А Галочкин. – Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013. – 364 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/71825.html>.

6.1.2 Ремпель А.А. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие / Ремпель А.А., Валеева А.А.. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 136 с. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/68346.html>.

6.1.3 Головицына М.В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Головицына М.В.– Электрон. текстовые данные.– М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2011.– 503 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22439>.

6.1.4 Нанотехнологии в электронике-3.1 / И.И. Амиров [и др.].. – Москва : Техносфера, 2016. – 480 с. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/58864.html>.

6.1.5 Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Орликов Л.Н.– Электрон. текстовые данные.– Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.– 98 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13990>.

6.1.6 Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Орликов Л.Н.– Электрон. текстовые данные.– Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.– 100 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13991>.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 . Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ В.И. Аверченков [и др.]– Электрон. текстовые данные.– Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.– 212 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7010>.

6.2.2 Витязь П.А. Наноматериаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Витязь П.А., Свидуневич Н.А., Куис Д.В.– Электрон. текстовые данные.– Минск: Вышэйшая школа, 2015.– 512 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35501>.

6.2.3. Ремпель А.А. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие / Ремпель А.А., Валеева А.А.. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 136 с. – ISBN 978-5-7996-1401-0. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/68346.html>.

6.2.4. Филяк М.М. Конструктивно-технологические основы микроэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Филяк М.М.– Электрон. текстовые данные.– Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.– 112 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30059>.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Калинина Т.В. Технологические процессы микро- и наноэлектроники. Конспект лекций для студентов всех форм обучения направления 210200: Конспект лекций / Сост. Т.В. Калинина; АПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Арзамас: Издательство ООО «Ассоциация ученых» г. Арзамаса, 2010. – 148 с.

6.3.2 Методические указания для лабораторных работ по освоению дисциплины «Микро- и нанотехнологии». Рекомендованы заседанием кафедры «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» АПИ НГТУ, протокол №6 от 25.05.2021г.

6.3.3 Методические указания для практических работ по освоению дисциплины «Микро- и нанотехнологии». Рекомендованы заседанием кафедры «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» АПИ НГТУ, протокол №6 от 25.05.2021г.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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 Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>.

7.1.5 Информационный портал «INGENERYI.INFO». Режим доступа: <https://ingeneryi.info>.

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

7.2.1 MS Office

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
220 – компьютерный класс для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Intel(R)Core(TM) i5, 2.67 GHz, ОЗУ: 2Гб – 1 шт. - Мультимедийный проектор – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт. - Доска маркерная – 1 шт. - Колонки – 2 шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Intel(R)Core(TM) i3, 2.93GHz, ОЗУ: 2Гб – 12шт. - Стол рабочий – 15 шт. Посадочных мест – 24.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera • Altium Designer Release 10 • Компас • T-FLEX CAD Учебная Версия 14
226 – компьютерный класс – помещение для CPC г. Арзамас, ул. Калинина, 19	-Сканер HP - 1 шт. -Принтер HP LaserJet - 1 шт. -Проектор BenQ MX 505 - 1 шт. -Экран д/проектора - 1 шт. -ПК в сборе (с подключением к интернету) - 19 шт. -ПК(с подключением к интернету) с выходом на мультимедийный проектор на базе Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 - 1 шт. - посадочных мест - 19 - рабочее место преподавателя	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera
318 в – Лаборатория «Технология производства ЭС» для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: 1. Макеты 2. 2 паяльника 3. 2 пинцета 4. Набор печатных узлов и ЭРК. 5. Фильм «Технология радиоэлектронных средств» (авт. Баканов Г.Ф.) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)) 6. Посадочных мест – 10.	
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина,	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на телевизор LG – 1шт.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-

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
дом 19	Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института – 5 шт. Посадочных мест – 26.	N2G7 от 14.05.19) • Opera

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 «Микро- и нанотехнологии», 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 находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Микро- и нанотехнологии» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=160> 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.

Методические рекомендации к выполнению практических заданий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Микро- и нанотехнологии» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=160> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий на соответствующих занятиях.

На лекциях, лабораторных 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 экзамена с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2 и 5.3.

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 лабораторным и 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 практических занятиях

Практические 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 в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины и решения задач по основным разделам курса;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Методические рекомендации к выполнению практических заданий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Микро- и нанотехнологии» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=160> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

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:

« ____ » _____ 20__ г. Глебов В.В.

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)