

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор ИИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 15:02:20
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73bd76c818bea882b8d802

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

«01» сентября 2020 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»

Направление подготовки - 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) – «Интегральная электроника и наноэлектроника»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования» сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040 «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков»

Обобщенная трудовая функция А: Разработка электрических схем и характеристика стандартных ячеек библиотеки.

Трудовая функция А/01.6 Разработка электрических схем стандартных ячеек библиотеки.

Подкомпетенция формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1. КРЭА Способен разрабатывать и исследовать технологические операции монтажа и сборки изделий микро- и нанoeлектроники.	Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования. Математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования.	Знания: методики проведения исследований параметров и характеристик узлов электронных приборов; Умения: проводить исследования характеристик электронных средств. Опыт деятельности: по экспериментальному исследованию параметров конструкций электронных средств различного функционального назначения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (является элективной).

Входные требования к дисциплине:

знать основные источники и методы поиска научной информации;

знать основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения;

знать современные проблемы науки и образования и быть готовым к использованию их при решении профессиональных задач;

уметь собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа;

уметь обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики;

уметь определять актуальные направления исследовательской деятельности с учетом тенденций развития науки и хозяйственной практики;

уметь использовать знание современных проблем науки и образования при решении профессиональных задач с помощью преподавателя;

владеть современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности;

использовать знание современных проблем науки и образования при решении профессиональных задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	6	3	108	32	16	-	60	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
1. Комплексная микроминиатюризация и современные технологии сборки ЭБ.	12	-	4	15	Тестирование № 1
					Сдача домашнего задания № 1

2. Многоуровневые коммутационные системы. Технологии внутрячечного и особенности межъячечного монтажа.	20	-	12	45	Тестирование № 2
					Тестирование № 3
					Сдача домашнего задания № 2
					Сдача домашнего задания № 3
					Сдача домашнего задания № 4
					Сдача домашнего задания № 5
					Сдача домашнего задания № 6
Рубежный контроль					

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Цели и задачи курса. Комплексная микроминиатюризация электронной аппаратуры. Методы монтажа и конструкторско-компоновочные схемы современных электронных средств. Роль компьютерно-интегрированных технологий монтажа и сборки в обеспечении тактико-технических характеристик современной электронной аппаратуры.
	2	2	Элементная база и ее влияние на конструкцию микроэлектронной аппаратуры. Методы сборки и выбор конструктивно-компоновочной схемы ЭВС. Пути развития компьютерно-интегрированных технологий в сборочно-монтажном производстве современных электронных средств и изделий микросистемной техники.
	3	2	Корпусные интегральные микросхемы. Государственные, отраслевые и международные стандарты. Материалы и конструкции корпусов. Безвыводные кристаллоносители и микрокорпуса с выводами. Интегрированные технологии сборки многовыводных СБИС в корпуса с полной матрицей выводов.
	4	2	Бескорпусная элементная база и её конструктивное исполнение. Технологии проволочного микромонтажа и монтажа СБИС с организованными выводами в производстве ЭС.
	5	2	Особенности сборки и монтажа бескорпусных микросхем на гибких полиимидных носителях. Конструктивно-технологические ограничения при проектировании СБИС модификации 2.
	6	2	Конструктивно-технологические особенности пассивных компонентов. Постоянные и переменные R-, C- и L – компоненты, наборы резисторов, пьезоэлектрические и прочие компоненты. Технология их сборки и монтажа.

2	7	2	Технология производства многоуровневых коммутационных систем и их конструктивные исполнения: многослойные печатные платы, толсто пленочная многослойная разводка на керамике, тонко пленочная многослойная разводка на гибких (полиимидных) и жестких основаниях (кремниевых пластинах, алмазных подложках, подложках гибридной технологии), платы полимерной технологии (планарные и профильно-рельефные конструкции)
	8	2	Конструктивно-технологические особенности при проектировании коммутационных систем микросборок и ячеек. Интегрированные технологии сборки в обеспечение быстродействия и минимизации паразитных связей.
	9	2	Многокристальные микромодули (МКМ). Элементная база для монтажа МКМ. Технологические направления монтажа МКМ на основе кристаллов с организованными выводами. Обеспечение эффективного теплоотвода при монтаже МКМ.
	10	2	Подготовка кристаллов ИМС к сборке. Резка и ломка полупроводниковых пластин на кристаллы. Проведение функционального контроля кристаллов. Сборка и монтаж ИМС.
	11	2	Способы образования соединений. Микросварные соединения. Контактная, термокомпрессионная и ультразвуковая сварки. Технологические особенности напряженно-деформированное состояние и факторы прочности.
	12	2	Паяные соединения. Физические основы, особенности и способы пайки. Бесфлюсовая пайка. Бессвинцовая технология. Контроль качества пайки. Особенности получения непаяных соединений (накрутка, контактолы, анизотропные ленты).
	13	2	Конструктивно-технологические аспекты внутриячеечного монтажа. Поверхностный монтаж. Припойные пасты, клеевые материалы, теплоносители, очистители, защитные покрытия.
	14	2	Линии для пайки в технике поверхностного монтажа. Автоматизация сборочно-монтажного производства. Конструктивно-технологические принципы построения ячеек СВЧ-диапазона.
	15	2	Межъячеечный и межблочный монтаж. Кабели, жгуты, шлейфы. Особенности крепления конструкций. Формообразование конструкционных элементов.
16	2	Герметизация компонентов и аппаратуры. Виды и способы герметизации микросборок и компонентов РЭА. Способы контроля герметичности. Контроль качества и эксплуатационная надежность. Тестовый контроль на этапе проектирования и производства. Типовые маршруты изготовления ЭС в условиях автоматизации производства.	

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Технологические процессы сборки и монтажа бескорпусных полупроводниковых БИС.
2	2	4	Многоуровневая коммутация в технологии изготовления ЭС.
	3	4	Автоматизация процесса пайки при монтаже компонентов на коммутационные платы
	4	4	Бездефектная сборка и герметизация узлов и блоков ЭС. Контрольный опрос и приём зачётов по выполненным работам.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Подготовка к лабораторной работе № 1.
	6	Выполнение домашнего задания № 1 по темам лекций 1-5, лабораторной работы № 1.
	3	Подготовка к выполнению рефератов/докладов по теме лекций 1-5.
2	4	Подготовка к лабораторной работе № 2.
	4	Выполнение домашнего задания № 2 по темам лекций 7-8, лабораторной работы № 2.
	3	Подготовка к выполнению рефератов/докладов по теме лекций 7-8.
	4	Выполнение домашнего задания № 3 по темам лекций 1-12.
	3	Подготовка к выполнению рефератов/докладов по теме лекций 9-12.
	4	Подготовка к лабораторной работе № 3.
	4	Выполнение домашнего задания № 4 по темам лекций 1-12, лабораторной работы № 3.
	3	Подготовка к выполнению рефератов/докладов по теме лекций 13-14.
	4	Выполнение домашнего задания № 5 по темам лекций 1-16.
	3	Подготовка к выполнению рефератов/докладов по теме лекции 15.
	3	Подготовка к лабораторной работе № 4.
3	Выполнение домашнего задания № 6 по теме лекции 16, лабораторной работы № 4.	
3	Подготовка к выполнению рефератов/докладов по теме лекций 16.	

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>) :

Модуль 1 «Комплексная микроминиатюризация и современные технологии сборки ЭБ»

✓ Материалы для самостоятельной работы для подготовки к домашнему заданию № 1, для подготовки к тестированию № 1 и к написанию рефератов/докладов (включают образцы контрольно-измерительных материалов, теоретическая часть лабораторной работы);

✓ Материалы для самостоятельного изучения теории в рамках выполнения текущих домашних заданий, подготовки к тестированию (включают тексты лекции 1-6);

✓ Методические указания по изучению модулей «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»

Модуль 2 «Многоуровневые коммутационные системы. Технологии внутряячеечного и особенности межъячеечного монтажа»

✓ Материалы для самостоятельной работы над домашними заданиями № 2-6, для подготовки к тестированию № 1-3 и к написанию рефератов/докладов (включают образцы контрольно-измерительных материалов, требования к результатам выполнения СРС, изложение методики их оценивания);

✓ Материалы для самостоятельного изучения теории в рамках выполнения текущих домашних заданий, подготовки к контрольному тестированию и к написанию рефератов/докладов (включают тексты лекции 7-16);

✓ Методические указания по изучению модуля «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Симонов Б.М. Конструкции и технологии изготовления компонентов и узлов электронных средств: Учеб. пособие/ Б.М. Симонов и др., под ред. С.П. Тимошенкова. - М.: МИЭТ, 2018. - 232 с.

Нормативная литература

1. ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
2. ГОСТ 2.001-2013. ЕСКД. Общие положения
3. ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
4. ГОСТ 2.051-2013 ЕСКД. Электронные документы. Общие положения
5. ГОСТ 2.052-2006 ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения
6. ГОСТ 2.053-2013 ЕСКД. Электронная структура изделия. Общие положения

Периодические издания

1. Журнал «Известия высших учебных заведений. Электроника». МИЭТ. ISSN – 1561 – 5405 DOI: 10.214151/1561-5405

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000. - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Электронно-библиотечная система Лань: сайт. - Санкт-Петербург, 2011. - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
3. SCOPUS: Библиографическая и реферативная база данных научной периодики: сайт. www.scopus.com/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
4. ФИПС: Информационно-поисковой системы Интернет портала ФИПС: сайт. - Москва, 2009. - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php>
5. BOOK.RU: Электронно-библиотечная система: сайт. - Москва, 2010. - URL: <https://www.book.ru/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
6. Znanium.com: Электронно-библиотечная система: сайт. - Москва, 2011. - URL: <https://new.znanium.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
7. РУКОНТ: Национальный цифровой ресурс: Электронно-библиотечная система: сайт. - Москва: Сколково, 2010. - URL: <https://lib.rucont.ru/search> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используются **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, часть учебных занятий проходит с использованием взаимодействия студентов и преподавателя в электронной образовательной среде.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** (<http://orioks.miet.ru>) и созданный преподавателем ресурс на сервере discord <https://discord.gg/vUrrG2t>.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя, сервер discord <https://discord.gg/vUrrG2t>.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы**:

- ✓ ООО «Резонит». Технология производства печатных плат.
URL: <https://youtu.be/6VdU7e9a1OY> (дата обращения: 02.11.2020).
- ✓ Леннаучфильм. Изготовление печатных плат
URL: <https://youtu.be/Z11SFoISo-U> (дата обращения: 02.11.2020).

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	ОС Windows, Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер
Лаборатория технологии МЭА аудитория 4226	Микроскоп МБС-9, Макеты конструктивных элементов ИС	Не требуется
Компьютерный класс	Компьютеры (Intel Core i3), мультимедийное оборудование	Microsoft Office
Помещения для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду МИЭТ	ОС Windows, Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **ПК-1.КРЭА**. Способен разрабатывать и исследовать технологические операции монтажа и сборки изделий микро- и нанoeлектроники.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение лекций, лабораторных работ и семинаров обязательно.

Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором еженедельно, их посещать необязательно.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным, практическим и лабораторным занятиям и выполнению тестов. При этом студент использует методические разработки, рекомендуемую литературу, библиотеку электронных модулей в электронной информационной образовательной среде ОРИОКС, Интернет-ресурсы, информационно-справочные системы.

Максимальная эффективность освоения материалов *лекций* достигается при предварительной подготовке к ней. Студенту рекомендуется заранее ознакомиться с предстоящей темой лекции и основными ее тезисами, подготовить вопросы к лектору по заинтересовавшим разделам.

Для закрепления лекционного материала проводятся *семинарские занятия*. Для повышения эффективности практических занятий (семинаров) студенту также необходимо предварительно ознакомиться с методическими указаниями, прочитать конспект лекций по данной тематике и соответствующие главы учебника (учебного пособия). При этом учитывается активность студентов, которая оценивается в баллах, а наиболее активные студенты могут получить дополнительные бонусные баллы.

После теоретического рассмотрения материала практического занятия преподаватель выдает каждому студенту практическое домашнее задание на применение рассмотренных материалов, которое студенты выполняют в рамках СРС в течение заданного времени, получив на практическом занятии методические рекомендации по выполнению. Выполненные задания в виде отчета с выводами по полученным результатам присылаются студентами преподавателю и оцениваются баллами. Оценки доводятся до студентов, при этом может быть организована беседа-дискуссия по разбору итогов выполненной работы и анализу ошибок.

Для закрепления знаний, полученных на лекционных занятиях и при выполнении самостоятельной работы, а также для получения навыков исследовательской и практической работы, проводятся *лабораторные работы*. Чтобы хорошо подготовиться к лабораторному занятию, студенту необходимо во время самостоятельной работы в системе ОРИОКС ознакомиться с описанием лабораторной работы и оформить теоретическую часть отчета в соответствии с изложенными в описании требованиями. Она включает описание объекта исследований, методики проводимых исследований и таблицы для записи экспериментальных результатов. В рамках СРС также необходимо подготовиться к допуску к работе, для чего ответить на контрольные вопросы. К выполнению практической части работы допускается студент, продемонстрировавший при допуске знания объекта, методики проведения экспериментов и имеющий заготовленные заранее формы представления экспериментальных результатов.

При выполнении работы студент сначала должен пройти допуск, при котором проверяется его готовность к выполнению работы (наличие описания с теоретической частью и заготовленных для проведения эксперимента таблиц, схем и т.п.). Затем студент знакомится с описаниями приборов и оборудования, которые необходимы для проведения эксперимента, после чего самостоятельно или, как правило, в составе рабочей группы проводит исследования под руководством преподавателя в соответствии с изложенной методикой проведения эксперимента.

После проведения экспериментов студенты проводят обработку полученных результатов и их анализ, на основе которого формулируются выводы. Затем осуществляется защита выполненной работы (индивидуально или в составе группы) и проставляется зачет. Защита включает предоставление отчета по работе, оформленного в соответствии с требованиями, изложенными в описании к работе, обоснование полученных результатов и сделанных выводов, а также ответы на контрольные вопросы.

Лабораторные работы проводятся, как правило, в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения исследований и при защите полученных результатов.

Одной из форм обучения является *консультация* у преподавателя. Обращаться к помощи преподавателя следует при выполнении практико-ориентированного задания, а также в любом случае, когда студенту не ясно изложение какого-либо вопроса в учебной литературе или требуется помощь в подборе необходимой дополнительной литературы.

По завершению изучения дисциплины предусмотрен *экзамен*, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на балльной накопительной системе. Для сдачи экзамена по дисциплине разработан ФОС, включающий комплексное профессиональное задание по проверке сформированности необходимых компетенций с методическими указаниями его выполнения и критериями оценки достижения формируемых в дисциплине компетенций/подкомпетенций.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 100 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий, а также детальная схема начисления баллов представлена в таблице ниже (см. также журнал успеваемости на платформе ОРИОКС URL:<http://orioks.miet.ru/>).

РАЗРАБОТЧИК:

Ст. преподаватель ИНМСТ



/ А.Ю. Титов/

Рабочая программа дисциплины «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Интегральная электроника и наноэлектроники» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 19 ноября 2020 года, протокол № 4.

Директор Института НМСТ _____  / С.П. Тимошенко /

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой ИЭМС

Зав. выпускающей кафедрой ИЭМС _____  / Ю.А. Чаплыгин /

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____  / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____  / Т.П. Филиппова /