



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

В.А. Тупик

2022 г.



**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ –
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

Группа научных специальностей: 2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и
СВЯЗЬ»

2.2.9. «Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной
аппаратуры»

Форма обучения: очная

Срок обучения: 4 года

Факультет: ФРТ

Выпускающая кафедра: МИТ

Санкт-Петербург

2022

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет: ФРТ
Обеспечивающая кафедра: МИТ

Курс 4
Семестр 8

Виды занятий

Лекции
Самостоятельная работа

Вид промежуточной аттестации

Экзамен (семестр) 8

Разработчик



Тупик В. А.

Зав. каф. МИТ



Тупик В. А.

Заведующий ОДА



Тумаркин А. В.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ»

В дисциплине рассматриваются вопросы проектирования приборов и радиоэлектронной аппаратуры широкого функционального назначения с учётом эксплуатационных требований. Изучаются промышленные технологии изготовления элементов и узлов РЭА, их сборки, настройки, проведения различных видов испытаний. Уделено внимание современным средствам САПР конструкторско-технологического назначения. Проводится системный анализ проектно-производственного цикла создания РЭА с учётом моделирования и натурных испытаний.

SUBJECT SUMMARY

"DESIGN AND TECHNOLOGY OF ELECTRONIC EQUIPMENT"

The course of lectures deals with the main issues of designing devices and radio-electronic equipment for a wide functional purpose, taking into account operational requirements. Industrial technologies for manufacturing elements and components of electronic equipment, their assembly, configuration, and various types of tests are being studied. Particular attention is being paid to modern CAD tools for design and technological purposes. A systematic analysis of the design and production cycle of the creation of electronic equipment is carried out, taking into account modeling and full-scale tests.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Изучение принципов проектирования приборов и РЭА с учётом выполняемых ими функциональных свойств и требований эксплуатации. Изучение сквозного цикла проектирования РЭА со стадии создания структурной схемы до подготовки конструкторско-технологической документации и организации производства.

2. Изучение технологического оборудования и технологий изготовления элементов, узлов РЭА.
3. Формирование умения проводить теоретический анализ, компьютерное моделирование и экспериментальные исследования конструкций РЭА на внешние воздействующие факторы (климатические, механические, радиационные и т.д.).
4. Освоение навыков самостоятельной работы с литературой, аппаратными и методическими средствами, пакетами САПР.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Содержание, цель и значение дисциплины в подготовке аспирантов, её связь с другими дисциплинами и подготовкой кандидатской диссертации. Общие вопросы конструкторско-технологического цикла, методов аналитического анализа конструкций и устройств, видов и средств испытаний.

Тема 1. Порядок разработки приборов и РЭА. Вопросы патентного права.

Стадии разработки. Разработка технического задания на изделие. Проведение НИР с формированием ТЗ на ОКР. Проведение ОКР с постановкой на производство. Стадии ОКР: Эскизный проект, Технический проект, рабочее проектирование. Создание рабочего образца. Формирование КД и ТД. Присвоение литеры О1. Проведение патентных исследований, составление патентной заявки.

Тема 2. Классификация приборов и РЭА по конструктивным признакам и условиям установки и эксплуатации. Виды классификации. Лабораторная. Бортовая, морская, наземная. Виды категории качества РЭА.

Тема 3. Принципы проектирования приборов и РЭА. Надежность и технологичность конструкции. Эргономика оборудования. Ремонтопригодность и сроки эксплуатации. Компоновка РЭА.

Тема 4. Конструирование несущих элементов РЭА. Технологии производства элементов РЭА. Материалы для несущих конструкций. Конструкции простых и сложных несущих, соединительных и переходных элементов. Технологическое оборудование и оснастка при производстве аппаратуры.

Тема 5. Технология производства печатных плат. Гибкие печатные платы. Многослойные и комбинированные печатные платы. LTCC технология производства многослойных функциональных элементов ЭКБ и модулей.

Тема 6. Средства САПР для проектирования конструкций. Компас 3D, AutoCAD, AltiumDesigner, Асоника, AnsysSoft.

Тема 7. Средства САПР для проектирования LTCC плат.

Тема 8. Способы обеспечения электромагнитной совместимости плат, модулей, узлов. Конструкторское проектирование соединительных электрических соединений проводного и печатного монтажа. Применение САПР AnsysSoft, Асоника для анализа электромагнитной совместимости элементов аппаратуры.

Тема 9. Защита аппаратуры от механических воздействий. Конструктивные приёмы обеспечения жесткости и прочности конструкции. Расчёт элементов и конструкции РЭА на механическую прочность в САПР AnsysSoft, Асоника. Одиночные и периодические удары, собственные резонансные частоты. Амортизаторы и их применение.

Тема 10. Обеспечение теплового режима работы РЭА. Анализ и конструкции по тепловым характеристикам. Расчёт температурных режимов работы РЭА с использованием различных способов охлаждения. Применение САПР AnsysSoft, Асоника для оценки тепловых характеристик аппаратуры.

Тема 11. Защита РЭА от климатических, биологических, электрических и радиационных воздействий. Способы герметизации, используемые материалы.

Тема 12. Расчёт надёжности РЭА с использованием специализированных САПР.

Тема 13. Испытание, контроль и диагностика РЭА. Испытательное и контрольно-измерительное оборудование.

Тема 14. Анализ конструкции после испытаний на воздействующие факторы, сравнение с результатами компьютерного моделирования, введение корректировки в конструкцию РЭА.

Тема 15. Подготовка КД и ТД для освоения производства РЭА.

Заключение

Перспективы развития конструирования на новой элементной базе и применение новых конструкционных материалов для создания РЭА с повышенными эксплуатационными характеристиками.

В случае, если дисциплина реализуется в группах с малой численностью, занятия по отдельным разделам могут проходить в виде установочной лекций, выдачи и объяснения задания по теме, а текущий контроль может проходить в виде представления и защиты аспирантом выполненного задания.

Общие рекомендации по выполнению индивидуальных заданий доступны для аспиранта в печатном или электронном виде (на сайте Университета), либо аспирант может получить рекомендации у преподавателя, отвечающего за дисциплину, в часы консультаций. Задание формулируется с учетом тематики диссертационного исследования аспиранта в рамках изучаемой дисциплины.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации преподавателям:

Перед началом преподавания дисциплины преподавателю необходимо:

- знать цели и задачи преподавания дисциплины;
- представлять, какие знания, умения и навыки должен приобрести аспирант в процессе изучения данной дисциплины;
- четко понимать, в формировании каких результатов освоения программы аспирантуры участвует дисциплина.

Если учебным планом по дисциплине предусмотрен экзамен, его рекомендуется проводить в форме индивидуальной беседы с аспирантом по вопросам, сформулированным в фондах оценочных средств дисциплины, используя вопросы из различных разделов дисциплины, обеспечив тем самым более полную проверку знаний аспиранта.

В своей деятельности преподаватель должен руководствоваться локальными нормативными актами, регламентирующими образовательную деятельность по образовательным программам подготовки кадров высшей квалификации в университете.

Методические рекомендации по самостоятельной работе аспирантов:

Изучение каждой дисциплины должно сопровождаться самостоятельной работой аспиранта с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины.

Ряд вопросов, подлежащих изучению в составе дисциплины, достаточно хорошо проработаны в учебной литературе, представлены в научных трудах, сборниках трудов, статьях, в сети Интернет. Эти вопросы могут быть переданы аспирантам на самостоятельное изучение. Такая работа строится на основе подготовленных преподавателем заданий с перечнем вопросов, на которые обучающийся должен найти ответы в процессе самостоятельного изучения. Самостоятельно могут изучаться как целые темы, так и отдельные вопросы в составе обозначенных преподавателем, но не полностью раскрытых им тем. Для за-

крепления материала ведется конспектирование, готовятся рефераты, эссе или делаются доклады. Степень освоения самостоятельно изученных материалов обязательно проверяется контрольными мероприятиями с использованием фонда оценочных средств по дисциплине.

Особое место требуется уделить консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и аспирантами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы,
необходимой для освоения дисциплины**

№	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ. (на каф.)
1	Баканов Г.Ф., Соколов С.С., Суходольский В.Ю. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств Под редакцией И.Г. Мироненко. М.: Издательский центр "Академия", 2007. - 20 с. из 368 с.	8
2	Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : учеб. для вузов по специальности 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" направления 210200 "Проектирование и технология электронных средств" / Л.А. Коледов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - СПб. : Лань, 2008. - 400 с.	307
3	Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабрев В.А., Марголин В.И. Основы нанотехнологии: Учебник, М.: Изд-во "Бином. Лаборатория знаний", 2014.- 397 с. гриф УМО	60

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№	Электронный адрес
---	-------------------

1	http://infotechlib.narod.ru
2	http://ru.wikipedia.org

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют федеральным государственным требованиям.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, включая перечень экзаменационных вопросов (Приложение 1), а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин доводятся до сведения обучающихся на первом занятии.

Список экзаменационных вопросов по дисциплине
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ»

1. Порядок разработки приборов и РЭА.
2. Классификация приборов и РЭА по конструктивным признакам и условиям установки и эксплуатации.
3. Принципы проектирования приборов и РЭА.
4. Эргономика оборудования. Ремонтпригодность и сроки эксплуатации. Компоновка РЭА.
5. Способы обеспечения электромагнитной совместимости плат, модулей, узлов.
6. Конструкторское проектирование соединительных электрических соединений проводного и печатного монтажа.
7. Защита аппаратуры от механических воздействий. Конструктивные приёмы обеспечения жесткости и прочности конструкции. Расчёт элементов и конструкции РЭА на механическую прочность в САПР AnsysSoft, Асо-ника.
8. Одиночные и периодические удары, собственные резонансные частоты. Амортизаторы и их применение. Решение задачи по увеличению (снижению) собственной резонансной частоты конструкции.
9. Обеспечение теплового режима работы РЭА. Расчёт температурных режимов работы РЭА с использованием различных способов охлаждения.
10. Защита РЭА от климатических, биологических, электрических и радиационных воздействий. Способы герметизации, используемые материалы.
11. Испытания материалов на вредные воздействующие факторы. Критерии оценки их свойств после ВВФ.
12. Решения для обеспечения надёжности элементов и конструкций РЭА. Оценка надёжности конструкций РЭА.

13. Испытание, контроль и диагностика РЭА. Испытательное и контрольно-измерительное оборудование.
14. Анализ конструкции после испытаний на воздействующие факторы, сравнение с результатами компьютерного моделирования, введение корректировки в конструкцию РЭА.
15. Технологии проектирования ПП.
16. Конструкторско-технологическая документация для постановки производства РЭА.