

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются изучение основных проблем обеспечения радиационной стойкости электронных средств (ЭС), работающих в соответствующих условиях эксплуатации. Курс способствует формированию представлений о взаимодействии излучений различной природы и различной проникающей способности с материалами конструкций и компонентами электронных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части и является составной частью теоретических основ обеспечения надежности и испытаний электронных средств. В процессе изучения дисциплины студенты должны получить представление о физических основах, методах измерений и способах оценки параметров излучений и характеристик материалов и компонентов электронных средств, подвергшихся воздействию ионизирующих излучений различной природы.

«Входные» компетенции формируются при изучении предшествующих курсов «Физика», «Физические основы микро- и нанoeлектроники», «Измерение физических параметров электронных средств и стандартизация», «Моделирование цепей и сигналов в электронике», «Введение в физику полупроводников», «Обеспечение надежности электронных и биотехнических средств».

Получаемые в процессе изучения курса знания используются при изучении дисциплин «Конструирование электронных средств», «Управление качеством электронных средств», при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра и в практической инженерной деятельности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями в части базовых знаний, необходимых в дальнейшем для оценки и обеспечения радиационной стойкости электронных средств в интересах конкретных работодателей:

ОПК-1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

ОПК-5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

ОПК-6 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать: основные причины (источники) и виды характеристик ионизирующих излучений, а также механизмы их взаимодействия с материалами и компонентами электронных средств на основе знания законов физики (ОПК-1).
- 2) Уметь: использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5).
- 3) Владеть: начальными навыками экспериментальной оценки характеристик полей излучений (дозиметрии) и прогнозирования остаточного ресурса электронных средств с помощью радиационных испытаний (ОПК-6).

	ных средств									
9	Зачетное занятие в форме конференции	7				+				
Всего			2	2		+	68			Зачет

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (проблемное изложение учебного материала, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций из деятельности профильных предприятий и организаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

5.2. Мультимедийные технологии обучения

- Лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного видеопроектора и аудиосистемы.

- Студентам через ИНТРАНЕТ-сайт кафедры доступны конспект лекций и методические указания к СРС в электронном виде, учебные видеофильмы и рекламно-информационные материалы профильных предприятий и организаций.

В рамках дисциплины предусмотрены вебинары и видеоконференции с участием известных ученых, преподавателей российских и зарубежных университетов, ведущих специалистов и руководителей промышленных предприятий и организаций различных форм собственности, в том числе выпускников ВлГУ.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль знаний осуществляется на консультациях по курсу, а также в периоды рейтинговых мероприятий. При выполнении студентом графика учебного процесса ему начисляется бонусный балл.

Вопросы для зачета приведены ниже.

Контрольная работа (РГР)

Выполняется в виде доклада-презентации на зачетном занятии, которое проводится в форме круглого стола или научно-технической конференции и является средством проверки знаний, умений и навыков по данной дисциплине.

Перечень тем докладов-презентаций

1. В каких случаях ионизирующие излучения могут быть отражены на шкале электромагнитных волн, а в каких не могут?
2. Как следует классифицировать электронную компонентную базу (ЭКБ) по стойкости к ионизирующим излучениям?
3. Какие механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом Вам известны?
4. Охарактеризуйте доминирующие радиационные эффекты в элементах интегральных микросхем.
5. Чем отличаются дозовые эффекты в биполярных и униполярных транзисторах?

6. Каковы механизмы деградации параметров ЭКБ за счет структурных повреждений?
7. Как проявляется тиристорный эффект при воздействии импульсных ионизирующих излучений?
8. Перечислите виды одиночных радиационных эффектов при воздействии тяжелых заряженных частиц?
9. Чем опасны тепловые и термомеханические эффекты при воздействии ионизирующих излучений?
10. Что надо контролировать в области дозовых и одиночных эффектов при сертификации ЭКБ для космических электронных средств?
11. Каковы возможности и ограничения технологии вторичного корпусирования при проектировании электронных средств космического назначения?
12. Чем отличаются моделирующие установки от имитаторов при испытаниях ЭКБ на стойкость к воздействию радиационных факторов?
13. Если дозиметр вблизи кремниевой бескорпусной микросхемы дал оценку экспозиционной дозы 1Р, то какой будет поглощенная доза в кремнии? Как повлияет на величину поглощенной дозы помещение кристалла в металлокерамический корпус?

Самостоятельная работа студента.

Цель самостоятельной работы - формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня. Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала. Основа самостоятельной работы - изучение рекомендуемой литературы, работа с конспектом лекций и в Интернете, выполнение домашних заданий.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по каждому вопросу приведено в конспекте лекций с указанием дополнительной литературы, доступной студентам. Повышению эффективности самостоятельной работы способствуют систематические консультации. Текущий контроль освоения материала и самостоятельной работы проводится на консультациях.

Вопросы к зачету

1. Классификация излучений различной физической природы. Корпускулярные и квантовые излучения.
2. Излучения космического пространства. Галактическое и Солнечное космическое излучение.
3. Физические характеристики корпускулярных и квантовых излучений. Способы измерения характеристик полей излучений.
4. Экспозиционная и поглощенная доза. Биологические эквиваленты доз облучений.
5. Механизмы взаимодействия корпускулярных и квантовых излучений с веществом. Сечения взаимодействия.
6. Импульсные и непрерывные излучения.
7. Ионизационные эффекты в однородных и неоднородных полупроводниках.
8. Эффекты структурного дефектообразования в полупроводниках и диэлектриках.
9. Сечения образования точечных дефектов для различных видов излучений.
10. Методы оценки эффективности поглощений излучений.
11. Ионизационные эффекты в биполярных и униполярных полупроводниковых приборах.
12. Уровень бессбойной работы и время потери работоспособности.
13. Эффекты «защелкивания».
14. Модель космоса.

15. Классификация полупроводниковых микро- и наноструктур по типу используемых материалов и технологическим особенностям формирования.
16. Конструктивно-технологические способы обеспечения стойкости микроструктур к ионизирующим излучениям.
17. Конструкционные методы повышения стойкости электронной аппаратуры к радиационным воздействиям.
18. Математические модели взаимодействия элементов защиты с излучениями различных типов.
19. Расчет элементов пассивной защиты от воздействий различной физической природы.
20. Основные механизмы развития обратимых и необратимых отказов полупроводниковых приборов и микросхем при воздействии корпускулярных и квантовых излучений.
21. Воздействия космического излучения на электронные средства космических аппаратов.
22. Отжиг радиационных дефектов.
23. Моделирование радиационных зависимостей электрофизических параметров полупроводников и полупроводниковых приборов от интенсивности и вида радиационных воздействий.
24. Методы повышения надежности и сроков активного существования космических аппаратов путем резервирования и выявления «слабого звена» в составе электронных средств.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Попов, В.Д. Физические основы проектирования кремниевых цифровых интегральных микросхем в монолитном и гибридном исполнении [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Д. Попов, Белова Г. Ф. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. ISBN 978-5-8114-1375-1.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5850

2. Владимиров, Г.Г. Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1515-1

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38838

3. Ослабление гамма-излучения в веществе. Методические указания для проведения лабораторных работ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — Томск : ТГУ (Национальный исследовательский Томский государственный университет), 2015. — 20 с. —

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71568

б) дополнительная литература

1. Радиационная стойкость изделий ЭКБ: научное издание / Под ред. Д-ра техн. наук, проф. А.И. Чумакова. М.: НИЯУ МИФИ, 2015. — 512с. ISBN 978-5-7262-2115-1

2. Барбашов, В.М. Радиационные эффекты в наногетероструктурных СВЧ -приборах и интегральных схемах: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Барбашов, Д.В. Громов. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ (Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт»), 2013. — 124 с. — ISBN 978-5-7262-1872-4

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75732

3. Таперо, К. И. Радиационные эффекты в кремниевых интегральных схемах космического применения [Электронный ресурс] / К. И. Таперо, В. Н. Улимов, А. М. Членов. — 2-е

изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 307 с.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — ISBN 978-5-9963-2527-6.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325276.html>

в) периодические издания:

1. Научно-технический сборник «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру», НИИ Приборов, г. Лыткарино, Московской обл., 4 выпуска в год.

Аннотации статей доступны по адресу: <http://vant.niipriborov.ru/vant.html>

г) интернет-ресурсы:

1. http://www.spels.ru/index.php?option=com_docman&Itemid=29 Публикации АО «ЭНПО СПЭЛС»

2.

<http://www.vniief.ru/wps/wcm/connect/vniief/site/researchdirections/Research/nuclearphysics/>

Исследования Института ядерной и радиационной физики РФЯЦ-ВНИИЭФ, г. Саров, Нижегородской обл.

3. <http://www.vniitf.ru/ob-institute/istoriya-instituta> РФЯЦ-ВНИИТФ, г. Снежинск, Челябинской обл.

4. <http://www.niipriborov.ru/ckp/base.html> Техническая база ЦКП «РИИ» ФГУП НИИП, г. Лыткарино, Московской обл.

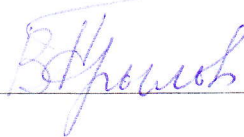
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 331-3, 333-3, 324-3);
- электронные записи лекций (мультимедиа-презентации);
- оборудование компьютерного класса 330-3;
- программно-аппаратные средства технологического оснащения специальных видов испытаний, разработанные на кафедре БЭСТ;
- демонстрационные дозиметры ионизирующих излучений;
- ИНТРАНЕТ-сервер локальной сети кафедры с Wi-Fi – роутером беспроводного доступа на территории помещений кафедры.

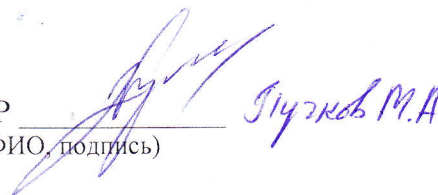
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Рабочую программу составил проф. каф. БЭСТ Крылов В.П.
(ФИО, подпись)



Рецензент

(представитель работодателя) Пучков М.А., зам. гл. инж. АО ВКБР
(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ

Протокол № 4 от 24.12.15 года

Заведующий кафедрой БЭСТ Сушкова Л.Т.

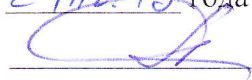


(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Протокол № 4 от 24.12.15 года

Председатель комиссии



(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____