

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической работе,
профессор

Е.Г. Елина

20¹⁶г.



Рабочая программа дисциплины

Основы теории надежности материалов и изделий

Направление подготовки магистратуры
22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки магистратуры
«Функциональные и интеллектуальные материалы и структуры для электроники и биомедицины»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
очная

Саратов, 2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы теории надежности материалов и изделий» является ознакомление студентов с основами современных методов исследования закономерностей отказов устройств, причинах и моделях их возникновения и обеспечением надежности и эффективности материалов и изделий.

Задачами освоения дисциплины являются представление в логически последовательном и формализованном виде основных проблем надежности материалов и изделий:

- задание требований по надежности материалов и изделий и нормирование требований по надежности их элементов на стадии разработки;
- выбор рациональной структуры изделия и обоснование необходимого резервирования, уровня контроля пригодности и восстановляемости;
- оценка уровня показателей надежности технологических систем и их элементов на основе априорной информации и по результатам отработки, производства и эксплуатации;
- диагностирование и прогнозирование технического состояния объектов и их элементов;
- выбор и обоснование планов испытаний устройств и их элементов на надежность.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина по выбору «Основы теории надежности материалов и изделий» является дисциплиной по выбору и относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» (профиль подготовки «Функциональные и интеллектуальные материалы и структуры для электроники и биомедицины»), в течение 3 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания в процессе дисциплин «Моделирование свойств материалов и процессов», «Методы исследования, экспертиза материалов и процессов», «Метрологическое обеспечение в научных организациях и на производстве», «Менеджмент и маркетинг в области высоких технологий», «Информационные технологии имитационного моделирования в области производственного менеджмента и профессиональной деятельности» и подготавливает студентов к проведению научно-исследовательской работы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Основы теории надежности материалов и изделий» формируются следующие компетенции: ОК-2; ОПК-4, 5, 6; ПК-2.

ОК-2. Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения;

ОПК-4. Способность применять основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач с учетом последствий для общества, экономики и экологии;

ОПК-5. Готовность применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды при решении профессиональных задач

ОПК-6. Способность выполнять маркетинговые исследования и разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных решений в профессиональной деятельности

ПК-2. Способность использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать требования по обеспечению надежности и безопасности материалов и изделий, средства испытания, диагностики, исследования и контроля качества материалов, заготовок, деталей и изделий, способы моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик;
- уметь применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в производстве электронной продукции, управлять технологическими процессами в нестандартной ситуации, производить расчеты различных типов структурной схемы надежности, находить оптимальные модели безотказной работы и предсказывать возможные риски.
- владеть методами резервирования, навыками составления документов эксплуатационной безотказности изделия, методиками определения влияния статистического разброса параметров комплектующих и материалов на выходные характеристики качества выпускаемой продукции, методиками обеспечения экологической и технической безопасности разрабатываемых материалов

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Се- мestr	Неде- ля се- се- мест- ра	Виды учебной работы, включая самостоятель- ную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы тек- ущего кон- троля успе- ваemости (по неделям се- месстра) Формы про- межуточной аттестации (по семест- рам)
				Лек	Лаб	Пр	CPC	
1.	Введение.	3	1	1				
2.	Основные понятия теории надежности электронных изделий	3	1-3	2	4		10	опрос
3.	Основные показатели	3	4-5	2	4		10	опрос

	надежности							
4.	Расчет надежности электронных изделий	3	6-7	2	4		10	Опрос, контрольная работа
5.	Резервирование	3	8-11	3	6		10	опрос
6.	Состояние системы	3	12-14	2	4		18	опрос
7.	Анализ надежности электронных средств	3	15-16	2	4		10	Опрос, контрольная работа
	Итог:			14	26		68	Зачет

Содержание дисциплины

Введение: Понятие «надежность» и «отказ». Процессы, происходящие в объекте или материале с позиций надежности. Основы теории надежности материалов и изделий как научно-техническая и специальная дисциплина. Задачи и особенности теории надежности в материалах и изделиях электронной и микроэлектронной промышленности.

Раздел 1. Основные понятия теории надежности электронных изделий. Определение безотказности, долговечности, ремонтопригодность, сохраняемость. Виды отказов. Состояния технической системы с точки зрения надежности. Учет нестандартных ситуаций и перегрузок в работе изделия.

Раздел 2. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы. Количественные показатели безотказности и ремонтопригодности. Наработка до отказа. Особенности выбора подходящего материала и проведения монтажа.

Раздел 3. Основные показатели надежности. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Комплексные показатели надежности. Зависимости между показателями надежности. Средства обеспечения надежности.

Раздел 4. Расчет надежности электронных изделий. Экспоненциальный закон надежности. Расчет надежности невосстанавливаемых систем. Понятие о структурной схеме надежности. Виды структурных схем. Учет эксплуатационного простоя и условий хранения изделия.

Раздел 5. Резервирование. Виды резервирования. Горячее и холодное резервирование. Методы расчета надежности резервированных систем. Расчет надежности восстанавливаемых систем. Способы восстановления.

Раздел 6. Состояние системы. Понятие о графе состояния системы. Использование теории марковских случайных процессов для расчета надежности. Эксплуатационная надежность. Основные эксплуатационные коэффициенты и их применение.

Раздел 7. Анализ надежности электронных средств. Анализ надежности микроэлектронных компонентов и микропроцессоров. Математические модели для прогнозирования надежности отечественной и зарубежной электронной продукции. Надежность дублированной и мажоритарной структур.

При проведении практических (семинарских) занятий в активной форме проводится детальный анализ следующих тем и проблем:

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Законы распределения отказов элементов электронных устройств.
2. Плотность распределения отказов элементов устройств и ее интеграл.
3. Надежность систем без восстановления элементов.
4. Надежность систем с восстановлением элементов.
5. Программы испытаний элементов устройств на надежность.
6. Расчет надежности систем с резервированием
7. Расчет надежности систем с дублированием.
8. Влияние надежности «человека-оператора» на эффективность устройств.

5. Образовательные технологии

В преподавании дисциплины «Основы теории надежности материалов и изделий» используются следующие образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии
- Проблемное обучение

Лекционные занятия проводятся в основном в традиционной форме. При проведении части лекционных занятий используется ПК и мультимедийный проектор. При проведении практических занятий используется интерактивная доска.

При проведении практических (семинарских) занятий в активной форме проводится детальный анализ опасных и вредных производственных факторов различной природы, особенностей неблагоприятного воздействия опасных и вредных производственных факторов, подробно рассматриваются средства и методы защиты производственного персонала от их воздействия.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.
- использование индивидуальных графиков обучения
- использование дистанционных образовательных технологий

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в чтении и изучении литературы, ознакомлении с законодательными и нормативными документами по охране труда, размещенными на рекомендемых интернет-сайтах, подготовке к лекциям и практическим занятиям, к контрольной работе, в выполнении заданий лектора.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, активно использовать интернет-ресурсы;
- при подготовке к контрольной работе пользоваться лекциями и рекомендованной литературой;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе чтения лекций и проведения практических занятий:

- Виды резервирования.
- Методы расчета надежности резервированных систем.
- Расчет надежности восстанавливаемых систем.
- Способы восстановления.
- Эксплуатационная надежность.
- Надежность микроэлектронных компонентов
- Надежность микропроцессоров.
- Надежность дублированной структуры.
- Надежность мажоритарной структуры.
- Понятие о безопасности технической системы и опасном отказе.
- Состояния технической системы с точки зрения безопасности.
- Показатели безопасности.
- Связь между надежностью и безопасностью.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в форме опроса по заданиям самостоятельной работы, проводимого на каждом практическом занятии.

В ходе освоения дисциплины в часы практических занятий студенты выполняют две контрольные работы, связанные со знанием численных методов регрессионного и дисперсионного анализа.

При подготовке к контрольной работе необходимо использовать материал прочитанных лекций.

Контрольная работа.

1. Анализ показателей надежности устройств
2. Априорный и апостериорный анализ надежности изделий
3. Расчет единичных показателей надежности, определяющих свойство безотказности

4. Расчет единичных показателей надежности, определяющих свойство восстановляемости
5. Анализ комплексных показателей надежности
6. Анализ показателей долговечности и сохраняемости
7. Анализ плотности распределения отказов элементов электронного изделия
8. Расчет надежности систем без восстановления элементов.
9. Расчет надежность систем с восстановлением элементов.
10. Выбор и обоснование показателей надежности
11. Расчет надежности систем с резервированием
12. Расчет надежности систем с дублированием.

При выполнении данной контрольной работы студент должен продемонстрировать знания, приобретённые в ходе освоения курса.

Результаты выполнения контрольных работ учитываются при проведении промежуточной аттестации студентов.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (3-й семестр).

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Развитие науки о надежности электронных изделий (ЭИ). Ее особенности и задачи
2. Основные понятия, термины и определения надежности основных изделий электронной промышленности.
3. Состояния и события при изучении надежности ЭИ, типы отказов
4. Свойства ЭИ, влияющие на надёжность их работы
5. Схемы соединения ЭИ и их надёжность
6. Надежность работы ЭИ с учетом надежности его элементов и используемых материалов.
7. Устройства управления режимом ЭИ, влияющие на его надёжность
8. Понятие о структурной и функциональной надежности материалов и изделий
9. Показатели качества энергии, влияющие на надежность
10. Трудности обеспечения надежности ЭИ и его живучести
11. Нормативные материалы по надежному управлению ЭИ
12. Требования к надежности ЭИ при проектировании
13. Системная автоматика как средство управления ЭИ и обеспечения надёжности
14. Показатели надежности невосстанавливаемых элементов электрических систем
15. Достоинства и недостатки показателей надёжности
16. Показатели надежности восстанавливаемых элементов (объектов, систем)
17. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов ЭИ
18. Показатели надежности системы, состоящей из независимых элементов
19. Показатели надёжности концентрированной ЭИ и методы их определения
20. Показатели надежности распределительных электрических сетей, при последовательном и параллельном соединении цепей
21. Основные показатели ремонтопригодности элементов ЭИ
22. Выбор, обоснование и перераспределение показатели надёжности проектируемой системы
23. Количественные оценки показателей надёжности
24. Экспоненциальный закон надежности.

25. Расчет надежности невосстанавливаемых систем.
 26. Понятие о структурной схеме надежности.
 27. Виды резервирования.
 28. Методы расчета надежности резервированных систем.
 29. Расчет надежности восстанавливаемых систем.
 30. Способы восстановления.
 31. Понятие о графе состояния системы.
 32. Теория марковских случайных процессов для расчета надежности.
 33. Эксплуатационная надежность.
 34. Анализ надежности микроэлектронных компонентов и микропроцессоров.
 35. Надежность дублированной и мажоритарной структур.
 36. Понятие о безопасности технической системы и опасном отказе.
 37. Состояния технической системы с точки зрения безопасности.
 38. Показатели безопасности. Связь между надежностью и безопасностью.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	20	0	20	20	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

4 семестр

Лекции

Посещаемость:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 60% – 1-3 балла;
- от 61% до 70% – 4-5 балла;
- от 71% до 80% – 6-7 баллов;
- от 81% до 90% – 8-9 баллов;
- не менее 91% занятий – 10 баллов.

Активность – от 0 до 10 баллов

Лабораторные занятия

Не предусмотрены

Практические занятия:

Участие в обсуждении тем практических занятий:

- не менее 91% тем – 20 баллов
- от 61% до 90% тем – 10-19 баллов

- от 31% до 60% тем – 5-9 баллов
- менее 30% тем – 0-4 балла

Самостоятельная работа

- Правильное выполнение не менее 91% заданий на самостоятельную работу – 20 баллов
- Выполнение от 61% до 90% заданий – 15-19 баллов
- Выполнение от 31% до 60% заданий – 5-14 баллов
- Выполнение менее 30% заданий – 0- 4 балла

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Контрольная работа - от 0 до 10 баллов

Промежуточная аттестация (зачет)

Если во время теоретического зачета набрано менее 1/3 от максимального количества баллов (30 баллов) по промежуточной аттестации в семестре, то зачет считается несданным.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Основы теории надежности материалов и изделий» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Основы теории надежности материалов и изделий» в оценку (зачёт) осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку.

60 баллов и более	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не засчитано»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 8 и 16 недель обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть присвоена без сдачи ими зачёта на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Теория надежности сложных систем [Текст] : учеб. пособие / В. А. Каштанов, А. И. Медведев. - 2-е изд., перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 608 с Экземпляры всего: 20 ✓
2. Каштанов, В. А. Теория надежности сложных систем [Электронный ресурс] / В. А. Каштанов, А. И. Медведев. - 2-е изд., перераб. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 608 с. - ISBN 978-5-9221-1132-4. (ЭБС Иллера-М)
3. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 147 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23110>.— ЭБС «IPRbooks» ✓

б) Дополнительная литература

1. Острейковский, В. А. Теория надежности [Электронный ресурс] : Учеб. для вузов / В. А. Острейковский. - М.: Высш. шк., 2003. - 463 с.: ил. - ISBN 5-06-004053-4 (ЭБС Трельяж)
2. Материаловедение [Текст] : учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; ред. Г. Г. Бондаренко. - Москва : Высш. шк., 2007. - 360 с. Экземпляры всего: 3 ✓
3. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Текст] : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2016. - 233, [3] с. : ил., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - : Обеспечение надёжности и безопасности в техносфере. - Библиогр.: с. 227-230 (52 назв.). - ISBN 978-5-8114-2055-1 (в пер.). Экземпляры всего: 1 ✓
4. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении [Электронный ресурс] : Учебник / Виктор Ефимович Зоткин. - 4, перераб. и доп. - Москва : Издательский Дом "ФОРУМ" ; Москва : Издательский Дом "ИНФРА-М", 2011. - 320 с. - ISBN 978-5-8199-0346-9 : Б. ц.
5. Управление обеспечением стойкости сложных технических систем [Текст] / В. Н. Бакулин [и др.]. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 298, [6] с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 286-298 (197 назв.). - ISBN 5-9221-0664-3 (в пер.). Экземпляры всего: 1 ✓
6. Надежность технических систем [Текст] : учеб. для студентов вузов / В. Ю. Шишмарев. - Москва : Изд. центр "Академия", 2010. - 304 с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление). - Библиогр.: с. 301 (16 назв.). - ISBN 978-5-7695-6251-8 (в пер.). Экземпляры всего: 13

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows 7, Microsoft Windows 8 – лицензия № 61137891 от 09.11.2012
2. Microsoft Office профессиональный 2007 (Word, Excel, Access, PowerPoint, Outlook, InfoPath, Publisher) – лицензия № 42226296
3. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations PTC
4. Mathcad 14 – лицензия № 2527097 от 27.02.2010

г) Рекомендованная литература

1. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры [Text] / Чеканов А.Н. - Москва : КноРус, 2012. - 437 с. - ISBN 978-5-406-00761-7 : Б. ц.
<http://www.book.ru/book/905286>
2. Материаловедение: электронный спецпрактикум [Электронный ресурс] / Е. Г. Газенаур. - Москва : КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. - ISBN 978-5-8353-1708-0 : Б. ц. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69975
3. Надёжность технических систем [Текст] / В. М. Труханов. - Москва : Машиностроение-1, 2008. - 584, [8] с. : рис., табл. - [Надежность технических систем]. - Библиогр.: с. 574-575 (24 назв.). - ISBN 978-5-94275-381-8 (в пер.). Экземпляры всего: 1

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Основы теории надежности материалов и изделий» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилем подготовки «Функциональные и интеллектуальные материалы и структуры для электроники и биомедицины».

Автор, ассистент Шишкин М.И.

Программа разработана в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры физики полупроводников от 27 сентября 2016 г., протокол № 2).

Зав. кафедрой физики полупроводников,
профессор

А.И. Михайлов

Декан факультета нано- и биомедицинских
технологий, профессор

С.Б. Вениг