

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

А.А. Панфилов

« 31 » 08 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические методы теории надежности»

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Профиль/программа подготовки: «Инженерно-физические технологии в
наноиндустрии»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения очная

| Семестр | Трудоемкость (зач. ед./ час) | Лекции, (час) | Практич. занятия, (час) | Лаборат. работы, (час) | СРС (час) | Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой) |
|---------|---------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------|--|
| 1 | 5/180 | 18 | 18 | - | 108 | Экзамен (36) |
| Итого | 5/180 | 18 | 18 | - | 108 | Экзамен (36) |

Владимир 2020

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – ознакомить студентов с базовыми принципами и методами расчета показателей надежности технических систем для применения их в инженерной практике.

Задачи:

- получение студентами знаний по основным понятиям, определениям, свойствам и показателям надежности;
- формирование понятий о размерных эффектах, характерных особенностях и свойств наноматериалов;
- приобретение умений в определении показателей надежности электронных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математические методы теории надёжности» относится к обязательной части ОПОП. Курс читается в 1 семестре.

Пререквизиты дисциплины: математика, теория вероятности и математическая статистика, электроника и микропроцессорная техника.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

| Код формируемых компетенций | Уровень освоения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции) |
|-----------------------------|------------------------------|--|
| ПК-2 | частичное освоение | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">– структуру методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники;– методы контроля базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">– анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">– навыками разработки методик проведения исследований и измерений. |
| ОПК-1 | частичное освоение | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">– принципы физико-химического подхода для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов nano- и микросистемной техники; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">– описывать, анализировать, теоретически и экспериментально исследовать и моделировать процессы синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов nano- и микросистемной техники; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">– математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов nano- и микросистемной техники; <p>прикладными программами и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.</p> |
| ОПК-5 | частичное освоение | <p>Знать:</p> |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> – требования информационной безопасности; – информационно-коммуникационные технологии, используемые при решении прикладных и фундаментальных задач в области профессиональной деятельности; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учётом требований информационной безопасности; – предлагать собственные идеи и подходы к решению инженерных задач. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками предварительной оценки по различным критериям и сравнения альтернатив при выборе информационно-коммуникационных технологий для решения задач в области профессиональной деятельности; <p>прикладными программами и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.</p> |
|--|---|

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|----------------------------|--|---------|-----------------|--|----------|----------|-----|---|---|
| | | | | Лекции | Практич. | Лаборат. | СРС | | |
| 1 | Основные показатели и критерии теории надежности | 1 | 1-6 | 6 | 6 | - | 20 | 6/50% | Рейтинг-контроль №1 |
| 2 | Расчет надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем | 1 | 7-12 | 6 | 6 | - | 46 | 6/50% | Рейтинг-контроль №2 |
| 3 | Анализ и прогнозирование надежности, испытание на надежность | 1 | 13-18 | 6 | 6 | - | 42 | 6/50% | Рейтинг-контроль №3 |
| Наличие в дисциплине КП/КР | | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Итого по дисциплине | | 1 | 18 | 18 | 18 | - | 108 | 18/50% | экзамен |

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. **Основные показатели и критерии теории надежности:**

Тема 1. «Предмет и задачи курса. Основные показатели надежности и долговечности. Исходные представления теории надежности».

Тема 2. «Комплексные показатели надежности. Виды комплексных показателей надежности. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости».

Тема 3. «Критерии надежности. Законы распределения времени до отказа».

Тема 4. «Математические модели функционирования технических элементов и систем».

Раздел 2. **Расчет надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем:**

Тема 1. «Расчет надежности невосстанавливаемых систем. Понятие о структурной схеме надежности».

Тема 2. «Виды резервирования. Методы расчета надежности резервированных систем».

- Тема 3. «Расчет надежности восстанавливаемых систем. Способы восстановления».
- Тема 4. «Понятие о графе состояния системы. Использование теории марковских процессов для расчета надежности».

Раздел 3. Анализ и прогнозирование надежности, испытание на надежность:

- Тема 1. «Анализ надежности микроселектронных компонентов и микропроцессоров. Надежность дублированной и мажоритарной структур».
- Тема 2. «Испытания и виды испытаний на надежность. Определительные испытания. Контрольные испытания. Точечные и интервальные оценки показателей надежности».
- Тема 3. «Законы распределения показателей надежности. Определение показателей надежности при различных законах распределения времени между отказами».
- Тема 4. «Прогнозирование состояния и надежности. Методы группового и индивидуального прогнозирования».

Содержание практических занятий по дисциплине

- Тема 1. Построение графика интенсивности отказов по данным наблюдений.
- Тема 2. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых систем.
- Тема 3. Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем.
- Тема 4. Расчет показателей надежности резервированных систем.
- Тема 5. Оценка показателей надежности в ходе испытаний.
- Тема 6. Прогнозирование технического состояния элементов и систем.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «математические методы теории надежности» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (Раздел 1. Тема №1);*
- *Групповая дискуссия (Раздел 2. Тема №2);*
- *Ролевые игры (Раздел 1. Тема №2);*
- *Тренинг (Раздел 3. Тема №3);*
- *Анализ ситуаций (Раздел 3. Тема №4);*
- *Применение имитационных моделей (Раздел 2. Тема № 4);*
- *Разбор конкретных ситуаций (Раздел 2. Тема №3);*
- *Другое.*

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

а) Вопросы для экзамена

1. Надежность технических систем.
2. Вероятность безотказной работы.
3. Параметр потока отказов. Средняя наработка на отказ. Интенсивность отказов.
4. Простые и сложные системы в теории надежности.
5. Классическое и статистическое определение вероятности.

6. Вычисление вероятностей.
7. Закон распределения вероятностей: функция распределения и функция плотности.
8. Числовые характеристики случайных величин, моменты
9. Нормальный закон распределения.
10. Интеграл Лапласа и таблицы для него.
11. Хи-квадрат распределение Пирсона,
12. t-распределение Стьюдента,
13. F-распределение Фишера.
14. Методы анализа надежности технических систем.
15. Обзор существующих методов расчета надежности сложных систем.
16. Причины неэкспоненциальности случайных параметров, отказов и восстановлений технических систем.
17. Зависимость показателей надежности от законов распределения и дисциплины восстановления элементов.
18. Общая модель надежности технического элемента.
19. Общая модель надежности систем в терминах интегральных уравнений.
20. Основные обозначения и допущения. Матрица состояний. Матрица переходов.
21. Выражения для вероятностей состояний и параметров переходов между состояниями.
22. Общая модель функционирования системы в смысле надежности в терминах дифференциальных уравнений в частных производных.
23. Структурная схема системы.
24. Матрица состояний системы.
25. Граф состояний системы.
26. Определение количественных характеристик надежности по графу состояний.
27. Особенности анализа надежности систем при законах распределения отказов и восстановлений, отличных от экспоненциального.
28. Метод статистического моделирования

б) Вопросы рейтинг-контроля

Вопросы рейтинг-контроля №1:

1. Основные понятия в теории надежности.
2. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа.
3. Средняя наработка до отказа.
4. Интенсивность отказов.
5. Показатели ремонтпригодности изделий

Вопросы рейтинг-контроля №2:

1. Комплексные показатели надежности.
2. Простейший поток отказов. Закон Пуассона.
3. Экспоненциальный закон надежности.
4. Нормальный закон распределения и его применение в теории надежности.

Вопросы рейтинг-контроля №3:

1. Приближенные методы расчета надежности.
2. Расчет надежности с учетом режимов работы элементов.

3. Понятие о резервировании. Расчет надежности при параллельном соединении элементов.
4. Расчет надежности при общем резервировании.
5. Расчет надежности при раздельном резервировании.

в) Вопросы к самостоятельной работе студента

1. Определение надежности. Работоспособность и неработоспособность.
2. Основное соединение. Основные характеристики надежности.
3. Основные характеристики надежности: Вероятность безотказной работы. Вероятность отказа. Среднее время безотказной работы
4. Простейший поток отказов. Стационарность, ординарность, отсутствие последействия. Потоки Эрланга.
5. Интенсивность отказов. Связь интенсивности отказов и вероятности безотказной работы.
6. Экспоненциальное распределение. Распределение Вейбулла-Гнеденко.
7. Понятие резервирования. Типы резервирования.
8. «Горячий» (нагруженный) резерв. Основные характеристики надежности.
9. «Холодный» (ненагруженный) резерв. Основные характеристики надежности.
10. «Теплый» (недогруженный) резерв. Основные характеристики надежности.
11. Мажоритарное резервирование. Системы k из N.
12. Резервирование с дробной кратностью. Скользящее резервирование.
13. Последовательно-параллельные системы. Не последовательно-параллельные системы.
14. Системы с восстановлением. Коэффициенты готовности и ремонтпригодности.
15. Расчет надежности с помощью графов. Уравнение Колмогорова-Чепмена.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ | |
|--|-------------|---|---------------------------------------|
| | | Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО | Наличие в электронной библиотеке ВлГУ |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Основная литература* | | | |
| Каштанов В.А. Теория надежности сложных систем : учебное пособие для вузов по направлениям "Управление качеством", "Безопасность жизнедеятельности", и специальностям "Информационные системы и технологии", "Автоматизированные системы обработки информации и управления", "Прикладная математика", "Управление качеством" / В. А. Каштанов , А. И. Медведев . — Изд. 2-е, перераб. — Москва : Физматлит, 2010 | 2010 | 4 | |

| | | | |
|---|------|----|---|
| .— 608 с. : ил. — Библиогр.: с. 600-605 .— Предм. указ.: с. 606-608 .— ISBN 978-5-9221-1132-4. | | | |
| Шашурин В.Д., Ветрова Н.А. Нанотехнология и микромеханика : учеб. пособие. - Ч. 5 : Надежность наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе / В.Д. Шашурин, Н.А. Ветрова, Ю.А. Иванов и др. - М. : Изд-во МПГУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - 84, [4] с.: ил.. | 2012 | - | http://www.studmedlib.ru/kk/book/bauman_0429.html |
| Рудый, А. Н. Элементы математической теории надежности : конспект лекций / А. Н. Рудый. - Минск : БНТУ, 2014. - 130 с. : ил. | 2014 | - | Режим доступа: https://rep.bntu.by/handle/data/9320 |
| Дополнительная литература | | | |
| Талицкий, Евгений Николаевич. Математические основы проектирования электронных средств : курс лекций / Е. Н. Талицкий ; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2007 .— 160 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 160. | 2007 | 38 | |
| Шишмарев, Владимир Юрьевич. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев .— Москва : Академия, 2010 .— 304 с. : ил., табл. — (Высшее профессиональное образование, Автоматизация и управление) .— На тит. л. изд-во указано на лат. яз. — Библиогр.: с. 301 .— ISBN 978-5-7695-6251-8. | 2010 | 1 | |
| Малафеев, Сергей Иванович. Надежность технических систем : примеры и задачи : учебное пособие для вузов по направлению 200100 - "Приборостроение" и специальности 200103 - "Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы" / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин .— Санкт-Петербург : Лань, 2012 .— 313 с. : ил., табл. — (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Библиогр.: с. 307-310 .— ISBN 978-5-8114-1268-6. | 2012 | 1 | |

7.2. Периодические издания

1. Вестник бурятского государственного университета. химия. Физика. — научн. журнал./ Гл. ред. В.В, Хахинов. — Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова (2016–2020 г.);

2. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. — научн. журнал./ Гл. ред. С.А. Шабров. — Воронеж: Воронежский государственный университет (2000–2020 г.);

3. Надежность. — научно-прак. журнал./ Гл. ред. Шубинский И.Б. — Москва.

7.3. Интернет-ресурсы

1. Курс лекций по теории надежности: <http://tm.samgtu.ru/sites/tm.samgtu.ru/files/nts-лекcii.pdf>.

2. Учебное пособие по теории надежности: <http://window.edu.ru/resource/741/24741>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия по данной дисциплине проводятся в специальных аудиториях, оснащённых доской (в том числе интерактивной), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Практические работы проводятся в научных лабораториях (430-3, 431-3) которые оснащены современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением.

Рабочую программу составил

Доцент, к.т.н. Золотых А.И.
(ФИО, подпись)

Рецензент

(председатель работодателя)

Ген. директор ООО «ВладИнТех» А.В. Осипов
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

ФиПМ

Протокол №1 от 31.08.2020 года

Заведующий кафедрой

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

28.04.01

Протокол №1 от 31.08.2020 года

Председатель комиссии

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

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 _____