

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление: 27.06.01 Управление в технических системах

Направленность (специальность): 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (приборостроение, энергетика, информатика)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Надежность элементов и систем управления»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.2

Всего: 72 часа

Семестр 5, в том числе

6 часов – контактная работа,

48 часов – самостоятельная работа,

18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 27.06.01 «Управление в технических системах», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 892, и паспорта специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (приборостроение, энергетика, информатика)» номенклатуры специальностей научных работников утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины заключается в изучении современных моделей и методов теории надежности для последующего их использования на практике при решении задач исследования и повышения надежности технических объектов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение базовых понятий теории надежности;
- освоение основных моделей и методов расчета надежности систем автоматизации;
- приобретение навыков использования различных способов повышения надежности в зависимости от конкретных технологических схем и имеющихся ресурсов.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- владение научно-предметной областью знаний (ОПК-5);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-6);

- способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций (ПК-3);
- способность применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки (ПК-4);
- способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов (ПК-6).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки (ПК-4);

уметь:

- проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций (ПК-3);

владеть:

- научно-предметной областью знаний (ОПК-5);
- навыками преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-6);

– навыками организации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов (ПК-6).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основные понятия теории надежности.

Понятие надежности. Классификация отказов по характеру устранения, по связи с другими отказами, по легкости обнаружения, по внешним проявлениям, по характеру возникновения. Основные способы повышения надежности. Факторы, влияющие на надежность. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятности отказа и безотказной работы, плотность распределения наработки на отказ, интенсивность отказов, математическое ожидание наработки на отказ. Характерные режимы работы объектов: приработка, нормальная эксплуатация, износ элементов. Проведение испытаний для получения надежностных характеристик. Теоретические распределения наработки на отказ: экспоненциальное, усеченное нормальное, равномерное, распределения Релея и Вейбулла, гамма-распределение.

2. Использование булевых моделей при расчете надежности.

Предпосылки булевых методов расчета надежности и составление булевых функций работоспособности систем с последовательно-параллельными соединениями элементов. Пути и сечения по работоспособности и их использование для расчета надежности. Вычисление минимальных путей по матрице узловых соединений. Учет временной зависимости в булевых моделях надежности. Вычисление вероятности безотказной работы системы. Разложение булевой функции работоспособности по переменным. Граничные оценки вероятностей безотказной работы системы: оценка Эзари-Прошана и оценка Литвака-Ушакова.

3. Основные способы резервирования объектов.

Надежность резервированных объектов. Пассивное резервирование с неизменной нагрузкой и активное нагруженное резервирование с идеальным переключающим устройством. Общее и раздельное резервирование. Ненагру-

женный и облегченный резервы. Резервирование с перераспределением нагрузки.

4. Расчет надежности восстанавливаемых систем.

Восстановление и потоки отказов. Понятия стационарности, отсутствия последствия и ординарности потоков. Простейший поток отказов. Нестационарный пуассоновский поток отказов. Поток отказов с ограниченным последствием. Надежность восстанавливаемых систем. Расчет надежности по графу состояний.

5. Марковские процессы в теории надежности.

Марковские процессы с дискретным временем. Классификация состояний цепи Маркова. Использование z-преобразования для исследования дискретных марковских процессов. Марковские процессы с непрерывным временем. Анализ надежности дублированных систем при помощи марковских моделей.

6. Математические модели процессов изнашивания, старения и разрегулирования

Параметрическая надежность систем. Расчет надежности при помощи методов малых возмущений, статистической линеаризации, приближенной статистической линеаризации. Математические модели процессов старения, изнашивания, разрегулирования. Полуслучайные функции: веерная и равномерная функции. Связь допусков на параметры объектов и показателей их надежности по параметрическим отказам. Оценка надежности объектов при их разрегулировании.

7. Расчет параметрической надежности систем автоматического управления.

Функции чувствительности прямой цепи и цепи обратной связи. Функции чувствительности для различных структурных соединений. Определение коэффициентов влияния параметров на характеристики систем. Надежность системы автоматического регулирования отпуска тепла на отопление жилых зданий.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 5 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Понятие надежности.
2. Классификация отказов.
3. Основные способы повышения надежности.
4. Факторы, влияющие на надежность.
5. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов.
6. Характерные режимы работы объектов.
7. Проведение испытаний для получения надежностных характеристик.
8. Теоретические распределения наработки на отказ.
9. Предпосылки булевых методов расчета надежности и составление булевых функций работоспособности систем с последовательно-параллельными соединениями элементов.
10. Пути и сечения по работоспособности и их использование для расчета надежности.
11. Вычисление минимальных путей по матрице узловых соединений.
12. Вычисление вероятности безотказной работы системы.
13. Разложение булевой функции работоспособности по переменным.
14. Граничные оценки вероятностей безотказной работы системы: оценка Эзари-Прошана.
15. Граничные оценки вероятностей безотказной работы системы: оценка Литвака-Ушакова.
16. Надежность резервированных объектов. Виды резервирования.
17. Пассивное резервирование с неизменной нагрузкой и активное нагруженное резервирование с идеальным переключающим устройством.
18. Общее и раздельное резервирование.
19. Ненагруженный и облегченный резервы.
20. Резервирование с перераспределением нагрузки.
21. Восстановление и потоки отказов.

22. Понятия стационарности, отсутствия последствия и ординарности потоков.
23. Простейший поток отказов.
24. Нестационарный пуассоновский поток отказов.
25. Поток отказов с ограниченным последствием.
26. Надежность восстанавливаемых систем.
27. Расчет надежности по графу состояний.
28. Марковские процессы с дискретным временем.
29. Классификация состояний цепи Маркова.
30. Использование z -преобразования для исследования дискретных марковских процессов.
31. Марковские процессы с непрерывным временем.
32. Анализ надежности дублированных систем при помощи марковских моделей.
33. Параметрическая надежность систем.
34. Расчет надежности при помощи методов малых возмущений, статистической линеаризации, приближенной статистической линеаризации.
35. Математические модели процессов старения, изнашивания, разрегулирования.
36. Полуслучайные функции: веерная и равномерная функции.
37. Связь допусков на параметры объектов и показателей их надежности по параметрическим отказам.
38. Оценка надежности объектов при их разрегулировании.
39. Функции чувствительности прямой цепи и цепи обратной связи.
40. Функции чувствительности для различных структурных соединений.
41. Определение коэффициентов влияния параметров на характеристики систем.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Александровская Л.Н., Круглов В.И., Аронов И.З. Безопасность и надежность технических систем.— М.: Логос, 2008.
2. Каштанов В. А. Теория надежности сложных систем: учебное пособие для вузов.— М.: Физматлит, 2010.
3. Острейковский В. А. Теория надежности: учебник для вузов.— М.: Высшая школа, 2008.
4. Шишмарев В. Ю. Надежность технических систем: учебник для вузов.— М.: АКАДЕМИЯ, 2010.
5. Афонин В. А. Основы теории надежности: учебное пособие.— М. : Изд. дом МЭИ, 2010.
6. Половко А. М., Гуров С.В. Основы теории надежности. Практикум: учебное пособие для вузов.— СПб.: БХВ-Петербург, 2006.

Дополнительная литература:

7. Труханов В.М. Надежность технических систем.— М.: Машиностроение-1, 2008.
8. Зенова Е. В. Основы теории и расчета надежности изделий электронной техники: учебное пособие.— М.: Изд-во МЭИ, 2005.
9. Ямпурин Н. П. Основы надежности электронных средств: учебное пособие для вузов.— М.: АКАДЕМИЯ, 2010.
10. Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник для вузов / А. Н. Дорохов, и др.. — М.: Лань, 2011.
11. Малафеев С. И., Копейкин А.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для вузов — СПб.: Лань, 2012.
12. Анисимов Д. Н. Надежность систем автоматизации: Учебное пособие. — М.: Изд-во МЭИ, 2003.