

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



Проректор по
учебно-методической работе
А.А. Панфилов
« 18 » 11 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»

Направление подготовки 27.03.04 – *Управление в технических системах*

Профиль подготовки *Управление и информатика в технических системах*

Уровень высшего образования

бакалавриат

Форма обучения

очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед., час	Лекции час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз/зачет)
7	3/108	18	18		72	зачет
Итого:	3/108	18	18		72	зачет

Владимир 2015 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Развитие современного общества опирается на создание и использование сложных технических систем, нарушение нормальной работы которых может привести к авариям, чрезвычайным ситуациям, катастрофам, экономическому ущербу и другим негативным последствиям. Поэтому обеспечение высокой надежности технических объектов различного назначения является стратегической задачей индустриального общества.

Теория надежности изучает общие закономерности возникновения отказов в различных системах и методы обеспечения максимальной эффективности, надежности и безопасности объектов при их проектировании, изготовлении, испытаниях и эксплуатации.

Надежность технических систем – ответственная и творческая область деятельности. Как учебный предмет она отличается междисциплинарным характером, сложным математическим аппаратом и постоянным развитием, обусловленным обновлением и усложнением технических средств, созданием новых технологий и методов проектирования и совершенствования изделий и материалов, а также развитием науки о физических свойствах материалов, алгоритмах и программах и психофизических качествах человека как элемента сложной системы. Поэтому для успешного проектирования высоконадежных систем необходимы глубокие знания и широкая эрудиция, а также интуиция и большой личный опыт.

Освоение дисциплины «Надежность систем управления» после изучения предшествующих ей дисциплин естественного, математического информационно-измерительного направления является важнейшим этапом формирования знаний для бакалавров направления – управление в технических системах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Надежность систем управления» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана; логически и содержательно-методически связана с дисциплинами предшествующего периода обучения и особенно такими, как «Численные методы», «Статические методы в автоматике», «Теория автоматического управления», «Моделирование систем управления», «Идентификация и диагностика систем». Знания, полученные в результате изучения дисциплины могут быть применены при прохождении курсов «Проектирование, конструирование и технология изготовления систем управления», «Моделирование систем управления», при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

В результате освоения дисциплины «Надежность систем управления» формируются компетенции:

- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);
- способность производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием (ПК-6).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- основы теории надежности технических систем (ОПК-2), ее качественной и количественной оценке и возможностям повышения уровня качества, эффективности функционирования СУ путем принятия соответствующих мер на различных этапах их жизненного цикла: исследования, проектирования, разработки и создания, испытаний, эксплуатации (ПК-6).

Владеть:

- основными методами расчета надежности систем управления на различных этапах жизненного цикла объектов и систем (ПК-6);

- способами учета внешних воздействий детерминированного и стохастического характера при расчете надежности, приемами разработки соответствующих моделей надежности и повышения качества и эффективности функционирования объектов и систем путем принятия соответствующих мер на различных этапах их жизненного цикла (ПК-6);

Уметь:

- использовать программные средства в процессе расчета основных показателей надежности (ОПК-2), безопасности и живучести как самих технических средств, так и систем в целом, подготавливать и проводить эксперименты для уточнения и проверки используемых методов при оценке надежности технических средств и систем управления (ПК-6).

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных ед. (108 часов)

п/п	Раздел 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	Введение. История развития теории надежности и ее роль в обеспечении высокого уровня качества, долговечности систем управления	7 семестр	1	2				10			
2	Основы теории надежности систем управления.		2	1	2					1/33	
3	Показатели надежности систем управления		3	1				10			
4	Статистические модели надежности систем		4	1	2					3/100	
5	Надежность простых технических систем		5	1							
6	Методы повышения надежности систем управления		6	1	2			4		1/33	Рейтинг-контроль 1
7	Расчет надежности нерезервированных систем управления		7	1	2			10			
8	Расчет надежности резервированных невостанавливаемых систем		8	1	2			10		1/33	
9	Расчет надежности резервированных восстанавливаемых систем		9	1							
10	Расчет надежности локальных технических систем		10	1	2			10		1/33	
11	Живучесть технических систем		11	1				8			
12	Экспериментальная оценка показателей надежности элементов и систем управления.		12-13	2	2					2/50	Рейтинг-контроль 2
13	Надежность программного обеспечения.		14-15	2	2					4/100	
14	Диагностика систем управления.		16-18	2	2			10		2/50	Рейтинг-контроль 3

Всего:			18	18			72		15/41,7%	зачет
--------	--	--	----	----	--	--	----	--	----------	-------

Содержание дисциплины «Надежность систем управления»

Лекции

Введение. Цели, задачи, предмет курса; сущность проблемы надежности.

Тема 1. Основы теории надежности систем управления.

Основные понятия и определения теории надежности; классификация отказов элементов, режимы функционирования элементов.

Тема 2. Показатели надежности систем управления.

Основные показатели безотказности работы; интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, вероятность безотказной работы.

Тема 3. Статистические модели надежности систем.

Показательное распределение, нормальное распределение, усеченное нормальное распределение, распределение Бернулли, геометрическое распределение. Логарифмическое распределение.

Тема 4. Надежность простых технических систем.

Основные понятия и классификация: структурные схемы; надежность нерезервированных систем; классификация резервированных систем; сравнительный анализ систем с разными видами резервов; надежность систем с нагруженным резервом; надежность систем с перекрестными связями.

Тема 5. Методы повышения надежности систем управления.

Исходные положения; основные методы расчета надежности; повышение надежности технических систем.

Тема 6. Расчет надежности нерезервированных систем управления.

Определение вероятности безотказной работы и средней наработки до отказа; определение вероятности безотказной работы с использованием модели слабейшего звена.

Тема 7. Расчет надежности резервированных невосстанавливаемых систем.

Основные способы резервирования технических систем; расчет надежности систем с общим мажоритарным резервированием; расчет надежности систем с отдельным мажоритарным резервированием.

Тема 8. Расчет надежности резервированных восстанавливаемых систем.

Особенности расчета надежности резервированных восстановительных систем; методика расчета надежности резервированных восстановительных систем; расчет надежности с учетом характеристик средств контроля.

Тема 9. Расчет надежности локальных технических систем.

Расчет надежности систем с двумя и тремя нагруженными элементами, с групповым нагруженным резервом и с индивидуальным резервом; анализ эффективности систем с групповым и индивидуальным резервом.

Тема 10. Живучесть технических систем.

Понятие и основные характеристики живучести систем; основные показатели живучести систем; оценка живучести технических систем по минимаксному критерию; повышение живучести систем.

Тема 11. Экспериментальная оценка показателей надежности элементов и систем управления.

Виды испытаний на надежность: определительные испытания, контрольные испытания, ускоренные испытания; экспериментальное определение ресурса узлов трения; проверка и испытания программ.

Тема 12. Надежность программного обеспечения.

Общие сведения о программном обеспечении; модели надежности программы; методы повышения надежности программного обеспечения; модели введения структурной избыточности в программы; оценка качества программного продукта; отказы автоматических систем надежности программного обеспечения.

Тема 13. Диагностика систем управления.

Контроль технического состояния систем управления; классификация видов контроля; виды отказов и локализация отказов; диагностическое оборудование для систем управления

Практические занятия

Практическое занятие №1.

Надежность нерезервированных невосстанавливаемых систем при внезапных отказах.

Практическое занятие №2.

Надежность нерезервированных невосстанавливаемых систем при постепенных отказах.

Практическое занятие №3.

Надежность нерезервированных восстанавливаемых систем.

Практическое занятие №4

Надежность резервированных невосстанавливаемых систем.

Практическое занятие №5

Надежность резервированных восстанавливаемых систем.

Практическое занятие №6

Проектирование систем с заданной надежностью.

Практическое занятие №7

Оценка живучести систем технических комплексов при экстремальных воздействиях.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных электронными проекторами, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий.

При чтении лекций следует широко использовать разнообразные наглядные учебные пособия (раздаточный материал) и (учебные видеофильмы, слайд-шоу и т.д.). Ряд лекционных и практических занятий предполагает совмещение тех или иных методов, как правило, это проблемная лекция с применением методов ИКТ (IT-методы).

Самостоятельная работа студентов (72 часа), подразумевает самостоятельное решение задач и индивидуальную работу студентов.

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

Основным оценочным средством текущего контроля успеваемости является рейтинг контроль. Всего по дисциплине проводятся 3 рейтинг-контроля.

ВОПРОСЫ ДЛЯ РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЯ

Рейтинг-контроль № 1

1. Дайте определение понятия надежность как свойства технической системы.
2. Которые основные особенности надежности как свойства системы?
3. Которые основные свойства определяют понятие надежности системы?
4. Дайте определение понятию безотказности.
5. Что характеризует понятие ремонтоспособности как свойства системы?
6. Дайте определение понятию «исправное состояние»
7. Чем отличается одно от другого понятия «исправные» и «работоспособные» состояния системы?
8. Сравните между собой понятие «неисправные» и «неработоспособные» системы.
9. Что может определяться за назначением система, которая находится в неисправном состоянии?
10. Которыми признаками характеризуется переход системы в предельное состояние? Где указываются признаки предельного состояния конкретной системы?
11. Сравните между собой понятия отказа и повреждения системы.
12. Перечислите основные атрибуты отказа.
13. По каким основным признакам классифицируются отказы?
14. Как классифицируются отказы в зависимости от характера изменения параметра при возникновении отказа?
15. Как классифицируются отказы в зависимости от характера их появления?
16. Как отличить отказы в зависимости от этапа, по которым заложена причина отказа?
17. Перечислите наихарактернейшие причины отказов и обозначьте их связь с типами отказов.
18. Как классифицируются отказы в зависимости от времени их возникновения?
19. Объясните понятие элемента и системы в теории надежности.

Рейтинг-контроль № 2

1. Перечислите показатели безотказности системы.
2. Дайте определения понятию «вероятность безотказной работы системы».
3. Нарисуйте типовой график изменения вероятности безотказной работы системы за период.
4. Сформулируйте и объясните свойства функции надежности.

5. Дайте определение и нарисуйте типовой график изменения вероятности отказа за время.
6. Как связаны между собой функции $P(t)$ и $Q(t)$?
7. Как вычислить вероятность $P(t)$ и $Q(t)$, если известна $f(t)$ - плотность распределения времени на отказ?
8. Как определить приближенное значение вероятности $P(t)$ и $Q(t)$ по результатам испытаний? От чего зависит точность полученных статистических оценок?
9. Дайте точное определение понятию «интенсивность отказов».
10. Как связаны между собой значения $X(t)$, $f(t)$, $P(t), Q(t)$? Напишите соответствующие зависимости.
11. Запишите выражение для общего закона надежности.
12. Как статистически определить интенсивность отказов?
13. Нарисуйте типовой график изменения функции $X(t)$, объясните характер изменения $X(t)$ за периоды.
14. Почему для периода нормальной эксплуатации справедлив экспоненциальный закон надежности? Напишите выражение для этого закона.
15. В каких единицах и при каких условиях приводятся в справочной литературе значения интенсивности отказов типовых радиоэлектрических элементов?
16. Дайте определение и напишите выражение для средней наработки на отказ.
17. Как геометрически определить среднюю наработку на отказ, если известны графики функций: $P(t), Q(t)$?
18. Как связаны между собой показатели $T_{ср}$ и $X(t)$? Запишите выражение для $T_{ср}$, если система находится в периоде нормальной эксплуатации,
19. Для каких систем лучше использовать показатель средней наработки на отказ?
20. Как определить среднюю наработку на отказ по результатам испытаний?

Рейтинг-контроль № 3

1. Как формулируются показатели долговечности, если предельное состояние обуславливает снятие системы из эксплуатации?
2. Дайте определение и запишите выражение для среднего срока службы и среднего ресурса системы.
3. Что характеризует и как обозначается гамма-процентный ресурс (гамма-процентный срок службы) системы?
4. Обозначьте понятие и укажите цель установления предназначенного ресурса (предназначенного срока службы) системы.
5. Какие действия должны выполняться при достижении системой предназначенного ресурса, предназначенного срока службы или предназначенного срока сохранения?
6. Назовите показатели сохранения.
7. Что характеризует и как вычислить средний срок сохранения?
8. Что характеризует и как вычислить гамма-процентный срок сохранения?
9. Сформулируйте понятие интенсивности отказов при сохранении.
10. Как соотносятся интенсивности отказов при работе и при хранении? Как определить (найти) интенсивности отказов при хранении?
11. Каковы характерные особенности комплексных показателей надежности? Какова сфера их применения?
12. Перечислите основные комплексные показатели надежности.
13. Как назначается коэффициент готовности системы?
14. Сформулируйте предположения и запишите на базе этих предположений выражения для коэффициента готовности.
15. Нарисуйте график изменения K_g как функции времени при разных значениях

времени восстановления.

16. Нарисуйте график изменения K_g как функции времени при разных значениях средней наработки и среднего времени восстановления.
17. Получите выражение для стационарного значения коэффициента готовности. Покажите при каких условиях можно пользоваться этим выражением с допустимой точностью.
18. Каковы пути повышения K_g . Покажите их положительные стороны и недочеты.
19. Дайте определение коэффициента простоя. Как вычислить этот показатель? Как он связан с K_g ?
20. Как определить величины K_g и K_p по результатам эксплуатации (испытаний)?
21. Что характеризует коэффициент оперативной готовности? Дайте определение $K_{ог}$.
22. Сформулируйте основные ситуации и запишите выражение для расчета вероятности $P_{ог}(t)$.
23. При каких условиях можно пользоваться упрощенным выражением для $K_{ог}$? Запишите формулу для расчета $K_{ог}$ в этом случае.
24. Нарисуйте графики изменения $K_{ог}(t)$ при разных значениях T_v . Сделайте выводы.
25. Какое свойство системы характеризует коэффициент технического использования? Дайте определение $K_{ти}$.
26. Как вычислить $K_{ти}$ по результатам эксплуатации (испытаний)?
27. Сравните K_g и $K_{ти}$. При каких условиях их значения совпадают, не совпадают?
28. Дайте определение и запишите выражение для расчета коэффициента планируемого использования.
29. Сравните выражения для $K_{пи}$ и $K_{ти}$. Сделайте выводы.
30. Что характеризует и для чего используется коэффициент сохранения эффективности ($K_{сэ}$)?

Вопросы к зачету по курсу «Надежность систем управления»

1. Перечислите основные признаки классификации систем.
2. Приведите классификацию систем относительно возможности их восстановления и ремонта.
3. Как классифицируются системы по времени воздействия отказа на работоспособность системы?
4. Дайте классификацию систем по признакам наличия и использования резерва. Приведите примеры.
5. Приведите пример и покажите характерные признаки систем единовременного и многоразового действия.
6. С какой целью вводятся и используются показатели надежности?
7. Перечислите требования, которые назначают выбор показателей надежности.
8. Назовите основной признак классификации показателей надежности.
9. Перечислите основные признаки классификации показателей надежности.
10. Перечислите основные группы единичных показателей надежности.
11. Дайте определение понятиям «наработка», «наработка на отказ», «наработка между отказами». В каких единицах может измеряться наработка?
12. Дайте определения понятиям «технический ресурс» и «срок службы». Чему равняются эти параметры? В каком случае они сходны?
13. От чего зависит соотношение значения ресурса и срока службы? Приведите примеры.
14. Что характеризует срок хранения системы? Какие сроки хранения различают в продолжении срока жизни системы?
15. Что характеризует время восстановления работоспособного состояния системы? Чему равняются общий и оперативный времена восстановления работоспособности системы?

16. Что характеризует и как назначается средняя наработка на отказ?
17. Дайте определение гамма-процентной наработки на отказ.
18. Для каких систем используется параметр потока отказов в качестве показателя безотказности?
19. Дайте определение и запишите математическое выражение для определения параметра потока отказов.
20. Как определить параметр потока отказов по результатам испытаний?
21. Перечислите основные показатели ремонтпригодности систем. Объясните их физический смысл.
22. Дайте определение и запишите выражение для вероятности восстановления работоспособного состояния системы. Каково математическое содержание этого показателя?
23. Что такое интенсивность восстановления?
24. Как определить вероятность восстановления, если известна интенсивность восстановления?
25. Дайте определение и запишите выражение для среднего времени восстановления. Что характеризует время восстановления?
26. Как определить среднее время восстановления по результатам эксплуатации (испытаний)?
27. Как связаны и от чего зависят среднее время и интенсивность восстановления?
28. Какими показателями характеризуется долговечность системы?
29. Что следует учитывать при определении показателей долговечности?
30. Дайте определение и запишите выражение для расчета $K_{сэ}$. Приведите примеры.

Самостоятельная работа студентов

Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в следующих видах деятельности студента:

- работе с лекционным материалом,
- проработке литературы и электронных источников информации по заданной проблеме,
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с английского языка,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную переработку,
- изучении теоретического материала при подготовке к лекционным и практическим занятиям, контрольным работам и зачету.

Темы выносимые на самостоятельную проработку

- основы математического описания надежности технических систем;
- методика решения задач надежности.

Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы производится на лекционных и практических занятиях в ходе интерактивной дискуссии.

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

Основная литература

1. Надежность технических систем [Электронный ресурс] / Пучин Е.А. Лисунов Е.А. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. и средних учеб. заведений). - <http://www.studentlibrary.ru/>
2. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения [Электронный ресурс] / Васильева Т.Н. - М. : Горячая линия - Телеком, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/>
3. Теория надежности [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В.А. Острейковский. - М. : Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/>

Дополнительная литература

1. "Статистическое моделирование надежности работы системы на ЭВМ: метод, указания к выполнению домашнего задания по курсу "Теория надежности элементов и систем" [Электронный ресурс] / В.М. Крикун, А.В. Мищенко, Б.Н. Окоёмов и др. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010." - http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0511.html
2. Проектирование высоконадежных систем автоматического управления движением корабля [Электронный ресурс] / Клячко Л. М., Острцов Г. Э. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112895.html>
3. Надежность технических систем. Резервирование, восстановление [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В. Д. Шашурин, В.М. Башков, Н.А. Ветрова, В. А. Шалаев. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833155.html>

Периодические издания

ЭУИ «Надежность систем автоматизации»

Интернет-ресурсы

1. Vsegost.com – библиотека ГОСТов.
2. www.szma.com – инженерный справочник.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции и практические занятия проводятся в аудитории, обеспеченной мультимедийной аппаратурой, позволяющей использовать различные варианты демонстрации изучаемого материала.

Студенты имеют возможность доступа к локальной сети кафедры и сети университета.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **«Управление в технических системах»**

Рабочую программу составил



А.И.Копейкин
д.т.н., профессор

Рецензент
Директор
ООО НПП «Энергоприбор», к.т.н.



В.В.Моисеенко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИТЭС
Протокол № 10/1 от 18.11.15 года

Заведующий кафедрой



А.Б.Градусов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления **«Управление в технических системах»**

Протокол № 8 от 18.11.15 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов