

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)
Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



А.А. Галкин

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»

направление подготовки / специальность
27.03.04 – Управление в технических системах

направленность (профиль) подготовки
Управление и информатика в технических системах

г. Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель научить студентов обеспечению высокой надежности технических объектов различного назначения при проектировании систем автоматизации и управления, производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления.

Задачи научить студентов методам расчета отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Надежность систем управления» относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
1	2	3	4
ПК-6 Способен производить расчеты 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-6.1. Знает методы расчета и проектирования отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления. ПК-6.2. Умеет производит расчеты отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления; производить анализ элементной базы отдельных блоков и устройств и выбор ее для построения систем автоматизации и управления. ПК-6.3. Владеет навыками использования стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании и расчетах отдельных блоков и устройств	Знает как рассчитать блоки устройств автоматики Умеет производить анализ элементной базы Владеет навыками использования средств измерительной техники	Тестовые вопросы

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, **108** час.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/ п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. История развития теории надежности и ее роль в обеспечении высокого уровня качества, долговечности систем управления	7	1	2				2	
2	Основы теории надежности систем управления	7	2	2				4	
3	Показатели надежности систем управления	7	3	2				4	1 рейтинг-контроль
4	Статистические модели надежности систем	7	4	2				4	
5	Надежность простых технических систем	7	5	2				4	2 рейтинг-контроль
6	Методы повышения надежности систем управления	7	6	4				4	3 рейтинг-контроль
7	Расчет надежности резервированных систем управления	7	7	2	2		2	4	
8	Расчет надежности резервированных невосстанавливаемых систем	7	8	2	2		2	4	
9	Расчет надежности резервированных восстанавливаемых систем	7	9	2			2	4	
10	Расчет надежности локальных технических систем	7	10	4	2		2	4	
11	Живучесть технических систем	7	11	4				4	
12	Экспериментальная оценка показателей надежности элементов и систем управления.	7	12-13	2	4			4	
13	Надежность программного обеспечения.	7	14-15	2	4			4	
14	Диагностика систем управления.	7	16-18	4	4		2	4	
Всего за 7 семестр				36	18		10	54	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				36	18		10	54	зачет

Содержание лекционных занятий по дисциплине

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 раздельным 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

Содержание практических занятий по дисциплине

Практическое занятие №1.

Надежность нерезервированных невосстанавливаемых систем при внезапных отказах.

Практическое занятие №2.

Надежность нерезервированных невосстанавливаемых систем при постепенных отказах.

Практическое занятие №3.

Надежность резервированных 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.

Работа в форме практической подготовки

1. Расчет надежности нерезервированных систем управления
2. Расчет надежности резервированных невосстанавливаемых систем
3. Расчет надежности резервированных восстанавливаемых систем
4. Расчет надежности локальных технических систем
5. Диагностика систем управления.

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

5.1 Текущий контроль успеваемости

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 наиболее характерные 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 $X_r(t)$ 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: $R(t), Q(t)$?
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?

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

$P_{or}(t)$.

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 $T_{в}$. 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 $K_{г}$ 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 ($K_{сэ}$)?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет)

Вопросы к зачету

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 одновременного 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.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

Темы самостоятельной работы 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.

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

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
1	2	3
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/	2013	http://www.studentlibrary.ru/
2. Надежность электрооборудования и систем электропитания [Электронный ресурс] / Васильева Т.Н. - М. : Горячая линия - Телеком, 2015.	2015	http://www.studentlibrary.ru/
3. Теория надежности [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В.А. Острейковский. - М. : Абрис, 2012. -		http://www.studentlibrary.ru/
4. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9.	2019	http://www.studentlibrary.ru/
Дополнительная литература		
"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." -	2010	http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0511.html
2. Гиоев, З. Г. Современные методы диагностики систем электропривода : учебное пособие / З. Г. Гиоев. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 71 с. — ISBN 978-5-88814-886-0.	2019	URL: https://e.lanbook.com/book/140601
3. Теория автоматического управления технологическими системами [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов / Петраков Ю.В., Драчев О.И. - М.: Машиностроение, 2008. - /ISBN9785217033911.html	2008	http://www.studentlibrary.ru/book
Проектирование высоконадежных систем автоматического управления движением корабля [Электронный ресурс] / Клячко Л. М., Острецов Г. Э. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. -	2010	http://www.studentlibrary.ru/book/
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. -	2009	ISBN9785922112895.html

6.2. Периодические издания

1. Автоматика и телемеханика.
2. Известия РАН. Теория систем управления.
3. Известия высших учебных заведений. Электромеханика.
4. Математическое моделирование.
5. Измерение, диагностика, контроль.
6. Современные технологии автоматизации. Изд-во «СТА-ПРЕСС». — ISSN 0206-975X
7. ЭУИ «Надежность систем автоматизации».

6.3. Интернет-ресурсы

1. IXBT – новостной сайт с разборами техники, информационных технологий и новых программных продуктов
2. Slashdot – сайт, на котором представлены новости о науке, технике и политике.
3. Computerworld Россия — сайт, где публикуются обзоры событий индустрии информационных технологий в России и в мире, а также примеры успешных внедрений информационных систем на российских предприятиях.
4. DWG — сайт для проектировщиков и инженеров, снабженный всей необходимой справочной информацией.
5. Vsegost.com – библиотека ГОСТов.
6. www.szma.com – инженерный справочник.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах кафедры ВТиСУ 109-3, 111-3, 117-3, оснащенных современными персональными компьютерами с установленной операционной системой Windows 8 (10).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS DOS фирмы Microsoft (режим эмуляции), Windows 2008, MS Office 2010.

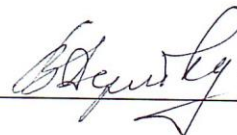
Рабочую программу составил д.т.н., профессор



А.И.Копейкин

Рецензент (представитель работодателя):

начальник лаборатории ЗАО «Автоматика»



В.М. Дерябин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой



В.Н. Ланцов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
Направления «Управление в технических системах (бакалавриат)»

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов