

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 образовательной деятельности
А.А. Панфилов
«04» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность технических систем»

Направление подготовки - 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль - Безопасность жизнедеятельности в техносфере

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения – очная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экс./зачет)
5	3, 108	36	36	-	36	зачет
Итого	3, 108	36	36	-	36	зачет

Владимир 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

В условиях сложившейся в настоящее время в России ситуации проблема техногенной опасности приобретает особое значение для промышленных районов, где сосредоточен большой потенциал опасных производств в сочетании со значительным износом основного оборудования. Теория надежности в любой отрасли промышленности опирается на математику и технические дисциплины. Выпускник должен уметь грамотно оценивать техногенный риск, заложенный в предлагаемый проект, представленный на техническую экспертизу, средства и мероприятия, предназначенные для минимизации ущерба в случае производственных аварий, оценивать методы их прогнозирования и предупреждения.

Основной целью образования по дисциплине «Надежность технических систем» является обучение будущих специалистов *основным положениям теории надежности технических систем и сооружений и научить оценивать надежность и техногенный риск строящихся и модернизирующихся технических систем и сооружений*. Поскольку теория надежности опирается на математический аппарат теории вероятностей и математической статистики, то дисциплину «Надежность технических систем» следует изучать после дисциплин «Высшая математика» и «Теория вероятностей».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Курс базируется на знаниях, полученных студентами при изучении профессиональных дисциплин. Курс обеспечивает формирование специалиста, способного самостоятельно и профессионально решать вопросы безопасности жизнедеятельности в техносфере при выполнении своих научно-технических, профессиональных и организационных функций.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования по компетенциям ПК-4, а именно: способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.

- **знать:** математический аппарат анализа надежности и техногенного риска; основные модели типа "человек–машина–среда"; основные показатели надежности и методы их определения;
- **уметь** анализировать современные системы "человек–машина–среда" на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать основные показатели надежности систем данного профиля; определять стандартные статистические характеристики ЧП (аварий,

несчастных случаев, катастроф);

- **владеть** применением методик качественного анализа опасности сложных технических систем типа человек–машина–среда.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) 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
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Основные понятия теории надежности технических систем	4	1-4	8	8	-	-	8		8/50%	1 рейтинг-контроль
2	Расчет надежности объекта	4	5-9	10	10	-	-	10		10/50%	
3	Структурно-логический анализ технических систем	4	10-14	10	10			10		10/50%	2 рейтинг-контроль
4	Методы повышения надежности технических систем	4	15-18	8	8			8		8/50%	3 рейтинг-контроль
Всего				36	36	-	-	36		36/50%	Зачет

1). ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о надежности.

Надежность как комплексное свойство технического объекта (прибора, устройства, машины, системы). Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации. Понятия отказа, аварии, катастрофы.

Показатели надежности.

Система стандартов «надежность в технике». Основные понятия, термины и определения состояний объектов и свойств надежности. Номенклатура и

классификация показателей надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности. Показатели ремонтпригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности.

2). РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТА

Физические причины повреждений и отказов. Математическая модель надежности объекта.

Источники и причины изменения выходных параметров объектов. Классификация отказов. Математическая модель надежности объекта.

Надежность работы объектов до первого отказа. Математические модели безотказности.

Формирование закона изменения выходного параметра объекта во времени. Общая схема формирования отказа объекта. Модели постепенных отказов. Моделирование внезапных отказов на основе экспоненциального закона надежности. Одновременное проявление внезапных и постепенных отказов. Снижение уровня сопротивляемости объекта внезапным отказам вследствие процесса старения материалов.

Надежность восстанавливаемых объектов. Математические модели долговечности.

Основные особенности исследования долговечности объектов. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с установленным периодом непрерывной работы. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа.

Надежность систем.

Системы как объект надежности и их основные свойства. Расчет надежности систем с расчлененной структурой.

3). СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Структурная схема надежности технической системы.

Расчет надежности систем с последовательным соединением элементов. Расчет надежности системы с параллельным соединением элементов. Расчет структурной надежности систем.

4). МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Резервирование недостаточно надежных подсистем и элементов для повышения надежности всей ТС. Повышение надежности элементов, из которых состоит ТС. Разработка всей технической системы или её наименее надежной части заново, с использованием других принципов функционирования.

Темы практических занятий.

1. Номенклатура и классификация показателей надежности.
2. Математическая модель надежности объекта.
3. Общая схема формирования отказа объекта.
4. Модели постепенных отказов.
5. Моделирование внезапных отказов на основе экспоненциального закона надежности.
6. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа.
7. Расчет надежности систем с расчлененной структурой.
8. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках образовательных технологий предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. На практических занятиях используется метод проблемного изложения материала, а также применение рейтинговой системы аттестации студентов.

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

В качестве текущего контроля студентов используется 3-х этапная рейтинговая система. Для рейтинговой оценки знаний студентов подготовлены контрольные

вопросы по тематике модулей дисциплины. В качестве самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины студенту выдаются темы для рефератов.

Задачи для 1-го рейтинг-контроля:

1. Упростить выражение $A=(B+C) \cdot (B+C) \cdot (B+C)$
2. Событие А – хотя бы одно из имеющихся четырех изделий бракованное; событие В – бракованных изделий из них не менее двух. Что означают события \bar{A} и \bar{B} ?
3. Техническая система состоит из трех последовательно соединенных элементов А1, А2 и А3. Система выходит из строя, если отказывает хотя бы один из составляющих ее элементов. Вероятность выхода из строя этих элементов соответственно 0,3; 0,4 и 0,6. Найти вероятность безотказной работы системы.
4. Случайным образом выбраны 2 числа. Событие А означает, что хотя бы одно из них простое; событие В означает, что хотя бы одно из них четное. Что означают события $A \cdot B$ и $A+B$?
5. Десять книг на одной полке расставляются случайным образом. Определить вероятность того, что при этом три определенные книги окажутся поставленными рядом.
6. Два стрелка, для которых вероятности попадания в мишень равны соответственно 0,7 и 0,8 производят по одному выстрелу. Определить вероятность хотя бы одного попадания в мишень.

Задачи для 2-го рейтинг-контроля:

1. Вероятность наступления события в каждом опыте одинакова и равна 0,2. Опыты производятся последовательно до наступления события. Определить вероятность того, придется производить четвертый опыт.
2. Событие А – хотя бы одно из имеющихся четырех изделий бракованное; событие В – бракованных изделий из них не менее двух. Что означают события А и В?
3. Определить вероятность того, что выбранное наугад целое число N при возведении в квадрат даст число, оканчивающееся единицей.
4. Вероятность того, что изготовленное на первом заводе изделие будет первого сорта равна 0,7. Изделие, изготовленное на втором заводе является первосортным с вероятностью 0,8. На первом заводе изготовлены 2 изделия, а на втором – 3. Найти вероятность того, что все детали первосортные.
5. Два стрелка поочередно стреляют по мишени до первого попадания. Вероятность попадания для первого стрелка равна 0,2, а для второго равна 0,3. Найти вероятность того, что первый стрелок сделает больше выстрелов, чем первый.
6. Оптовая база снабжает 10 магазинов, от каждого из которых может поступить заявка на завтрашний день с вероятностью 0,4 независимо от заявок других магазинов. Найти наиболее вероятное число заявок в день и вероятность получения этого числа заявок.

Задачи для 3-го рейтинг-контроля:

1. Изделия испытываются при перегрузочных режимах. Вероятности для каждого изделия пройти испытания равны $4/5$ и независимы. Испытания заканчиваются после первого же изделия, не выдержавшего испытания. Вывести формулу для ряда распределения количества испытаний.
2. Вероятность любому абоненту позвонить на коммутатор в течение часа равна $0,01$. Коммутатор обслуживает 300 абонентов. Какова вероятность того, что в течение часа позвонят 4 абонента?
3. Для поиска пропавшего самолета выделено 10 вертолетов, каждый из которых может быть использован в одном из 2 возможных районов, где самолет может находиться с вероятностями $0,8$ и $0,2$. Каждый вертолет может обнаружить самолет с вероятностью $0,2$; поиски осуществляются каждым вертолетом независимо от других. Как следует распределить вертолеты по районам поисков, чтобы вероятность обнаружения самолета была наибольшей?
4. Из 18 стрелков 5 попадают в мишень с вероятностью $0,8$; 7 – $0,7$; 4 – $0,6$; 2 – $0,5$. Наугад выбранный стрелок произвел выстрел, но в мишень не попал. К какой из групп вероятнее всего принадлежал стрелок?
5. Определить вероятность того, что номер первой встретившейся автомашины не содержит цифры «5», если известно, что все номера четырехзначные, неповторяющиеся и равновозможные.
6. Корректур в 500 страниц содержит 500 опечаток. Найти вероятность того, что на одной странице содержится не меньше 3 опечаток.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ:

1. Дайте определение понятия «надежность» применительно к техническим системам.
2. Какими основными событиями и состояниями характеризуется надежность технических систем?
3. Чем отличаются исправное и работоспособное состояния технической системы?
4. В каких случаях наступает предельное состояние объекта?
5. Какими могут быть отказы по причинам и характеру возникновения?
6. По каким признакам классифицируют отказы?
7. Что такое «показатели надежности»?
8. Перечислите и поясните показатели безотказности.
9. Перечислите и поясните показатели долговечности.
10. Что является причиной отказов в период нормальной эксплуатации технической системы?
11. Известно, что техническая система имеет экспоненциальное распределение наработки до отказа с параметром $\lambda = 10^{-7} \text{ ч}^{-1}$. Назначенный ресурс технической системы составляет $T_n = 10^5 \text{ ч}$. Определить вероятность того, что деталь безотказно проработает в интервале наработки $[0, T_n]$.
12. Почему распределение Гаусса называют нормальным распределением?
13. Какими параметрами определяется плотность распределения при нормальном законе распределения?

14. Какие виды распределений описывают надёжность технической системы в период постепенных отказов?
15. В чем состоит условие безотказной работы технических систем с последовательным соединением элементов?
16. Как можно повысить вероятность безотказной работы технической системы с последовательным соединением элементов?
17. 3. Техническая система состоит только из последовательно соединенных 10 элементов первого типа, 15 элементов второго типа, 32 элементов третьего типа и 8 элементов четвертого типа. Интенсивности отказов элементов известны и равны: $\lambda_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$, $\lambda_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$, $\lambda_3 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$, $\lambda_4 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$.
18. Определить среднюю наработку до отказа T_{0c} и вероятность безотказной работы системы при наработках $t_1 = 100$ ч и $t_2 = 1000$ ч.
19. Ответ: $T_{0c} = 5 \cdot 10^3$ ч, $P(t_1) = 0,98$, $P(t_2) = 0,819$.
20. В чем состоит условие безотказной работы технических систем с параллельным соединением элементов?
21. Как определить вероятность безотказной работы технической системы с параллельным соединением элементов?
22. Как можно повысить надёжность технической системы с параллельным соединением элементов?
23. Как определить вероятность безотказной работы технической системы со сложным соединением элементов?
24. Какие виды резервирования существуют?
25. В чем отличие нагруженного и ненагруженного резервирования?
26. Что такое кратность резервирования и в чем отличие целой и дробной кратности?
27. Что представляет собой ненагруженное резервирование и как случайная наработка до отказа системы связана со случайными наработками составляющих систему элементов?
28. К какому закону распределения стремится наработка до отказа системы при больших значениях кратности резервирования?
29. Как изменяется вероятность безотказной работы системы с увеличением кратности резервирования.
30. При каких условиях ненагруженное резервирование значительно эффективнее нагруженного?
31. Что представляет собой облегченный резерв и видом какого резервирования он является?
32. Как определить вероятность безотказной работы для системы с облегченным резервом.
33. Что представляет собой скользящее резервирование и видом какого резервирования оно является?

Темы для самостоятельного изучения:

1. Источники и причины изменения выходных параметров объектов.
2. Математическая модель надежности объекта.
3. Модели постепенных отказов.
4. Моделирование внезапных отказов на основе экспоненциального закона надежности.
5. Снижение уровня сопротивляемости объекта внезапным отказам вследствие процесса старения материалов.
6. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа.
7. Расчет надежности систем с расчлененной структурой.
8. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания.
9. Причины аварийности на производстве.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Библиотека ВлГУ

а) основная литература:

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.

— Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2778

2. Надежность технических систем. Практикум [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Коломейченко А.В., Кузнецов Ю.А., Логачев В.Н., Титов Н.В. – Орел : Издательство ОрелГАУ, 2013. – 114 с.

— Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=71362

3. Таранцева К.Р. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Таранцева К.Р. – Пенза: Издательство ПензГТУ, 2012, - 220 с.

— Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=62568

б) дополнительная литература:

1. Хмарук, Олег Николаевич. Оценка вероятности возникновения опасных ситуаций [Электронный ресурс] : методические указания к практической работе по дисциплине "Надежность технических систем и техногенный риск" / О. Н. Хмарук ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра безопасности жизнедеятельности .— Электронные текстовые данные (1 файл: 227 Кб) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2007

— Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/1004>

2. Надежность технических систем [Электронный ресурс] / Пучин Е.А. Лисунов Е.А. : КолосС, 2010. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. и средних учеб. заведений).

— Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953208123.html>

3. Надежность технических систем. Резервирование, восстановление [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.Д. Шашурин, В.Д. Башков, Н.А. Ветрова, В.А. Шалаев. – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2009.

— Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833155.html>

4. ГОСТ 27. 001-95 Система стандартов. Надежность в технике. Основные положения.
5. ГОСТ 27. 002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
6. ГОСТ 27. 003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
7. ГОСТ 27. 004-85 Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения.
8. ГОСТ 27. 202-83 Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции.
9. ГОСТ 27. 203-83 Надежность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности.
10. ГОСТ 27. 204-83 Надежность в технике. Технологические системы. Технические требования к методам оценки надежности по параметрам производительности.
11. ГОСТ 27. 301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.
12. ГОСТ 27. 310-95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы: законодательно-правовая электронно-поисковая база по безопасности жизнедеятельности, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных вузовской рабочей программой, находящиеся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе, программное обеспечение и Интернет-ресурсы: справочная база нормативных документов Санкт-Петербургского

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

Лекционный курс дисциплины «Надежность технических систем» предполагает обязательное наличие в лекционной аудитории проектора и персонального компьютера, также локальная компьютерная сеть кафедры с выходом в глобальную сеть Интернет, специализированный учебный класс для проведения компьютерного контроля по курсу, оснащенный современной компьютерной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями, законодательно правовой поисковой системой; мультимедийным проектором с комплектом презентаций, специализированная аудитория для проведения презентаций студенческих работ, оснащенная аудиовизуальной техникой.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Рабочую программу составил доц. каф. АТБ Киндеев Е.А. 

Рецензент: Начальник Бюро мониторинга и анализа качества

ОАО «Владимирское КБ радиосвязи»  Киндеева Т. В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Автотранспортная и техносферная безопасность» протокол № 31 от 04.05.16 года

Заведующий кафедрой  Ш. А. Амирсейидов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»,

протокол № 14 от 04.05.16 года.

Председатель комиссии  Ш.А.Амирсейидов

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 _____

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 _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № __ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____

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

Институт Машиностроения и автомобильного транспорта

Кафедра Автотранспортная и техносферная безопасность

Актуализированная
рабочая программа
рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры
протокол №__от____20__года.
Зав. кафедрой

Актуализация рабочей программы дисциплины
«Надежность технических систем»

Направление подготовки - 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль - Безопасность жизнедеятельности в техносфере.

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения - очная

Владимир, 2016

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена _____

а) основная литература _____

б) дополнительная литература _____

в) периодические издания _____

г) интернет-ресурсы _____