МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
_____ А.А. Каракозов
(подпись)
«27» 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 Надежность в технических системах
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Информационно-измерительная техника и технологии
(наименование профиля / магистерской программы /специализации)

Программа: бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	очная	заочная
Семестр	7	9
Общая трудоёмкость в з.е./часах	2,5/90	2,5/90
Контактная работа (час.), в том числе:	36	12
лекции (час.)	17	4
лабораторные работы (час.)		
практические (семинарские) занятия (час.)	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	54	78
курсовой проект (работа) (семестр/час.)		
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачет	зачет

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Надежность в технических системах» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (профиль – Информационно-измерительная техника и технологии) для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры «Автоматика и телекоммуникации»,

к.т.н., доцент _____ Молоковский И.А.

(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «06» 03 2023 года № 3.

Заведующий кафедрой _____ Турупалов В.В.

(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Электронная техника».

Заведующий кафедрой _____ Кузнецов Д.Н.

(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение».

Протокол от «17» 03 2023 года № 3

Председатель _____ Кузнецов Д.Н.

(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «___» _____20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____ _____

(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «____» _____20___ года № _____

Заведующий кафедрой _____ _____

(подпись) (Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс направлен на изучение основных принципов расчета показателей безотказности, как одному из основных свойств надежности средств телекоммуникаций, охватывающему период эксплуатации, и хранения.

Цель дисциплины - получение бакалаврами, знаний, умений и навыков по теории надежности, практических навыков и умений, необходимых для создания систем управления с заданным уровнем надежности, оценки и обеспечения их надежности и ремонтопригодности в процессе эксплуатации.

Задачи дисциплины состоит в том, чтобы ознакомить студентов с современным состоянием основ теории надежности элементов и подсистем на всех этапах их проектирования, изготовления, установки, наладки и эксплуатации.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: как в рамках цели проекта сформулировать совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, и определить ожидаемые результаты решения поставленных задач; основы монтажа и наладки устройств; функциональные, числовые показатели надежности и ремонтопригодности технических, программных элементов и систем; методы диагностирования технических и программных систем; методы оценки показателей надежности систем управления; методы повышения аппаратной надежности систем управления; методы диагностирования технических и программных систем.

уметь: спроектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений; руководить монтажом, наладкой и испытаниями приборов и систем; определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтопригодности технических элементов, и систем управления; анализировать надежность локальных технических (технологических систем); синтезировать локальные технические системы с заданным уровнем надежности; диагностировать показатели надежности локальных технических систем.

Владеть: навыками публичного представления результатов решения конкретной задачи проекта; навыками сдачи в эксплуатацию опытных образцов приборов и систем.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);

способен руководить монтажом, наладкой (юстировкой), испытаниями и сдачей в эксплуатацию опытных образцов приборов и систем (ПК-5).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Информатика и программирование», «Теория вероятностей и случайные процессы».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин: «Цифровая схемотехника», «Микропроцессорные устройства управления и обработки информации», «Конструкторско-технологическое проектирование электронных устройств и приборов»; выполнении курсовых проектов и бакалаврских квалификационных работ.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Основные понятия и термины теории надежности. Количественные характеристики надежности систем	10/10	2/0	2/0	-	6/10
Тема 2. Этапы анализа и показатели надежности систем	10/10	2/0	2/0	-	6/10
Тема 3. Математические модели в теории надежности	10/11	2/1	2/0	-	6/10
Тема 4. Составление логических схем для расчета надежности	10/14	2/1	2/1	-	6/12
Тема 5. Расчет надежности систем, которые допускают восстановление	10/10	2/0	2/0	-	6/10
Тема 6. Контроль и диагностика систем	28/15	5/1	5/0	-	18/14
Тема 7. Методы повышения надежности систем	10/14	2/1	2/1	-	6/12
Контактная работа (дополнительная)	2/6				
Итого по видам занятий	90/90	17/4	17/2	-	54/78
Контроль					
ИТОГО	90				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-2	Темы 1-7
ПК-5	Темы 1-7

3.2. Лекции

Тема 1. Основные понятия и термины теории надежности. Количественные характеристики надежности систем

Содержание темы 1:

История развития теории надежности. Понятия, определения, термины и показатели теории надежности. Повреждения и отказы, их классификация. Основные факторы, влияющие на надежность телекоммуникационного оборудования.

Литература к теме 1: [2,3,4,5]

Тема 2. Этапы анализа и показатели надежности систем

Содержание темы 2:

Априорный и апостериорный анализ надежности систем. Единичные и комплексные показатели надежности.

Литература к теме 2: [2,3,4,5]

Тема 3. Математические модели в теории надежности

Содержание темы 3:

Законы распределения непрерывных случайных величин в теории надежности: распределение Вейбулла, экспоненциальное распределение, распределение Релея, гамма распределение, нормальное и усеченное нормальное распределения. Законы распределения дискретных случайных величин в теории надежности: биномиальный закон, закон Пуассона. Вероятностные процессы. Выбор закона распределения отказов при расчете надежности. Примеры

Литература к теме 3: [1,9,6,11]

Тема 4. Составление логических схем для расчета надежности

Содержание темы 4:

Определение показателей надежности при последовательном, параллельном и смешанном соединение устройств системы. Метод взаимной замены «треугольника» и «звезды». Расчет показателей надежности для систем типа “m из n”, при мостиковом соединении элементов. Логико-вероятностный метод. Метод дерева отказов. Примеры.

Литература к теме 4: [3,4,10]

Тема 5. Расчет надежности систем, которые допускают восстановление

Содержание темы 5:

Система без резервирования и без профилактики, которая допускает восстановление. Система без резервирования и при наличии профилактики, которая допускает восстановление. Система без резервирования и при

наличии профилактики, которая допускает восстановление и состоит из последовательно соединения элементов. Примеры.

Литература к теме 5: [2,3,4,10]

Тема 6. Контроль и диагностика систем.

Содержание темы 7:

Общие положения. Метод аппаратного контроля. Программно-логические методы контроля. Тестовый контроль. Значение и виды испытаний на надежность.

Литература к теме 7: [2,3,5.7,8]

Тема 7. Методы повышения надежности систем.

Содержание темы 8:

Обеспечение надежности устройств и средств управления. Основные понятия, определения и классификация методов резервирования. Расчет надежности систем при структурном резервировании. Расчет надежности систем с информационной избыточностью. Расчет надежности систем с временным резервированием.

Литература к теме 8: [3,4,10,11]

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очная/заочная	Литература
1	Расчет показателей безотказности	4/0	[12]
2	Приближенный расчет надежности узлов систем управления	4/0	[12]
3	Расчет структурной надежности систем управления	5/1	[12]
4	Расчет показателей надежности систем управления на основе графа состояний	4/1	[12]
Итого:		17/2	

3.4. Лабораторные работы

В учебном плане не запланировано

3.5. Самостоятельная работа студента,

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	27/35
2	Подготовка к практическим занятиям	27/34
3	Подготовка к лабораторным работам	-
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	-/9
Итого:		54/78

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Выполнение курсового проекта (работы) в учебном плане не запланировано.

Для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение индивидуального задания. Тематика задания связана с изучением принципов расчета основных показателей надежности для электронных систем и устройств. Цель – усвоение принципов определения электронных систем и устройств.

Отчет о работе состоит из текстовой части на листах формата А4. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 15 страниц формата А4.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет

использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по быстроте и качеству;

- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;

- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Надежность в технических системах» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения практических работ и во время контрольных опросов. Выполнение практических работ с защитой отчёта и индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к зачету.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проводится в форме семестрового зачета. При оценивании студента на зачете преподаватель учитывает данные о знании студента во время текущего контроля.

Итоговой перевод оценки из 100-балльной шкалы в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утверждённом приказом ДонНТУ № 337-14 от 02.05.2018 г.

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Зачтено
80-89	B	
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	
35-59	FX	Не зачтено
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.3 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

На примере лабораторного занятия «Приближенный расчет надежности электронных устройств»:

1. Что такое интенсивность отказа?
2. Как строятся графики функции готовности и простоя системы?
3. Как вычислить коэффициенты готовности и простоя системы?

4.4 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

I Основная литература

1. Никитин, Л. Н. Автоматизированные методы диагностики и испытаний РЭС: учебное пособие / Л.Н. Никитин, А.С. Костюков, И.С. Бобылкин. — Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 218с. — ISBN 978-5-7731-0847-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS.

2. Надежность машин и оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Н.Н. Кокушин [и др.]; [Н.Н. Кокушин, А.А. Тихонов, С.Г. Петров и др.]; ФГБОУ ВПО "С.-Пб. гос. техн. ун-т растит. полимеров". - 2 Мб. - Санкт-Петербург: СПбГТУРП, 2013.

3. Киндеев Е.А. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов: в 2 ч. Ч. 1 / Е.А. Киндеев; Е.А. Киндеев; ФГБОУ ВО "Владимир. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых". - 2 Мб. - Владимир: ВлГУ, 2016.

4. Диагностика и мониторинг состояния сложных технических систем: учебное пособие / Н.А. Махутов., В.Н. Пермяков, Р.С. Ахметханов и др. — Тюмень: ТИУ, 2017 — 632 с.

5. Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. - М.: ИЦ "Академия", 2010. - 304с.

6. Диагностика и мониторинг состояния сложных технических систем: учебное пособие / Н. А. Махутов., В. Н. Пермяков, Р. С. Ахметханов и др. — Тюмень: ТИУ, 2017 — 632 с.

7. Чебоксаров А.Н. Основы теории надежности и диагностика**:** курс лекций. А.Н. Чебоксаров. – Омск: СибАДИ, 2012. – 76 с.

II Дополнительная литература

8. Половко А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - Спб.: БВХ-Петербург, 2006. - 704 с.

9. Половко А.М. Основы теории надежности. Практикум / А.М. Половко, С.В. Гуров. - Спб.: БХВ-Петербург, 2006. - 560 с.

10. Модели и методы расчета надежности технических систем. /В.С. Викторова, А.С. Степанянц. – Москва: 2013 – 219с.

11. Науменко А.П. Методы технической диагностики**:** Материалы лекций. – Омск: ОмГТУ, 2016. – 125 с.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

12. Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Надежность в технических системах» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» всех форм обучения / ГОУ ВПО «ДОННТУ», каф.

автоматики и телекоммуникаций; сост.: В.К. Ямилов, И.Н. Яремко. — Донецк: ДОННТУ, 2021. . – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

13. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы по дисциплине «Надежность в технических системах» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» всех форм обучения / ГОУ ВПО «ДОННТУ», каф. автоматики и телекоммуникаций; сост.: В.К. Ямилов, И.Н. Яремко. — Донецк: ДОННТУ, 2021. . – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – http://donntu.ru/library.

ЭБС IPR SMART – http://www.iprbookshop.ru.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1 Учебная аудитория № 8.607, учебный корпус 8, для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональный компьютер с выходом в сеть и возможностью подключения к сети «Интернет» (P IV-1.7 GHz); экран проекционный ELIT SCREENS M113XWS1; коммутационный шкаф; Swich TP-Link; patchpanel; wi-fi точка доступа. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0).

2 Учебная аудитория №8.416, учебный корпус 8, для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональные компьютеры с выходом в сеть (iPE2140-1.6Ghz; Intel Celeron 430/2.6 Ghz; P-III 550; P IV-2.6 GHz; Солярис). Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия); Cisco Packet Tracer Student edition (академическая лицензия)).

3 Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3, 8 (аудитория №8.001) (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в

электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. Системное обеспечение: операционная система Microsoft Windows 7 (академическая лицензия, OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0), Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0), Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) (общественная лицензия GNU).