

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Надежность приборов и средств измерений»

Направление подготовки бакалавров – 12.03.01 Приборостроение
Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и технологии
Типы задач профессиональной деятельности – производственно-технологический,
проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2024

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: ст. преп. кафедры АТП _____ Е.В. Бусаров

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
«_____» _____ 2024 г., протокол № _____.

Заведующий кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис

Согласовано:

Начальник учебно-методического
отдела УМУ _____

Е.Э. Наумова

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки _____

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Надежность приборов и средств измерений» является обучение студентов современным методам оценки показателей надежности автоматизированных систем управления; обеспечению необходимой надежности при проектировании и эксплуатации систем; методам и приемам диагностирования программно-технических средств автоматизации различных объектов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение принципов обеспечения надежности технических систем, количественных характеристик надежности и методик их расчетов;
- освоение методик диагностики технических систем.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Курс базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Информатика», «Математические основы моделирования».

Знания, полученные при освоении курса, используются при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

ПК-4. Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке, юстировке, испытаниях и опытной проверке приборов и систем.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-4.2. Владеет нормативной базой и метрологическим обеспечением приборов и средств измерений, методиками проведения поверочных операций.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Нормативную базу и метрологическое обеспечение приборов и средств измерений.

Уметь:

У1. Формировать метрологическое обеспечение на различных этапах жизненного цикла.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Владеть методиками проведения поверочных операций.

ПК-5. Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-5.6. Выполняет расчет и прогнозирование эффективности различных мероприятий для обеспечения требуемого уровня надежности на этапе проектирования.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Методы расчета эффективности различных мероприятий для обеспечения требуемого уровня надежности.

Уметь:

У1. Выполнять оценку надежности прибора и системы в соответствии с заданными исходными данными.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Иметь навыки работы с инструментальными и организационными ресурсами обеспечения надежности.

ПК-8. Способен к расчету норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, инструмента, выбору типового оборудования, предварительной оценке экономической эффективности технологических процессов.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-8.3. Выполняет расчет и прогнозирование эффективности различных мероприятий для обеспечения требуемого уровня надежности на этапе эксплуатации.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Методы расчета эффективности различных мероприятий для обеспечения требуемого уровня надежности на этапе эксплуатации.

Уметь:

У1. Выполнять расчет надежности прибора и системы в соответствии с заданными исходными данными.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Владеть методами повышения надежности на этапе проектирования

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		78
В том числе:		
Лекции		26
Практические занятия (ПЗ)		39
Лабораторные работы (ЛР)		13
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		66
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		

- подготовка к практическим занятиям		30
- подготовка к защите лабораторных работ		24
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		8
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		52
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		39
Лабораторные работы (ЛР)		13
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1 Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Самост. работа
1	Введение	2	2	-	-	-
2	Показатели надёжности приборов и средств измерений	24	4	6	-	14
3	Расчёт надёжности	28	4	8	-	16
4	Обеспечение заданного уровня надёжности на этапе проектирования	24	6	8	-	10
5	Основные вопросы эксплуатационной надёжности приборов и средств измерения	32	6	10	6	10
6	Диагностика приборов и средств измерений	34	4	7	7	16
	Всего по дисциплине	144	26	39	13	66

5.2 Содержание дисциплины

Модуль 1 «Введение»

Надёжность, как определяющее свойство технической системы, безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость – основные составляющие надёжности. Отказы объектов, их классификация. Метрологические отказы.

Модуль 2 «Показатели надёжности объектов и систем»

Показатели безотказности систем: вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, интенсивность отказов, связь между ними. Комплексные показатели безотказности и ремонтпригодности. Потоки отказов: простейший стационарный и нестационарный пуассоновские потоки. Основные законы

распределения отказов при расчётах надёжности: нормальный, Пуассона, экспоненциальный, Вейбулла, распределение Гаусса.

Модуль 3 «Расчёт надёжности систем»

Виды расчётов надёжности систем, аппаратная и функциональная надёжность. Последовательность расчётов надёжности систем. Расчёт надёжности, основанный на использовании параллельно-последовательных структур. Способы преобразования сложных структурных схем надёжности. Методы оценки надёжности систем при появлении внезапных отказов. Определение показателей надёжности с учётом условий эксплуатации элементов. Коэффициенты нагрузки, их определение. Метод поправочных коэффициентов на условия при расчёте надёжности. Методы оценки надёжности при появлении постепенных отказов.

Модуль 4 «Обеспечение заданного уровня надёжности»

Резервирование – основной метод повышения надёжности систем. Виды резервирования. Расчёт надёжности систем при пассивном резервировании. Активный нагруженный резерв. Мажоритарное резервирование. Анализ надёжности резервированных систем с учётом различного характера отказов устройств. Оценка показателей надёжности восстанавливаемых систем со структурным резервированием.

Модуль 5 «Основные вопросы эксплуатационной надёжности технических систем»

Профилактическое обслуживание систем. Методы планирования регламентных проверок и профилактических работ. Количественные показатели эффективности профилактических работ. Статистические оценки времени проведения профилактических работ. Определение параметров технического обслуживания при явных и неявных отказах систем. ЗИПы – как средство обеспечения заданного уровня надёжности систем. Виды ЗИПов. Методы расчёта ЗИПов для невозстанавливаемых и восстанавливаемых элементов.

Модуль 6 «Диагностика приборов и средств измерения»

Техническая диагностика. Основные понятия, термины и определения. Задачи организации диагностического обеспечения. Функциональное диагностирование. Тестовое диагностирование. Организация диагностирования сложных объектов. Методология диагностирования. Показатели и критерии эффективности диагностирования. Структура системы диагностирования. Встроенные средства диагностирования. Внешние средства диагностирования. Особенности проектирования систем технического диагностирования.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 5 Цель: изучение методов обеспечения надежности систем	Изучение обеспечения надежности невосстанавливаемых систем	2
	Изучение методов обеспечения надежности восстанавливаемых систем	2
Модуль 5 Цель: определение параметров технического обслуживания при отказах систем	Анализ физики отказов элементов надежности приборов и средств измерения	2
Модуль 6 Цель: диагностика приборов и средств измерения	Техническая и функциональная диагно-стика программно-аппаратных комплексов	3
	Поверка измерительных и регулирующих каналов микропроцессорных контроллеров	4

5.4. Практические занятия

Таблица 4. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: овладение методами расчета показателей надежности систем	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых систем при различных законах распределения	3
	Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем	3
Модуль 3 Цель: овладение методами расчета показателей надежности систем при резервировании	Расчет показателей надежности систем с различными видами резервирования	8
Модуль 4 Цель: овладение методами расчета ЗИПа	Расчет ЗИПа для приборов и средств измерения	8
Модуль 5 Цель: овладение методами расчета надежности при эксплуатации прибора	Расчет эксплуатационных параметров прибора и системы	10
Модуль 6 Цель: изучение методики диагностики приборов и систем	Диагностика приборов и систем управления	7

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных

результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем по заданию преподавателя и рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, текущему контролю успеваемости, зачету.

В рамках дисциплины выполняется 5 лабораторных работ, охватывающих модули 5, 6. Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент должен выполнить пропущенные лабораторные занятия в часы, отведенные на консультирование с преподавателем. Работы защищаются устным опросом.

В рамках дисциплины проводится 6 практических занятий, охватывающих модули 2-6.

Лабораторные работы выполняются на лабораторных стендах, в аудитории ВЦ-115. Лабораторные стенды выполнены на основе программно-технических комплексов (ПТК) фирмы «ОВЕН» ТРМ-101. Для подготовки к лабораторному практикуму используется интернет-ресурс этой фирмы WWW.OWEN.RU, позволяющий получить информацию о пользовательском интерфейсе ПТК, основных характеристиках и штатных методиках проведения их проверочных процедур. На основе проверки предварительной подготовки студентов осуществляется допуск на выполнение лабораторного практикума, последующая обработка результатов эксперимента и их защита в процессе опроса. По результатам опроса выставляется оценка в формате: «зачет», «незачет».

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Раннев, Г.Г. Надежность и качество средств измерений: учебник для вузов по направ. "Приборостроение" (квалиф. "бакалавр") / Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко; под ред. Г.Г. Раннева. - 7-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 238 с. - (Бакалавриат). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-4468-0920-2: 578 р. 60 к. - (ID=106298-6)

2. Основы теории надежности: практикум: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 230100 (654600) "Информатика и вычислительная техника": в составе учебно-методического комплекса / А.М. Половко, С.В. Гуров. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. - 559 с.: ил. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 559.- Текст: непосредственный. - ISBN 5-94157-542-4: 136 р. 85 к. - (ID=60739-14)

3. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Приборостроение" и специальности "Авиационные приборы и измерительные комплексы": в составе учебно-методического комплекса / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. - 3-е изд.; стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. - (Учебники для вузов. Специальная литера-

тура) (УМК-У). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 10.08.2022. - ISBN 978-5-8114-8001-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171887>. - (ID=111171-0)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Схиртладзе, А.Г. Надежность и диагностика технологических систем: учебник для вузов: в составе учебно-методического комплекса / А.Г. Схиртладзе, М.С. Уколов, А.В. Скворцов; под ред. А.Г. Схиртладзе. - М.: Новое знание, 2008. - 520 с.: ил. - (Техническое образование) (УМК-У). - Библиогр.: с. 509 - 511. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-94735-139-2: 350 p. - (ID=71566-7)

2. Юркевич, В.В. Надежность и диагностика технологических систем: учебник для вузов: в составе учебно-методического комплекса / В.В. Юркевич, А.Г. Схиртладзе. - М.: Академия, 2011. - 296 с. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение) (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7695-5990-7: 589 p. 60 к. - (ID=89190-4)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Надежность приборов и средств измерений". Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение. Направленность (профиль): Информационно-измерительная техника и технологии: ФГОС 3++ / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. Е.В. Бусаров. - 2024. - (УМК). - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/115769>. - (ID=115769-1)

2. Фонд оценочных средств дисциплины "Надежность приборов и средств измерений" направления подготовки 12.03.01 Приборостроение. Профиль: Информационно-измерительная техника и технологии: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. И.А. Гвоздев. - 2017. - (УМК-В). - Текст: электронный. - Режим доступа: с разрешения преподавателя. - (ID=132939-0)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>

6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/115769>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные работы выполняются на лабораторных стендах, выполненных на программно-аппаратных комплексах фирмы «ОВЕН».

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения практических и защиты лабораторных работ.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 10.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

6. Задание выполняется письменно и с использованием ЭВМ.

7. Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

Вопросы для проверки уровня «знать»:

1. Основные показатели безотказности.

2. Определить вероятность безотказной работы устройства по заданной структурной схеме надежности.

3. Виды отказов.

4. Общетехнические методы повышения надежности.

5. Метрологические отказы.

6. Общетехнические методы повышения надежности.

7. Показатели долговечности и сохраняемости.

8. Специальные методы повышения надежности.

9. Основные показатели надежности при нормальном законе распределении наработки до отказа.

10. Мажоритарное резервирование.

11. Основные показатели надежности при экспоненциальном законе распределении наработки до отказа.

12. Резервирование по схеме замещения.

13. Основные показатели надежности по закону Вейбулла.

14. Планируемая вероятность безотказной работы по фазам жизненного цикла.

15. Распределение Пуассона.

16. Обеспечение надежности на этапе эксплуатации.

Задачи для проверки уровня «уметь»:

1. Определить состав ЗИП по заданной спецификации.

2. Определить время проведения профилактического обслуживания при экспоненциальном законе распределения.

3. Определить время наработки до отказа по заданной структурной схеме надежности.

4. Определить вероятность безотказной работы по заданной структурной схеме надежности.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время зачета билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовая работа (курсовой проект) по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечены электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических, лабораторных работ и всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 12.03.01 Приборостроение
Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и технологии
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»
Дисциплина «Надежность приборов и средств измерений»

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО
КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Основные показатели безотказности.

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Определить вероятность безотказной работы устройства по заданной структурной схеме надежности.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

Определить состав ЗИП по заданной спецификации.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: ст. преподаватель кафедры АТП _____ Е.В. Бусаров

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис