

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 202_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Надежность технических систем»

Направление подготовки магистров 27.04.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) – Управление качеством

Типы задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский и
организационно-управленческий

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет

Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

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

Разработчик программы:
доцент кафедры БХС

Б.Б. Тихонов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС
« ____ » _____ 20 __ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Надежность технических систем» получение знаний об основных положениях теории надежности технических систем и сооружений и навыков оценки надежности и техногенного риска строящихся и модернизирующихся технических систем и сооружений.

Задачами дисциплины являются:

- формирование представления о теории надежности технических систем и методах ее оценки;
- формирование способности оценивать надежность технических систем;
- формирование навыков определения причин потери работоспособности технического объекта.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин: «Современные проблемы стандартизации и метрологии», «Системы менеджмента».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем для выполнения научно-исследовательской работы, написании статей и тезисов, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способен проводить оценку продукции и систем качества с учетом требований качества, конкурентоспособности и функционирования самого предприятия.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.1. *Находит рациональные решения при создании продукции с учетом требований качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции и функционирования самого предприятия.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1.1. Требования к качеству и конкурентоспособности промышленной продукции.

Уметь:

У1.1. Проводить разработку новой продукции.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1.1. Постановки разрабатываемой продукции на производство.

ИПК-1.2. *Проводит оценку надежности технических систем с учетом требований качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции и функционирования самого предприятия.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1. Показатели надежности технических систем.

Уметь:

У2.1. Проводить расчеты показателей надежности.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП2.1. Проведения мероприятий по повышению надежности технических систем.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических занятий; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

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)		39
В том числе:		
Лекции		13
Практические занятия (ПЗ)		26
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		69+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		49
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		20+36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

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. практикум	Сам. работа
1	Основные понятия надежности технических систем. Показатели надежности технических систем	24	2	4	-	9+9(экз)
2	Оценка надежности. Математические зависимости при оценке надежности	44	5	10	-	20+9(экз)

3	Причины потери работоспособности технического объекта	38	3	6	-	20+9(экз)
4	Основы теории и практики техногенного риска	38	3	6	-	20+9(экз)
Всего на дисциплину		144	13	26	-	69+36(экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о надежности. Показатели безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости. Надежность как комплексное свойство технического объекта. Надежность работы объектов до первого отказа. Резервирование систем. Показатели надежности невосстанавливаемого элемента. Показатели надежности восстанавливаемого элемента. Показатели надежности системы, состоящей из независимых элементов. Выбор и обоснование показателей надежности технических систем.

МОДУЛЬ 2 «ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ»

Оценка надежности технических систем. Математическая модель надежности объекта. Математические модели безотказности. Математические модели долговечности. Функциональные зависимости надежности. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Закон распределения Пуассона. Экспоненциальное распределение. Нормальный закон распределения. Логарифмически нормальное распределение. Распределение Вейбулла. Гамма-распределение. Установление функции распределения показателей надежности по данным статистической информации.

МОДУЛЬ 3 «ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА»

Физические причины повреждений и отказов. Источники и причины изменения начальных параметров технической системы. Процессы, снижающие работоспособность системы. Физика отказов. Анализ закономерностей изменения свойств материалов. Законы состояния. Законы старения. Множественные отказы.

МОДУЛЬ 4 «ОСНОВЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА»

Понятие техногенного риска. Методология анализа и оценки риска. Качественные методы анализа риска. Количественная оценка риска. Критерии приемлемого риска. Управление риском. Применение теории риска в технических системах. Анализ и оценка риска при декларировании безопасности

производственного объекта. Оценка риска аварий. Обеспечение безопасности технических систем. Регламентация (нормирование) риска. Современные аспекты риска: философия риска, психология риска, тенденции.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Таблица 3. 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 1 Цель: Усвоение основных понятий и показателей надежности	Предмет науки о надежности. Показатели безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости. Надежность как комплексное свойство технического объекта. Выбор и обоснование показателей надежности технических систем.	4
Модуль 2. Цель: Изучение методов оценки надежности технических систем	Математическая модель надежности и безотказности объекта. Функциональные зависимости надежности. Установление функции распределения показателей надежности по данным статистической информации.	10
Модуль 3. Цель: Изучение закономерностей и причин отказов	Физические причины повреждений и отказов. Физика отказов. Анализ закономерностей изменения свойств материалов.	6
Модуль 4. Цель: Усвоение методологии оценки риска	Методология анализа и оценки риска. Управление риском. Современные аспекты риска: философия риска, психология риска, тенденции.	6

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы магистрантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных 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 курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости; подготовке к экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические занятия. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы практических занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере : учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - 4-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 10.08.2022. - ISBN 978-5-8114-8919-0. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185317> . - (ID=92844-0)

2. Щурин, К.В. Надежность машин : учебное пособие / К.В. Щурин. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 25.08.2022. - ISBN 978-5-8114-3748-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/206744> . - (ID=137624-0)

3. Северцев, Н.А. Теория надежности сложных систем в отработке и эксплуатации : учебное пособие для вузов / Н.А. Северцев. - Москва : Юрайт, 2022. - 473 с. - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-12071-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/493202> . - (ID=147563-0)

4. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Приборостроение" и специальности "Авиационные приборы и измерительные комплексы" / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. - 3-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - 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. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем : учебное пособие для вузов по направлению "Агроинженерия" / Е.А. Лисунов. - 2-е изд. ; доп. и испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 04.08.2022. - ISBN 978-5-8114-1756-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211829> . - (ID=106034-0)

2. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник для вузов по направлениям подготовки "Приборостроение", "Оптотехника" и специальности "Приборы и системы лучевой энергетики" / А.Н. Дорохов [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная

литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 15.09.2022. - ISBN 978-5-8114-1108-5. - URL: <https://e.lanbook.com/book/209894> . - (ID=111168-0)

3. Зубарев, Ю.М. Основы надежности машин и сложных систем : учебник / Ю.М. Зубарев; Зубарев Ю.М. - 2-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-5183-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/134345> . - (ID=137621-0)

4. Алчинов, В.И. Надёжность технических систем военного назначения : учебное пособие / В.И. Алчинов, А.И. Сидоров, Г.К. Чистова. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0389-4. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/86605> . - (ID=146964-0)

5. Воскобоев, В.Ф. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для вузов МЧС России. Ч. 1 : Надежность технических систем / В.Ф. Воскобоев; МЧС России, Академия гражданской защиты. - Москва : Альянс, 2018. - 198 с. - Текст : непосредственный. - 561 р. - (ID=130716-6)

6. Яхьяев, Н.Я. Основы теории надежности и диагностика : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / Н.Я. Яхьяев, А.В. Кораблин. - М. : Академия, 2009. - 251 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Транспорт). - Библиогр. : с. 247 - 248. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-5734-7 : 249 р. 70 к. - (ID=75119-62)

7. 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)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины по выбору вариативной части Блока 1 «Надежность технических систем» направление подготовки магистров 27.04.01 Стандартизация и метрология. Направленность (профиль) – Управление качеством : ФГОС 3++ / Каф. Стандартизации, сертификации и управления качеством ; сост. Б.Б. Тихонов. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/121566> . - (ID=121566-1)

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/121566>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Надежность технических систем» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 15. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:

- 1) Предмет науки о надежности.
- 2) Показатели безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости.
- 3) Надежность как комплексное свойство технического объекта.
- 4) Надежность работы объектов до первого отказа.
- 5) Резервирование систем.
- 6) Показатели надежности невозстанавливаемого элемента.
- 7) Показатели надежности восстанавливаемого элемента.
- 8) Показатели надежности системы, состоящей из независимых элементов.
- 9) Выбор и обоснование показателей надежности технических систем.
- 10) Оценка надежности технических систем.
- 11) Математическая модель надежности объекта.
- 12) Математические модели безотказности.
- 13) Математические модели долговечности.
- 14) Функциональные зависимости надежности.
- 15) Теорема сложения вероятностей.
- 16) Теорема умножения вероятностей.
- 17) Формула полной вероятности.
- 18) Закон распределения Пуассона.
- 19) Экспоненциальное распределение.
- 20) Нормальный закон распределения.
- 21) Логарифмически нормальное распределение.
- 22) Распределение Вейбулла.
- 23) Гамма-распределение.
- 24) Установление функции распределения показателей надежности по данным статистической информации.
- 25) Физические причины повреждений и отказов.
- 26) Источники и причины изменения начальных параметров технической системы.
- 27) Процессы, снижающие работоспособность системы.
- 28) Физика отказов.

- 29) Анализ закономерностей изменения свойств материалов.
- 30) Законы состояния.
- 31) Законы старения.
- 32) Множественные отказы.
- 33) Понятие техногенного риска.
- 34) Методология анализа и оценки риска.
- 35) Качественные методы анализа риска.
- 36) Количественная оценка риска.
- 37) Критерии приемлемого риска.
- 38) Управление риском.
- 39) Применение теории риска в технических системах.
- 40) Анализ и оценка риска при декларировании безопасности производственного объекта.
- 41) Оценка риска аварий.
- 42) Обеспечение безопасности технических систем.
- 43) Регламентация (нормирование) риска.
- 44) Современные аспекты риска: философия риска, психология риска, тенденции.

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 экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

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

Учебным планом 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, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по

дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

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 магистров 27.04.01 Стандартизация и метрология
Профиль – Управление качеством
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»
Дисциплина «Надежность технических систем»
Семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Показатели безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Рассмотрите оценку надежности технических систем.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
В систему поступают заявки с интервалом 80 секунд. Чему равно среднее число заявок, которые поступят в систему в течение 50-ти минут, в случае: а) детерминированного потока; б) простейшего потока; в) случайного потока?

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: доц. кафедры БХС

Б.Б. Тихонов

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман