

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «*Инструментальные и метрологические системы*»

Утверждено на заседании кафедры ИМС

«18» сентября 2024 г., протокол № 1  
И.о. заведующего кафедрой

\_\_\_\_\_ Белякова В.А.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***«Надежность технических систем»***

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
***27.03.04 Управление в технических системах***

с направленностью (профилем)  
***Цифровые технологии в системах обеспечения качества***

Форма обучения: *очная*

Идентификационный номер образовательной программы: 270304-01-24

Тула 2024 год

**Разработчик:**

Ушаков М.А. д.т.н., профессор  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



---

(подпись)

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины

**Целью** освоения дисциплины «Надежность технических систем» является подготовка студентов к решению практических задач, связанных с проведением испытаний новых и модернизированных образцов продукции с целью установления гарантированного и прогнозируемого срока службы на основе существующей нормативной документации с использованием существующего и вновь проектируемого испытательного оборудования.

**Задачами** освоения дисциплины являются:

- изучение нормативных и методических документов, регламентирующих разработку и аттестацию методик испытаний на надежность, а также методов обработки результатов испытаний и контроля;
- изучение правил оформления производственно-технической документации по подготовке и результатам испытаний и контроля;
- формирование рекомендаций по результатам испытаний.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина изучается в 8 семестре.

## 3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- 1) физические принципы работы, возможности и области применения методов испытаний на надежность (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.1);
- 2) нормативные и методические документы, регламентирующие разработку и аттестацию методик испытаний на надежность (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.1);
- 3) методы обработки результатов испытаний и контроля на надежность (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.1).

**Уметь:**

- 1) разрабатывать планы испытаний и контроля на надежность, подбирать и сертифицировать испытательное оборудование (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.2);
- 2) разрабатывать технические задания на проектирование испытательного оборудования (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.2);
- 3) вносить необходимые, обоснованные коррективы в процессе проведения испытаний (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.2).

**Владеть:**

- 1) методами анализа результатов контроля и испытаний изделий на надежность (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.3);
- 2) методами разработки рекомендаций по внесению изменений в конструкции и производственные процессы изготовления изделий с целью достижения необходимых технических показателей (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.3).

## 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма										
8	ЗЧ	3	108	36	24				0,1	47,9
<b>Итого</b>	-	3	108	36	24				0,1	47,9

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

### 4.2 Содержание лекционных занятий

#### Очная форма обучения\*

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>8 семестр</b>	
1	Введение 1. Основные понятия в области испытаний и контроля 2. Классификация воздействий, оказывающих влияние на изделия и материалы: - климатические воздействия; - механические воздействия; - биологические воздействия; - космические воздействия; - ионизирующие и электромагнитные воздействия; - специальные среды.
2	1. Классификация испытаний: - физические испытания; - испытания с использованием моделей; 2. Способы проведения испытаний 3. Общие понятия технического состояния и надежности объектов испытаний\
3	- Повреждения и отказы. - Временные понятия. 1. Количественные показатели надежности объекта, как технологической системы. 2. Нарботка до отказа и на отказ. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа. Интенсивность отказов. Параметр потока отказов

№ п/п	Темы лекционных занятий
4	1. Ресурс и срок службы. 2. Срок сохраняемости. 3. Коэффициент готовности. 4. Определительные испытания на надежность. 5. Контрольные испытания на надежность.
5	1. Классификация контрольных испытаний на надежность: - пометоду контроля; - по виду контролируемого показателя надежности. 2. Испытания при одноступенчатом методе контроля. - планы контроля типа Р; - планы контроля типа Т; 3. Испытания при последовательном методе контроля.
6	1. Испытания при последовательном методе контроля(продолжение). 2. Организация ускоренных испытаний. 3. Последовательность проведения ускоренных испытаний.
7	1. Виды ускоренных испытаний. 2. Основные принципы ускоренных испытаний. - уплотнение рабочих циклов; - экстраполяция по времени; - усечение спектра нагрузок.
8	1. Основные принципы ускоренных испытаний (продолжение): - учащение рабочих циклов; - принцип сравнения; - экстраполяция по нагрузке; - принцип "доламывания"; - принцип "запросов". 2. Оптимальное планирование испытаний 3. Испытания на теплоустойчивость: - испытание на теплоустойчивость при эксплуатации; - испытание на теплоустойчивость при транспортировании и хранении.
9	1. Испытания на теплоустойчивость (продолжение): - испытания на воздействие изменения температуры среды. 2. Испытание на холодоустойчивость. 3. Испытание на воздействие инея и росы. 4. Испытание на воздействие повышенной влажности. 5. Испытание на воздействие атмосферного давления.
10	1. Испытания на воздействие солнечного излучения. 2. Испытания на воздействие пыли 3. Испытания на воздействие плесневых грибов. 4. Испытания на воздействие повышенного гидростатического воздействия. 5. Испытания на воздействие соляного тумана. 6. Испытания на внешнее воздействие воды.
11	1. Испытания на ветроустойчивость. 2. Испытания на герметичность. 3. Многофакторные испытания. 4. Механические и технологические испытания: - испытания на растяжение; - свойства, определяемые при растяжении;

№ п/п	Темы лекционных занятий
12	1. Механические и технологические испытания (продолжение): - изготовление образцов и их форма; - испытание на растяжение при высоких и низких температурах; - испытание на растяжение.
13	1. Механические и технологические испытания (продолжение): - испытание на изгиб; - испытание на кручение; - испытание на срез; 2. Испытания на длительную прочность.
14	1. Испытание на ползучесть. 2. Испытание на циклические нагрузки. 3. Повреждение материала и критерии накопления повреждений. 4. Испытание на усталость.
15	1. Испытание с концентраторами напряжений. 2. Испытания на ударные нагрузки. 3. Испытание на ударную вязкость надрезанных образцов. 4. Методы измерения твердости при статическом нагружении. 5. Определение твердости по Бринелю, Виккерсу и Роквеллу. 6. Прочие методы определения твердости.
16	1. Испытание на износ. 2. Разработка программ испытаний. 3. Принцип определения условий испытания и воздействующих факторов. 4. Методика испытаний.

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения\*

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>8 семестр</b>	
1	Система стандартов «Надежность в технике». Основные термины и определения.
2	Модели надёжности невозстанавливаемых изделий.
3	Модели надёжности восстанавливаемых изделий.
4	Непараметрические методы оценки показателей надёжности.
5	Параметрические методы оценки показателей надёжности.
6	Оценка показателей надёжности по данным эксплуатационных наблюдений.
7	Анализ надёжности функциональных систем методом структурных схем.
8	Анализ надёжности функциональной системы методом логических схем.
9	Определение единичных показателей надёжности невозстанавливаемых объектов
10	Определение показателей безотказности восстанавливаемых объектов по статистическим данным 6 час.
11	Определение единичных и комплексных показателей восстанавливаемых объектов.
12	Определение показателей надёжности объектов при различных законах распределения.
13	Принципы установления законов распределения случайной величины.
14	Расчет надёжности сложных систем.

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
15	Отказы технических систем.
16	Методы повышения надежности технических систем.
17	Планирование испытаний на надежность.
18	Рекомендации по разработке программы испытаний.
19	Программа и методика стендовых ускоренных испытаний на сохраняемость на примере имитатора сигналов датчиков.

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

#### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>8 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

#### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<b>8 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		<i>Посещение лекционных занятий</i>	7
		<i>Работа на практических (семинарских) занятиях</i>	8
		<i>Контрольные мероприятия</i>	15
	<b>Итого</b>		<b>30</b>
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		<i>Посещение лекционных занятий</i>	7
<i>Работа на практических (семинарских) занятиях</i>		8	

		<i>Контрольные мероприятия</i>	15
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Зачет		40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### **Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Стобальная система оценивания				
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

### **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется специализированная мебель: столы и стулья обучающихся, стол и стул преподавателя.

Демонстрационное оборудование: доска для написания мелом – 1 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт.

### **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **7.1 Основная литература**

1. В.А.Горохов Проектирование и расчет приспособлений. - Минск: Высшая школа, 1986 г. 235 с.
2. Ю.В.Милосердин, Ю.Г.Лакин Расчет и конструирование механизмов приборов и установок. - М.:Машиностроение, 1978 г. 320 с.
3. Е.М. Левинсон, Ю.Г.Гоникберг, Т.А.Введенский. Конструирование измерительных приспособлений и инструментов в машиностроении. М.: Машгиз, 1964.- 385 с.
4. Альбом контрольно-измерительных приспособлений : учеб. пособие для вузов / Ю. С. Степанов [и др.] ; под ред. Ю. С. Степанова .— М. : Машиностроение, 1998 .— 184 с. : ил. — (Для вузов) .— Библиогр. в конце гл.
5. Богданов, М. Б. Конструирование измерительных приборов.Разработка конструкторской документации и конструирование деталей : учеб.пособие для вузов / М.Б.Богданов;ТулГУ .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2007 .— 100с. : ил. — ISBN 978-5-7679-1193-6 : 51.00.
6. Солдаткин, В. М. Основы проектирования измерительных приборов и систем : учеб. пособие / В. М. Солдаткин, А. А. Порунов, В. В. Солдаткин ; Казанский гос. техн. ун-т им. А. Н. Туполева .— Казань : Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2006 .— 380 с. : ил. — Изд. в пер. TSU : 1295722-1295732 .— Изд. без пер. TSU : 1295733-1295741 .— в дар от автора Солдаткина В.М. TSU : 1295722-1295741 .— Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-7579-0953-6



7. Солдаткин, В. В. Анализ погрешностей и методы повышения точности измерительных приборов и систем : учеб. пособие для вузов / В. В. Солдаткин, В. М. Солдаткин ; Казан. гос. техн. ун-т им. А. Н. Туполева .— Казань : Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2009 .— 248 с. : ил. — в дар от авторов ТулГУ : 1302804-1302810 .— Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7579-1330-8.
8. Богданов , Максим Борисович. Конструирование измерительных приборов : учеб. пособие для вузов / М. Б. Богданов ; ТулГУ, Ин-т высокоточных систем им. В. П. Грязева .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2010-.
9. Куликовский, К.Л. Методы и средства измерений : учеб.пособие для вузов / К.Л.Куликовский,В.Я.Купер .— М. : Энергоатомиздат, 1986 .— 448с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN /В пер./ : 1.20.
10. Щурин, К. В. Надежность машин : учебное пособие / К. В. Щурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-3748-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206744>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем / Е. Ф. Березкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 260 с. — ISBN 978-5-507-46855-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322628>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Кузнецов В.А., Ялунина Г.В. Общая метрология. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001 – 272 с.;
2. Шишкин, И. Ф. Теоретическая метрология / И. Ф. Шишкин .— СПб. : Питер,.Ч. 1: Общая теория измерений : учебник для вузов .— 4-е изд. — 2010 .— 191 с.
3. Д.Н.Решетов, А.С.Иванов, В.З.Фадеев Надежность машин. - М.:Высшая школа, 1988 г. 233 с.
- 4.Технический контроль в машиностроении. Справочник проектировщика. Под ред. инж. В.Н.Чупырина и проф. А.Д.Никифорова. - М.:Машиностроение, 1987 г. 510 с.
5. Д.Н.Решетов, А.С.Иванов, В.З.Фадеев Надежность машин. - М.:Высшая школа, 1988 г. 233 с.
- 6.Справочник металлиста 5 т. Под ред. проф. А.Н.Малова. - М.: Машиностроение, 1977 г.
7. Коротков В.П.Тайц Б.А. Основы метрологии и теория точности измерительных устройств.- М.: Изд-во стандартов,1978.
8. А.Г. Иванов, Г.Д. Бурдун и др. Измерительные приборы в машиностроении. М.: Машиностроение, 1964. 524 с.
9. В.И.Анурьев. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3т. 8 изд. перераб. и доп. Под ред. И.Н.Жестковой. М.: Машиностроение, 2001. 920 с.
10. Жутовский В.А. Испытания средств измерений. Организация и порядок проведения. М.: Издательство стандартов, 1991. - 4 экз.
11. Измерения в промышленности. Справ. изд. В 3-х книгах. Кн.2. Способы измерения и аппаратура. Пер. с нем. /Под ред. Профоса П. - 2-е. изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1990. - 384 с.
12. Куликовский К.Л., Купер В.Я. Методы и средства измерений. М.: Энергоатомиздат, 1986. - 6 экз.
13. Рудзит Я.А., Плуталов В.Н. Основы метрологии, точность и надежность в приборостроении.- М.: Машиностроение, 1991. - 10 экз.
14. Коротков В.П., Тайц Б.А. Основы метрологии и теории точности измерительных устройств: Учебное пособие. - М.: Издательство стандартов, 1978 - 6 экз.

## 8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС «Лань», доступ авторизованный
2. <https://urait.ru/> - Образовательная платформа «Юрайт», доступ авторизованный
3. <https://www.iprbookshop.ru/> - Цифровой образовательный ресурс IPR SMART, доступ авторизованный
4. <https://tsutula.bookonline.ru/> - ЭБС ТулГУ «BookOnLine» учебные издания ТулГУ по всем дисциплинам, доступ авторизованный
5. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» , доступ свободный
6. <https://www.elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLibrary.ru, доступ свободный

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Пакет офисных приложений «МойОфис».

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Справочная правовая система «КонсультантПлюс».