Частное образовательное учреждение высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждаю:
Ректор университета
_____В.С.Артамонов
«____» _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.В.03

Надежность технических систем

Направление – 27.04.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль подготовки) – Метрология, стандартизация и сертификация

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург, 2024

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Надежность технических систем» являются приобретение обучающимися знаний и умений по основам теории надежности и их практическому применению для оценивания надежности и безопасности продукции на всех этапах жизненного цикла.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

- организация анализа и оптимизации процессов управления качеством жизненного цикла изделий и услуг в организации (ПС 40.062 «Специалист по качеству продукции»; утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.10.2014 № 856н. Трудовая функция I/02.7)

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Учебная дисциплина «Надежность технических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока М1 «Дисциплины (модули)» программы подготовки магистра.

Дисциплина «Надежность технических систем» базируется на курсах высшей математики, теории вероятности и математической статистики и теоретических основах информационно-измерительной техники.

Знания, полученные при освоении дисциплины «Надежность технических систем», могут быть применены при изучении дисциплины М1.В.05 «Диагностика объектов и технологических процессов», а также при подготовке к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Надежность технических систем»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компе-тенций	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся **должен**:
ПК-8	Способен оценивать надежность и безопасность на всех этапах жизненного цикла продукции	ПК-8.1. Использует теоретические и экспериментальные методы оценивания надежности и безопасности продукции на всех этапах жизненного цикла	**Знать:** - основные понятия и определения теории надежности, факторы, влияющие на изменение технического состояния; **Уметь**: - принимать решения, касающиеся области повышения надежности, осуществлять выбор методик для оценки надежности систем; **Владеть:** - навыками выбора и применения инструментов оценивания надежности систем; измерения показателей надежности.

4. Структура и содержание дисциплины «Надежность технических систем»

4.1. Структура дисциплины Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)											Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)				
				Контактная работа							Самостоятельная работа								
				Всего	Лекция	Практические занятия	в т. ч. в форме практ. подготовки	Лабораторные занятия	в т. ч. в форме практ. подготовки	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Курсовая работа
1	2	3	4	5	6	7		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	**Раздел 1. «Основные понятия и определение теории надежности»**	1																	
1.1.	Тема 1.1. «Термины и определения теории надежности»		1-2	4	2	2					8			8					
1.2.	Тема 1.2. «Классификация технических систем»		3	2	2						4			4			3		
2.	**Раздел 2. «Критерии и показатели надежности»**																		
2.1.	Тема 2.1. «Критерии надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем»		4-6	6	2	4	4				12			12					
2.2.	Тема 2.2. «Законы распределения времени до отказа»		7-9	6	2	4	4				12			12					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.3.	Тема 2.3. «Специальные показатели надежности элементов и систем»	9	10	2	2						6			6				10	
3	**Раздел 3. «Анализ надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем»**																		
3.1.	Тема 3.1. «Надежность нерезервированной системы»		11-12	4	2	2	2				8			8					
3.2.	Тема 3.2. «Надежность резервированных систем»		13-14	4	2	2	2				8			8					
3.3.	Тема 3.3. «Расчет резервированных восстанавливаемых систем при экспоненциальном законе распределения отказов»		15-16	4	2	2	2				8			8					
3.4.	Тема 3.4. «Расчет резервированных восстанавливаемых систем при произвольных законах распределения отказов»		17	2	1	1	1				6,05			6,05				17	
	Общая трудоемкость, в часах		**108**	**35,95**	17	17	15			1,95	**72,05**			72,05	Промежуточная аттестация				
															Форма			Семестр	
															Зачет			*1*	

4.2. Содержание дисциплины «Надежность технических систем»

Раздел 1. «Основные понятия и определение теории надежности»

Тема 1.1. «Термины и определения теории надежности»

Теория надежности как наука. Определение понятия «надежность». Понятие «отказ». Классификация и характеристика отказов. Надежность и сохраняемость. Терминология теории надежности.

Тема 1.2. «Классификация технических систем»

Восстанавливаемые и невосстанавливаемые технические системы. Системы смешанного типа. Системы длительного и системы короткого существования. Системы с общим, раздельным и комбинированным резервированием.

Раздел 2. «Критерии и показатели надежности»

Тема 2.1. «Критерии надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем» Вероятность безотказной работы. Плотность распределения времени безотказной работы. Частота отказов. Интенсивность отказов. Среднее время безотказной работы. Среднее время работы между отказами. Среднее время восстановления. Параметр потока отказов. Функция готовности. Функция простоя.

Тема 2.2. «Законы распределения времени до отказа»

Экспоненциальное распределение. Нормальные (Гауссово, усеченное нормальное, логарифмическое нормальное) распределения. Гамма распределение. Распределение Вейбулла. Гиперэкспоненциальное распределение.

Тема 2.3. «Специальные показатели надежности элементов и систем»

Показатели надежности элемента. Стационарные значения показателей надежности элемента. Показатели надежности невосстанавливаемой и восстанавливаемой техники. Основное уравнение функционирования системы.

Раздел 3. «Анализ надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем»

Тема 3.1. «Надежность нерезервированной системы»

Основные этапы расчета надежности элементов и систем. Оценка надежности элементов при появлении внезапных отказов. Оценка надежности элементов при появлении постепенных отказов. Последовательность оценки безотказности элементов. Последовательность оценки характеристик восстановления элементов. Структурные схемы не резервируемых элементов и систем.

Тема 3.2. «Надежность резервированных систем»

Постоянно включенный резерв. Резервирование с дробной кратностью. Резервирование замещением. Скользящее резервирование. Надежность систем при общем и раздельном резервировании. Надежность резервированных систем, защищенных от одного отказа.

Тема 3.3. «Расчет резервированных восстанавливаемых систем при экспоненциальном законе распределения отказов»

Общее постоянное резервирование. Общее резервирование замещением.

Тема 3.4. «Расчет резервированных восстанавливаемых систем при произвольных законах распределения отказов»

Дублированная система с постоянно включенным резервом. Дублированная система с ненагруженным резервом. Прямой приоритет. Обратный приоритет. Назначенный приоритет. Неограниченное восстановление.

4.2.1 Практические занятия

Практические занятия проводятся в форме докладов по заданной теме и их обсуждения на занятиях.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	1	Основные понятия и определение теории надежности	2
2	2	Критерии надежности невосстанавливаемых систем	2
3	2	Критерии надежности восстанавливаемых систем	2
4,5	2	Законы распределения времени до отказа	4
6	3	Надежность нерезервированной системы	2
7	3	Надежность резервированных систем	2
8	3	Расчет резервированных восстанавливаемых систем при экспоненциальном законе распределения отказов	2
9	3	Расчет резервированных восстанавливаемых систем при произвольных законах распределения отказов	1
		Всего	17

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Надежность технических систем» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Используется анализ, сравнение методов обеспечения надежности, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения. Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем, возникающих при анализе надежности сложных технических систем, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении практических заданий.

4. *Личностно-ориентированные технологии* обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе (контактная аудиторная работа, индивидуальное собеседование).

При организации самостоятельной работы студентов и, при необходимости, при проведении аудиторных занятий используются /могут быть использованы дистанционные образовательные технологии.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного обеспечения, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов по дисциплине «Надежность технических систем» проводится в форме тестирования и контрольных работ.

Текущий контроль по разделу «Основные понятия и определение теории надежности» проводится на практических занятиях в форме тестирования по темам:

Тема 1: «Термины и определения теории надежности».

Текущий контроль по разделу «Критерии и показатели надежности» проводится на практических занятиях в форме контрольной работы по темам:

Тема 1: «Критерии надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем». Текущий контроль по разделу «Анализ надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем» проводится на практических занятиях в форме контрольной работы по темам: Тема 2: «Надежность резервированных систем».

Тема 4: «Расчет резервированных восстанавливаемых систем при произвольных законах распределения отказов».

Тестовые задания и задания для контрольных работ являются индивидуальными и представлены в фонде оценочных средств по дисциплине «Надежность технических систем».

6.1. План самостоятельной работы студентов

Номер недели	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
1-2	Тема 1.1. «Термины и определения теории надежности»	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.1- 7.11	8
3	Тема 1.2. «Классификация технических систем»	Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка к тестированию	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.1- 7.11	4
4-6	Тема 2.1. «Критерии надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем»	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.1- 7.11	12
7-9	Тема 2.2. «Законы распределения времени до отказа»	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.1- 7.11	12
10	Тема 2.3. «Специальные показатели надежности элементов и систем»	Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка к контрольной работе	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.1- 7.11	6
11-12	Тема 3.1. «Надежность нерезервированной системы»	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.1- 7.11	8
13-114	Тема 3.2. «Надежность резервированных систем»	Подготовка к аудиторным занятиям,	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.1- 7.11	8

1	2	3	4	5	6
15-16	Тема 3.3. «Расчет резервированных восстанавливаемых систем при экспоненциальном законе распределения отказов»	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.1- 7.11	8
17	Тема 3.4. «Расчет резервированных восстанавливаемых систем при произвольных законах распределения отказов»	Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка к контрольной работе	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.1- 7.11	6,05
	Всего:				72,05

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Надежность технических систем» проводится в соответствии с графиком самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов включает в себя:

– подготовку к аудиторным занятиям (лекционным, практическим/семинарским) и выполнение соответствующих заданий;

– самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;

– подготовку ко всем видам контрольных испытаний, в том числе текущим и промежуточному (зачету).

Для осуществления самостоятельной работы по приведенным выше видам самостоятельной работы каждый студент обеспечен:

– информационными ресурсами (справочники, учебные пособия и т. д.);
– методическими материалами;
– контролирующими материалами (тесты, задания и др.);
– материальными ресурсами;
– консультациями.

Рекомендуемые виды заданий для самостоятельной работы студентов:

Для овладения знаниями:

– чтение учебника, дополнительной литературы;
– конспектирование текста;
– работа со словарями и справочниками;
– ознакомление с нормативными документами;
– поиск информации в Интернете и др.

Для закрепления и систематизации знаний:

– повторная работа над учебным материалом;
– составление таблиц для систематизации учебного материала;
– ответы на контрольные вопросы;
– тестирование и др.

Для формирования умений:

– решение типовых задач и выполнение упражнений по образцу.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как самоконтроль и самооценка студента; контроль и оценка со стороны преподавателя.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Тест	Раздел 1. «Основные понятия и определение теории надежности»	(ПК-8)
2	Контрольная работа	Раздел 2. «Критерии и показатели надежности»	(ПК-8)
3	Контрольная работа	Раздел 3. «Анализ надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем»	(ПК-8)

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Надежность технических систем». Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля в ЭБД.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины «Надежность технических систем»

а) учебная литература:

1. Матвеевский В.Р. Надежность технических систем. Учебное пособие – Московский государственный институт электроники и математики. М., 2002 г. – 113 с.
2. Климов, А.М. Надежность технологического оборудования: учебное пособие / А.М. Климов, К.В. Брянкин. – 2-е изд., стер. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 104 с
3. Бородин, С. М. Обеспечение надежности при проектировании РЭС: учебное пособие / С. М. Бородин. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 106 с.
4. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003
5. Ветошкин А.Г., Марунин В.И. Надежность и безопасность технических систем. /Под ред. доктора технических наук, профессора, академика МАНЭБ А.Г.Ветошкина – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2002. - 129 с.
6. Хмельницкий А.К. Пожитков В.В. Кондрашкова Г.А. Задачник по диагностике и надежности автоматизированных систем. Учебно-методическое пособие. 2005.
7. Надежность технических систем: Сборник задач к практическим занятиям / Сост. В.А. Дмитриев.- Самара; Самар. гос. техн. ун-т, 2008.
8. Н.Н. Кокушкин, С.Г. Петров, В.Е. Головко, И.В. Клюшкин. Основы теории надѐжности (учебное пособие). СПб.:изд-во ГОУВПО СПбГТУРП. 2011. – 77с
9. Шлыков Г.П. Надѐжность. Оценивание вероятностей отказов: Лекция.– Пенза: ПГУ, каф. МСК, 2003. – 25 с
10. Липатов И.Н. Решение задач по курсу Прикладная теория надежности (Учебное пособие) - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1996
11. Основы технической диагностики и теории надѐжности: Рабочая программа, задания на контрольные работы, методические указания к выполнению контрольных работ. – СПб.: Изд – во СЗТУ, 2005. – 25с.

б) Интернет-ресурсы http://www.gsnti.ru https://www.rst.gov.ru/portal/gost

в) Программное обеспечение

Лицензионное ПО: «Microsoft Windows», Kaspersky Endpoint Security, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.

Свободно распространяемое ПО: Open Office; Mozilla Fire-fox; Google Chrome; Adobe Acrobat

Reader.

г) Другое материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы студентов.

Комплект учебной мебели: столы компьютерные, столы учебные, стол преподавательский, стулья, кафедра, доска маркерная.

Персональные компьютеры или ноутбуки, объединенные в локальную сеть, с доступом в Internet, электронную базу данных, компьютер преподавателя, коммутатор.

Работая программа дисциплины «Надежность технических систем» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 27.04.01 «Стандартизация и метрология», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «11» августа 2020 г. № 943. Программа утверждена на заседании Ученого совета Университета, протокол №10 от «15» ноября 2025 г.