

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

О.Ю. Долматов

« 31 » 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2021 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки/ специальность	14.05.04 Электроника и автоматика физических установок		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Системы управления технологическими процессами и физическими установками		
Специализация	Системы управления технологическими процессами и физическими установками		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		–
	ВСЕГО		32
Самостоятельная работа, ч			76
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной
аттестации

зачёт

Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой-
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

А.Г. Горюнов

Е.В. Ефремов

И.С. Надеждин

2021 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.УК(У)-1.11	Анализирует проблемную ситуацию и (или) задачу, выделяя её базовые составляющие	УК(У)-1.11В1	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.11У1	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.11З1	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
ПК(У)-1	Готов к эксплуатации, поддержанию в исправном состоянии автоматизированных систем управления физическими установками, оценке и обеспечению их электро-, пожаро-, взрывобезопасности, специальной и радиационной безопасности	И.ПК(У)-1.10	Проводит анализ безопасности и надежности технических систем и элементов установок, а также оценивает их влияние на параметры нормальной эксплуатации установок	ПК(У)-1.10В1	Владеет опытом определения основных показателей безопасности и надежности технических систем и элементов установок
				ПК(У)-1.10У1	Умеет рассчитывать основные показатели безопасности и надежности технических систем и элементов установок
				ПК(У)-1.10З1	Знает основные понятия, термины и определения, используемые в теории надежности и теории риска, теорию и модели происхождения и развития отказов
ПК(У)-3	Способен выполнять полный объем работ, связанных с техническим обслуживанием автоматизированных систем управления физическими установками с учетом требований руководящих и нормативных документов	И.ПК(У)-3.9	Использует методы исследования и расчёта безопасности и надежности технических систем, и элементов установок	ПК(У)-3.9В1	Владеет математическим аппаратом теории надежности в научных исследованиях и при решении практических задач
				ПК(У)-3.9У1	Умеет использовать основные математические модели теории надежности для решения задач обеспечения безопасности и надежности технических систем и элементов установок
				ПК(У)-3.9З1	Знает методы оценки и повышения надежности технических систем и элементов установок
ПК(У)-6	Способен разрабатывать предложения по совершенствованию системы эксплуатации автоматизированных систем управления физическими установками	И.ПК(У)-6.4	Анализирует и определяет технические решения и мероприятия для снижения рисков и повышения безопасности и надежности технических систем, и элементов установок	ПК(У)-6.4В1	Владеет методами системного технико-экономического анализа приемлемой безопасности, оптимальной надежности и ожидаемого ущерба
				ПК(У)-6.4У1	Умеет производить оценку и обосновать мероприятие по повышению безопасности и надежности технических систем и элементов установок
				ПК(У)-6.4З1	Знает основные нормативные требования к надежности систем управления, а также основные пути и методы повышения безопасности и надежности систем контроля, управления и регулирования

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов и подходов теории надежности.	И.УК(У)-1.11 И.ПК(У)-1.10 И.ПК(У)-3.9
РД 2	Выполнять расчеты показателей надежности и вероятности безотказной работы технических систем.	И.УК(У)-1.11 И.ПК(У)-1.10 И.ПК(У)-3.9
РД 3	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях безопасности и надежности технических систем и элементов установок.	И.УК(У)-1.11 И.ПК(У)-1.10 И.ПК(У)-3.9 И.ПК(У)-6.4

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основные понятия и определения	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	15
Раздел 2. Математические и физические основы надежности	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	15
Раздел 3. Модели надежности	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. Структурная надежность технических систем	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	15
Раздел 5. Испытания на надежность	РД1 РД2 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные понятия и определения – 4 часа

Даются основные понятия надежности. Приводится классификация объектов по надежности и классификация отказов. Выполняется анализ причин возникновения отказов. Рассматриваются показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности,

сохраняемости, комплексные показатели надежности, экономические показатели надежности и нормируемые показатели надежности.

Темы лекций:

1. Основные понятия теории надежности. Классификация объектов по надежности. Классификация и причины возникновения отказов. Показатели надежности.

Темы практических занятий:

1. Классификация объектов по надежности, последствиям отказов и другим параметрам. Показатели надежности.

Раздел 2. Математические и физические основы надежности – 6 часов
--

Рассматриваются случайные события и их характеристики. Вводятся понятия случайной величины и функции распределения, а также рассматриваются характеристики случайных величин. Приводятся законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин и регрессионные зависимости.

Представляются физико-химические процессы в материалах, а также процессы механического, теплового и электрического разрушения и процессы старения материалов.

Темы лекций:

2. Математические основы надежности.
3. Физические основы надежности.

Темы практических занятий:

2. Определение вероятности безотказной работы и вероятности отказа технической системы.

Раздел 3. Модели надежности – 8 часов
--

Излагаются методы моделирования надежности. Рассматриваются дискретные и непрерывные модели надежности, а также прочностная надежность (модель внезапных отказов) и параметрическая надежность (модель постепенных отказов).

Рассматриваются методы и подходы, применяемые для статистического моделирования надежности.

Темы лекций:

4. Основы моделирования надежности технических систем и их элементов.
5. Статистическое моделирование надежности.

Темы практических занятий:

3. Основные статистические модели теории надежности. Нормальное распределение, распределения Вейбулла и Рэлея.
4. Аналитическое определение количественных характеристик надёжности технической системы.

Раздел 4. Структурная надежность технических систем – 12 часов

Приводится анализ надежности технических систем. Рассматриваются методы расчета структурной надежности технических систем. Представляются системы с последовательным и параллельным соединением элементов, а также мажоритарные, мостиковые, комбинированные и многофункциональные системы.

Представляются методы повышения структурной надежности систем. Рассматриваются виды резервирования и оптимизация структурного резервирования. Описывается надежность

систем с восстановлением и демонстрируется расчет надежности систем с восстановлением.

Темы лекций:

6. Анализ надежности технических систем.
7. Методы повышения структурной надежности систем.

Темы практических занятий:

5. Последовательное соединение элементов в систему.
6. Расчет надежности технической системы с постоянным резервированием.
7. Резервирование замещением в режиме облегченного (теплого) резерва и в режиме ненагруженного (холодного) резерва.
8. Резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом.

Раздел 5. Испытания на надежность – 2 часа

Формулируются цели испытаний. Определяются виды испытаний на надежность. Вводится понятие определительных испытаний. Рассматриваются методы планирования определительных испытаний. Вводится понятие контрольных испытаний. Рассматриваются метод одноступенчатого контроля и метод последовательного контроля. Вводится понятие ускоренные испытания.

Темы лекций:

8. Классификация испытаний на надежность. Планирование и проведение испытаний.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы по дисциплине;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к практическим занятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Афонин, В.А. Основы теории надежности: учебное пособие / Афонин В.А. – Москва: МЭИ, 2019. – с. – ISBN 978-5-383-01339-7.

Схема доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013397.html> (контент)

2. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] / Малафеев С.И., Копейкин А.И. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 316 с. – Рекомендовано УМО по образованию в области приборостроения и оптоэлектроники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Приборостроение» и специальности «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы». – Книга из коллекции Лань – Инженерно-технические науки. – ISBN 978-5-8114-1268-6.

Схема доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=87584 (контент)

3. Зубарев, Ю.М. Основы надежности машин и сложных систем [Электронный ресурс] / Зубарев Ю.М. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 180 с. – Книга из коллекции Лань – Инженерно-технические науки. – ISBN 978-5-8114-2328-6.

Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/91074> (контент)

Дополнительная литература:

1. Kołowrocki, K. Reliability and Safety of Complex Technical Systems and Processes

[Electronic resource] / Kołowrocki K., Soszynska-Budny J. – Springer, 2011. – 419 p. – Available at: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-0-85729-694-8.pdf>.

2. Smith, D.J. Reliability, Maintainability and Risk [Electronic resource] / Smith D.J. – Elsevier, 9th Edition, 2017. – 478 p. – Available at: <https://www.sciencedirect.com/book/9780081020104/reliability-maintainability-and-risk>.

3. Unnikrishnan Nair, N. Reliability Modelling and Analysis in Discrete Time [Electronic resource] / Unnikrishnan Nair N., Sankaran P.G., Balakrishnan N. – Elsevier, 2018. – 508 p. – Available at: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128019139/reliability-modelling-and-analysis-in-discrete-time>.

4. Ram, M. Advances in System Reliability Engineering [Electronic resource] / Ram M., Davim J.P. – Elsevier, 2019. – 318 p. – Available at: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128159064/advances-in-system-reliability-engineering>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. Полнотекстовая база данных ScienceDirect – <https://www.sciencedirect.com/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>.
3. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для лекций и практических занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения лекционных и практических занятий (учебная аудитория). 634034 г. Томская область, Томск, проспект Ленина, д. 2, учебный корпус №10, аудитория 340.	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.04 «Электроника и автоматика физических установок», специализация «Системы управления технологическими процессами и физическими установками» (приема 2021 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Ст. преподаватель ОЯТЦ	Надеждин И.С.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «31» августа 2021 г. № 43).

Заведующий кафедрой-руководитель
отделения на правах кафедры, д.т.н.



_____/Горюнов А.Г./

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

[illegible]