

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТИ

Долматов О.Ю.

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные реакторы и материалы		
Специализация	«Ядерные реакторы и энергетические установки», «Безопасность и нераспространение ядерных материалов»		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		24
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		48
	Самостоятельная работа, ч		60
	ИТОГО, ч		108

Вид промежуточной аттестации	Зачёт	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
Заведующий кафедрой- руководитель отделения			А.Г.Горюнов
Руководитель ООП			М.С.Кузнецов
Преподаватель			П.Н. Бычков

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 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
ПК(У)-2	Готовность применять методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-2.3.	Применяет методы исследования надежности и безопасности технических систем	ПК(У)-2.3В1	Владеет математическим аппаратом теории надежности в научных исследованиях и при решении практических задач управления безопасностью производства
				ПК(У)-2.3У1	Умеет использовать основные математические модели надежности систем для формализации задач обеспечения и управления безопасностью технологических процессов и производств
				ПК(У)-2.3З1	Знает методы оценки и повышения надежности технических систем и снижения риска
ПК(У)-4	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения	И.ПК(У)-4.1.	Анализирует безопасность систем и элементов энергетических установок, определяет их влияние на параметры нормальной эксплуатации АЭС	ПК(У)-4.1В3	Владеет опытом определения основных показателей надежности и безопасности технических систем
				ПК(У)-4.1У3	Умеет рассчитывать основные показатели надежности систем и определять стандартные статистические характеристики отказов
				ПК(У)-4.1З3	Знает основные понятия, термины и определения, используемые в теории надежности и теории риска, теорию и модели происхождения и развития отказов
ПК(У)-9	Готовность применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределенностей при проектировании	И.ПК-9.2.	Ищет пути снижения рисков и повышения безопасности и надежности при эксплуатации технических систем	ПК-9.2В2	Владеет методами системного технико-экономического анализа оптимальной надежности и приемлемой безопасности, ожидаемого ущерба
				ПК-9.2У2	Умеет оценить и технико-экономически обосновать то или иное мероприятие по повышению надежности и безопасности или снижению риск
				ПК-9.2З2	Знает основные нормативные требования к надежности электро- и теплоснабжения, основные пути и методы повышения надежности и безопасности ТЭС и АЭС в процессе проектирования, сооружения, эксплуатации и прекращения работы ЭС, а также подходы к учету и анализу рисков

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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 теории надежности	И.ПК(У)-2.3
РД 2	Выполнять расчеты параметров надежности объектов, вероятности их безотказной работы	И.ПК(У)-2.3 И.ПК(У)-4.1
РД 3	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях безопасности и надежности технических объектов и систем	И.ПК(У)-2.3 И.ПК(У)-4.1 И.ПК-9.2

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 (модуль) 1. Основные понятия и определения	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 2. Математические и физические основы надежности	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 3. Модели надежности	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 4. Структурная надежность систем	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 5. Проектирование надежности систем	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 6. Испытания на надежность	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные понятия и определения

Показатели качества промышленной продукции. Основные понятия надежности. Классификация объектов по надежности. Классификация отказов. Анализ причин возникновения отказов. Показатели безотказности. Показатели долговечности. Показатели ремонтпригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели

надежности. Экономические показатели надежности. Нормируемые показатели надежности.

Темы лекций:

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

Темы практических занятий:

1. ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения». Классификация объектов по надежности, последствиям отказов и другим параметрам.
2. Расчет показателей надежности.

Раздел 2. Математические и физические основы надежности

Случайные события и их характеристики. Случайные величины и функции распределения. Характеристики случайных величин. Законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин. Регрессионные зависимости. Элементы теории случайных функций и процессов. Элементы математической статистики. Элементы математической логики. Элементы теории графов. Элементы комбинаторики. Физико-химические процессы в материалах. Процессы механического разрушения. Процессы теплового разрушения. Процессы электрического разрушения. Процессы старения материалов.

Темы лекций:

3. Математические основы надежности.
4. Физические основы надежности.

Темы практических занятий:

3. Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия.
4. Аналитическое определение количественных характеристик надёжности изделия.

Раздел 3. Модели надежности

Методы моделирования надежности. Дискретные модели надежности. Непрерывные модели надежности. Прочностная надежность (модель внезапных отказов). Параметрическая надежность (модель постепенных отказов). Чувствительность технических объектов к условиям эксплуатации. Метод Монте-Карло. Статистическое моделирование прочностной надежности. Статистическое моделирование параметрической надежности.

Темы лекций:

5. Вероятностные модели отказов элементов.
6. Статистическое моделирование надежности.

Темы практических занятий:

5. Классическое определение вероятностей.
6. Случайные величины и их числовые характеристики.

Раздел 4. Структурная надежность систем

Системный и структурно-логический анализ надежности технических систем. Методы расчета структурной надежности систем. Системы с последовательным и параллельным соединением элементов. Мажоритарные, мостиковые, комбинированные системы. Многофункциональные системы. Методы повышения структурной надежности систем.

Надежность систем с резервированием. Виды резервирования. Оптимизация структурного резервирования. Надежность систем с восстановлением. Граф состояний технической системы. Расчет надежности систем с восстановлением. Надежность систем с зависимыми элементами. Статистическое моделирование структурной надежности систем.

Темы лекций:

7. Анализ надежности технических объектов.
8. Методы повышения структурной надежности систем.

Темы практических занятий:

7. Последовательное соединение элементов в систему.
8. Расчет надежности системы с постоянным резервированием.

Раздел 5. Проектирование надежности систем

Задачи и методы проектных исследований надежности. Обоснование и расчет норм надежности. Требования к показателям безотказности систем и агрегатов. Определение вероятности обеспечения ресурса. Расчет структурных схем надежности. Прогнозирование ресурса и затрат на капитальный ремонт. Прогнозирование распределения наработки до первого отказа. Требования к ресурсам элементов и ремонтпригодности узлов

Темы лекций:

9. Расчет безотказности систем при проектировании.
10. Проектный анализ надежности систем.

Темы практических занятий:

9. Резервирование замещением в режиме облегченного (теплого) резерва и в режиме ненагруженного (холодного) резерва.
10. Резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом.

Раздел 6. Испытания на надежность

Виды испытаний на надежность. Цели и задачи испытаний. Интервальное оценивание показателей надежности. Планирование определительных испытаний. Непараметрическая оценка показателей надежности. Ресурсные испытания агрегатов. Метод одноступенчатого контроля. Критерий Неймана-Пирсона. Метод доверительных границ. Метод двухступенчатого контроля. Метод последовательного контроля. Критерий Вальда. Ускоренные испытания. Планирование и проведение рабочих испытаний

Темы лекций:

11. Классификация испытаний на надежность.
12. Планирование и проведение рабочих испытаний.

Темы практических занятий:

11. Скользящее резервирование при экспоненциальном законе надежности.
12. Последовательности испытаний.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом;

- Подготовка к практическим занятиям;
- Работа в электронном курсе;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. 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)
2. 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)
3. Казаков, Александр Владимирович. Надежность, диагностика элементов энергетического оборудования : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. В. Казаков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m218.pdf> (контент)

Дополнительная литература (указывается по необходимости)

1. Чулков, Николай Александрович. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. А. Чулков, А. Н. Деренок; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт неразрушающего контроля (ИНК), Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности (ЭБЖ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.3 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m339.pdf> (контент)
2. 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)

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>.
2. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.
3. Персональный сайт доцента Бычкова Петра Николаевича на портале ТПУ, раздел «Студенту. Учебно-методические материалы. Безопасность и надежность технических

систем» – <https://portal.tpu.ru/SHARED/p/PNB/learning/Reliability2>.

4. Электронный курс «Безопасность и надежность технических систем» – <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1891>

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 332	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 120 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 340	Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.04.02 «Ядерные физика и технологии» / профиль / специализация «Ядерные реакторы и энергетические установки», «Безопасность и нераспространение ядерных материалов» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Бычков П.Н.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «28» 06 2019г. №16).

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



Горюнов А.Г.

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	Протокол №28-д от 25.06.2020