

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

Долматов О.Ю.

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Nuclear Science and Technology		
Специализация	Nuclear Safety, Security and Non-Proliferation of Nuclear Materials / Безопасность и нераспространение ядерных материалов		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
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 ИЯТШ

Зав. кафедрой-руководитель
ОЯТЦ на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

А.Г. Горюнов

В.В. Верхотурова

Б. П. Степанов

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
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК(У)-4.2	Составляет академические и (или) профессиональные тексты на иностранном языке (английском)	УК(У)-4.2В1	Владеет навыками монологического высказывания на иностранном языке (английском) по профилю своей специальности, аргументировано излагая свою позицию и используя вспомогательные средства (таблицы, графики, диаграммы и т.п.)
				УК(У)-4.2У1	Умеет составлять и представлять техническую и научную информацию, используемую в профессиональной деятельности, в виде презентации
		И.УК(У)-4.3	Организует обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях на иностранном языке (английском), выбирая подходящий формат	УК(У)-4.3В1	Владеет полученными знаниями по иностранному языку (английскому) на достаточном уровне в своей будущей профессиональной деятельности
				УК(У)-4.3З1	Знает основы структурирования доклада и подготовки презентаций на иностранном языке (английском), принятых в международной среде
ПК(У)-2	Способен разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации технических средств, оборудования, устройств и механизмов, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения вероятности отказов и снижения риска возникновения аварий	И.ПК(У)-2.4	Производит анализ безопасности и надежности технических систем и элементов установок, а также оценивает их влияние на параметры нормальной эксплуатации установок	ПК(У)- 2.4В1	Владеет опытом определения основных показателей безопасности и надежности технических систем и элементов установок
				ПК(У)- 2.4У1	Умеет рассчитывать основные показатели безопасности и надежности технических систем и элементов установок
				ПК(У)- 2.4З1	Знает основные понятия, термины и определения, используемые в теории надежности и теории риска, теорию и модели происхождения и развития отказов
ПК(У)-3	Способен применять методы исследования и расчета современных систем, приборов и устройств в области ядерной физики, физических измерений, технологий контроля и физической защиты	И.ПК(У)-3.6	Использует методы исследования и расчёта безопасности и надежности технических систем и элементов установок	ПК(У)-3.6В1	Владеет математическим аппаратом теории надежности в научных исследованиях и при решении практических задач
				ПК(У)-3.6У1	Умеет использовать основные математические модели

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	ядерных и радиоактивных материалов				теории надежности для решения задач обеспечения безопасности и надежности технических систем и элементов установок
				ПК(У)-3.631	Знает методы оценки и повышения надежности технических систем и элементов установок
ПК(У)-7	Способен применять методы оптимизации, анализа вариантов и учета неопределённостей при проектировании систем учета, контроля и физической ядерной безопасности ядерного топливного цикла	И.ПК(У)-7.2	Анализирует и определяет технические решения и мероприятия для снижения рисков и повышения безопасности и надежности технических систем и элементов установок	ПК(У)-7.2В1	Владеет методами системного технико-экономического анализа приемлемой безопасности, оптимальной надежности и ожидаемого ущерба
				ПК(У)-7.2У1	Умеет производить оценку и технико-экономически обосновать мероприятие по повышению безопасности и надежности технических систем и элементов установок
				ПК(У)-7.231	Знает основные нормативные требования к надежности электро- и теплоснабжения, основные пути и методы повышения безопасности и надежности АЭС в процессе проектирования, сооружения, эксплуатации и прекращения работы

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)-4.2 И.УК(У)-4.3 И.ПК(У)-2.4 И.ПК(У)-3.6
РД 2	Выполнять расчеты показателей надежности и вероятности безотказной работы технических систем.	И.УК(У)-4.2 И.УК(У)-4.3 И.ПК(У)-2.4 И.ПК(У)-3.6
РД 3	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях безопасности и надежности технических систем и элементов установок.	И.УК(У)-4.2 И.УК(У)-4.3 И.ПК(У)-2.4 И.ПК(У)-3.6 И.ПК(У)-7.2

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 1. Основные понятия и определения	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Математические и физические основы надежности	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Модели надежности	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Структурная надежность технических систем	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	10
Раздел 5. Проектирование надежности технических систем	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	10
Раздел 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

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 лекционных занятий:

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

Темы практических занятий:

1. Классификация объектов по надежности, последствиям отказов и другим параметрам. ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения».
2. Показатели надежности. Расчет вероятности безотказной работы технической системы.

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. Физико-химические процессы в материалах. Процессы механического разрушения. Процессы теплового разрушения. Процессы электрического разрушения. Процессы старения материалов.

Темы лекционных занятий:

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

Темы практических занятий:

3. Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах технической системы.
4. Определение вероятности безотказной работы и вероятности отказа технической системы.

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. Статистическое моделирование надежности.

Темы лекционных занятий:

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

Темы практических занятий:

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

Раздел 4. Структурная надежность технических систем

Анализ надежности технических систем. Методы расчета структурной надежности технических систем. Системы с последовательным и параллельным соединением элементов. Мажоритарные, мостиковые, комбинированные и многофункциональные системы. Методы повышения структурной надежности систем. Виды резервирования. Оптимизация структурного резервирования. Надежность систем с восстановлением. Расчет надежности систем с восстановлением. Статистическое моделирование структурной надежности систем.

Темы лекционных занятий:

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

Темы практических занятий:

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

Раздел 5. Проектирование надежности технических систем

Задачи и методы проектных исследований надежности. Обоснование и расчет норм надежности. Полный и ориентировочный расчет надежности. Расчет безотказности систем при проектировании. Требования к показателям безотказности систем и агрегатов. Проектный анализ надежности систем. Расчет структурных схем надежности.

Темы лекционных занятий:

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

Цели испытаний. Виды испытаний на надежность. Определительные испытания. Методы планирования определительных испытаний. Контрольные испытания. Метод одноступенчатого контроля. Метод последовательного контроля. Ускоренные испытания.

Темы лекционных занятий:

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

Темы практических занятий:

11. Скользящее резервирование при экспоненциальном законе надежности.
12. Методы планирования 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. Kołowrocki, K. Reliability and Safety of Complex Technical Systems and Processes / K. Kołowrocki, J. Soszynska-Budny. – London : Springer, 2011. – 419 p. – Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-85729-694-8> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа : из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература:

2. Werbińska-Wojciechowska, S. Technical System Maintenance. Delay-Time-Based Modelling / S. Werbińska-Wojciechowska. - Cham : Springer, 2019. - 347 p. - Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-10788-8> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа : по подписке.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. Amazon Corretto JRE 8;
5. Cisco Webex Meetings;
6. Far Manager;
7. Google Chrome;
8. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
9. Notepad++;
10. WinDjView;
11. Zoom Zoom

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 учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

	контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 340	
--	--	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Nuclear Science and Technology», специализация «Nuclear Safety, Security and Non-Proliferation of Nuclear Materials (Безопасность и нераспространение ядерных материалов)» по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии, (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ	Степанов Б.П.

Программа одобрена на заседании Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «25» июня 2020 г. № 28-д).

Зав. кафедрой-руководитель ОЯТЦ
на правах кафедры, д.т.н, профессор


подпись /Горюнов А.Г./