

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Направление подготовки	<b>14.04.02 Ядерные физика и технологии</b>		
Образовательная программа (профиль)	<b>Nuclear Science and Technology / Ядерные физика и технологии</b>		
Специализация	<b>Nuclear Safety, Security and Non-Proliferation of Nuclear Materials / Безопасность и нераспространение ядерных материалов</b>		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	<b>1</b>	семестр	<b>2</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>3</b>		

Зав. кафедрой-руководитель ОЯТЦ на правах кафедры		А.Г. Горюнов
Руководитель ООП		В.В. Верхотурова
Преподаватель		Б. П. Степанов

2020 г.

# 1. Роль дисциплины «Безопасность и надёжность технических систем» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
Безопасность и надёжность технических систем	2	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	Проводит анализ безопасности и надёжности 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 надёжности технических систем и элементов установок
						ПК(У)- 2.4У1	Умеет рассчитывать основные показатели безопасности и надёжности технических систем и элементов установок
						ПК(У)- 2.4З1	Знает основные понятия, термины и определения, используемые в теории надёжности и теории риска, теорию и модели происхождения и развития отказов
		ПК(У)-3	Способен применять методы исследования и расчёта современных систем, приборов и устройств в области ядерной физики, физических измерений, технологий контроля и физической защиты ядерных и	И.ПК(У)-3.6	Использует методы исследования и расчёта безопасности и надёжности технических систем и элементов установок	ПК(У)-3.6В1	Владеет математическим аппаратом теории надёжности в научных исследованиях и при решении практических задач
						ПК(У)-3.6У1	Умеет использовать основные математические модели теории надёжности для решения задач обеспечения безопасности и надёжности технических систем и элементов установок
						ПК(У)-3.6З1	Знает методы оценки и повышения надёжности технических систем и элементов

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			радиоактивных материалов				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)-7.2З1					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. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
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	<b>Раздел 1.</b> Основные понятия и определения <b>Раздел 2.</b> Математические и физические основы надежности <b>Раздел 3.</b> Модели надежности <b>Раздел 4.</b> Структурная надежность технических систем <b>Раздел 5.</b> Проектирование надежности технических систем <b>Раздел 6.</b> Испытания на надежность	Тестирование. Решение задач. Выступление с устным докладом.
РД-2	Выполнять расчеты показателей надежности и вероятности безотказной работы технических систем.	И.УК(У)-4.2 И.УК(У)-4.3	<b>Раздел 2.</b> Математические и физические основы	Решение задач. Выступление с устным докладом.

		И.ПК(У)-2.4 И.ПК(У)-3.6	надежности <b>Раздел 3.</b> Модели надежности <b>Раздел 4.</b> Структурная надежность технических систем <b>Раздел 5.</b> Проектирование надежности технических систем <b>Раздел 6.</b> Испытания на надежность	
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	<b>Раздел 4.</b> Структурная надежность технических систем <b>Раздел 5.</b> Проектирование надежности технических систем <b>Раздел 6.</b> Испытания на надежность	Решение задач. Выступление с устным докладом.

### 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов

55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

#### Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

#### 4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Тестирование	<p><b>Вопросы к тесту:</b></p> <p>1. Как называется свойство объекта выполнять и сохранять во времени заданные функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки?</p> <p>А. Безотказность.  Б. Надежность.  В. Долговечность.  Г. Сохраняемость.</p>
2.	Решение задач	<p><b>Примеры задач по разделам дисциплины:</b></p> <p><b>Раздел 1. Основные понятия и определения</b></p> <p>1. На испытание поставлено 2000 однотипных электронных элементов, за 3000 часов из отказало 120 элементов. Необходимо определить вероятность безотказной работы (<math>P(t)</math>) и вероятность отказа (<math>Q(t)</math>) за период времени 3000 часов.</p> <p><b>Раздел 2. Математические и физические основы надежности</b></p> <p>1. Техническая система состоит из 10 элементов. Вероятность отказа каждого элемента в течение времени <math>t</math> составляет 7 %. Отказы элементов несовместны. Определить вероятность отказа технической системы.</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p><b>Раздел 3. Модели надежности</b></p> <p>1. Техническая система имеет экспоненциальное распределение времени возникновения отказов с интенсивностью отказов <math>\lambda = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}</math>. Требуется определить основные показатели надежности, такие как: вероятность безотказной работы (<math>P(t)</math>), вероятность отказа (<math>Q(t)</math>) и среднюю наработку до отказа (<math>T(t)</math>) для невосстанавливаемой системы за время <math>t = 3000</math> часов.</p> <p><b>Раздел 4. Структурная надежность технических систем</b></p> <p>1. Техническая система состоит из 4 элементов, среднее время безотказной работы которых равно: <math>m_{t1} = 150</math> часов, <math>m_{t2} = 175</math> часов, <math>m_{t3} = 250</math> часов и <math>m_{t4} = 50</math> часов. Для элементов справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднее время безотказной работы технической системы.</p> <p><b>Раздел 5. Проектирование надежности технических систем</b></p> <p>1. Техническая система состоит из 8 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента составляет 1200 часов. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо определить вероятность безотказной работы системы, среднее время безотказной работы системы, частоту отказов и интенсивность отказов в момент времени 150 часов в следующих случаях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– нерезервированной системы;</li> <li>– дублированной системы при включении резерва по способу замещения (ненагруженный резерв).</li> </ul> <p><b>Раздел 6. Испытания на надежность</b></p> <p>1. Для плана <math>[N \ U \ N]</math> определить такое число объектов наблюдений, чтобы с односторонней доверительной вероятностью <math>\beta = 0,90</math> относительная ошибка <math>\delta</math> в определении среднего ресурса не превышала 0,10. Ресурс распределен нормально с коэффициентом вариации <math>v = 0,2</math>.</p>
3.	Выступление с устным докладом	<p><b>Примеры тем докладов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нормируемые показатели надежности.</li> <li>2. Экономические показатели надежности.</li> <li>3. Процессы электрического разрушения материалов.</li> <li>4. Процессы старения материалов.</li> <li>5. Критерии надежности программного обеспечения.</li> <li>6. Основные показатели живучести технических систем.</li> <li>7. Предварительные и приемочные испытания.</li> </ol>

## 5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания										
1.	Тестирование	<p>Тестирование проводится по итогам изучения тематики первого раздела дисциплины «Безопасность и надёжность технических систем». Для тестирования подготовлено три варианта тестовых заданий по 8 вопросов в каждом.</p> <p>На выполнение тестовых заданий студентам предоставляется 20 минут на практическом занятии. Каждый вопрос содержит 4 варианта возможных ответов на поставленный вопрос, при этом только один ответ является правильным.</p> <p>За каждый правильный ответ студент получает <b>0,5 балла</b>. Общая сумма баллов за все правильные ответы при решении тестовых заданий составляет <b>4 балла</b>.</p>										
2.	Решение задач	<p>В рамках каждого раздела дисциплины «Безопасность и надёжность технических систем» предусмотрено выполнение студентами письменных заданий в виде решения задач.</p> <p>Студент должен письменно решить задачу на практических занятиях для проверки умений применять полученные знания для решения конкретных задач определенного типа по разделам дисциплины. Время выполнения оценочного мероприятия составляет 30 минут.</p> <p>Решение задачи предполагает наличие определенных ответов. Максимально возможный балл, который может получить студент за выполнение оценочного мероприятия, составляет 6 баллов.</p> <p>Баллы и критерии оценивания решенной студентом задачи представлены в таблице ниже.</p> <table border="1" data-bbox="714 919 2056 1187"> <thead> <tr> <th data-bbox="719 922 1789 995">Критерии оценивания</th> <th data-bbox="1794 922 2051 995">Количество баллов</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="719 999 1789 1072">Аргументированность, последовательность и логичность изложения хода решения</td> <td data-bbox="1794 999 2051 1072">2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="719 1075 1789 1110">Умение использовать математический аппарат для решения задач</td> <td data-bbox="1794 1075 2051 1110">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="719 1114 1789 1149">Правильность и точность выполненных вычислений</td> <td data-bbox="1794 1114 2051 1149">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="719 1152 1789 1187">Итого</td> <td data-bbox="1794 1152 2051 1187">6</td> </tr> </tbody> </table>	Критерии оценивания	Количество баллов	Аргументированность, последовательность и логичность изложения хода решения	2	Умение использовать математический аппарат для решения задач	3	Правильность и точность выполненных вычислений	1	Итого	6
Критерии оценивания	Количество баллов											
Аргументированность, последовательность и логичность изложения хода решения	2											
Умение использовать математический аппарат для решения задач	3											
Правильность и точность выполненных вычислений	1											
Итого	6											
3.	Выступление с устным докладом	<p>В рамках каждого раздела дисциплины «Безопасность и надёжность технических систем» предусмотрено выступление студентов с устным докладом по заранее определенной теме. Тема выступления определяется преподавателем, обеспечивающим учебный процесс по дисциплине.</p> <p>Студент должен по заранее заданной теме подготовить устный доклад с презентационным материалом. Презентационный материал должен быть подготовлен в Microsoft PowerPoint.</p>										

Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания	
	<p>Время выступления с устным докладом составляет 10 минут, из которых 7 минут отводится на устное представление доклада и 3 минуты отводится на ответы студента на вопросы, поступившие из аудитории.</p> <p>Баллы и критерии оценивания выступления студента представлены в таблице ниже.</p>	
	Критерии оценивания	Количество баллов
	Структура презентационного материала.	2
	Умение лаконично представлять техническую информацию по заданной теме.	3
	Ответы на вопросы аудитории	1
	Итого	6