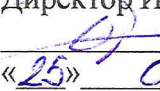


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

 О.Ю. Долматов

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

ПРИЕМ 2019 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Тип практики	<i>Технологическая (проектно-технологическая) практика</i>		
Направление подготовки/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные реакторы и материалы		
Специализация	Ядерные реакторы и энергетические установки		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Период прохождения	с 44 по 47 неделю 2019/2020 учебного года		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Продолжительность недель / академических часов	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная работа, ч	*		
Самостоятельная работа, ч	**		
ИТОГО, ч	216		

Вид промежуточной аттестации

Диф.зачет

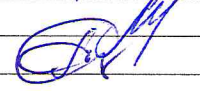
Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой-
руководитель отделения

Руководитель ООП

Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	М.С. Кузнецов
	А.О. Семенов

2020г.

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)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.УК(У)-1.1	Анализирует проблемную ситуацию, выявляя ее составляющие и связи между ними	УК(У)-1.1В1	Владеет способностью установить связи между составляющими проблемной ситуации
				УК(У)-1.1У1	Умеет выделять составляющие проблемной ситуации
				УК(У)-1.1З1	Знает подходы к определению научной проблемы и способам ее постановки
				УК(У)-1.1В2	Владеет методиками постановки цели, определения способов её достижения, разработки стратегий действий
				УК(У)-1.1У2	Умеет разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации
				УК(У)-1.1З2	Знает методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации
				УК(У)-1.1В3	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.1У3	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.1З3	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
		И.УК(У)-1.2	Выстраивает, реконструирует и оценивает научную аргументацию при анализе информации	УК(У)-1.2У1	Умеет применять различные типы научной аргументации для доказательства или опровержения представленной информации
				УК(У)-1.2З1	Знает различные типы научной аргументации
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК(У)-4.1	Осуществляет поиск и обработку аутентичной англоязычной информации в области управления ядерными энергетическими установками	УК(У)-4.1В1	Владеет опытом поиска и обработки аутентичной информации по теме исследования на техническом английском языке
				УК(У)-4.1У1	Умеет осуществлять самостоятельный поиск, критический анализ и обработку информации по теме исследования на техническом английском языке
				УК(У)-4.1З1	Знает системные подходы в области анализа и синтеза информации
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	И.ОПК(У)-1.1	Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели исследования и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	ОПК(У)-1.1В1	Владеет навыками самостоятельно формулировать ожидаемые результаты проекта, поиска путей ее решения
				ОПК(У)-1.1У1	Умеет формулировать проблему, исходя из действующих задач исследования, имеющихся ресурсов, и подбирать наиболее оптимальные пути ее решения
				ОПК(У)-1.1З1	Знает основные методы проведения научного исследования, методы и инструменты формулировки проблем с учетом их надежности, экономики, безопасности и защиты окружающей среды
ОПК(У)-3	Способен оформлять	И.ОПК(У)-3.1	Оформляет результаты научных исследования	ОПК(У)-3.1В1	Владеет опытом использования нормативных документов и стандартов при

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ		в виде статей, докладов, научных отчетов		оформлении результатов научно-исследовательской работы
				ОПК(У)-3.1У1	Умеет систематизировать, обобщать и представлять результаты научных исследований с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
				ОПК(У)-3.131	Знает требования, структуру и содержание научных трудов
ПК(У)-1	Способность к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-1.1	Проводит исследования, основанные на использовании теоретических и математических моделей параметров процессов и производств в атомной отрасли	ПК(У)-1.1В1	Владеет опытом численного решения уравнений математической физики; составления программ компьютерных расчётов параметров и технологических процессов, пользования вычислительной техникой для решения специальных задач
				ПК(У)-1.1У1	Умеет использовать методики расчетов процессов, протекающих в ядерных реакторах и энергетических установках, с применением ЭВМ; методы моделирования, расчета и численных математические модели объектов разработки для проведения комплексных нейтронно-физических, теплогидравлических, прочностных расчетов, расчетов показателей безопасности
				ПК(У)-1.131	Знает о математическом моделировании как о методе физических исследований; об аналитических, приближенных и численных методах теплофизического и нейтронно-физического расчета ядерных энергетических установок
				ПК(У)-1.1В2	Владеет опытом создания теоретических, физических и математических моделей, описывающих процессы, протекающие на предприятиях ЯТЦ
				ПК(У)-1.1У2	Умеет создавать теоретические, физические и математические модели, описывающие процессы, протекающие на предприятиях ЯТЦ
				ПК(У)-1.132	Знает общепринятые теоретические, физические и математические модели, описывающие процессы, протекающие на предприятиях ЯТЦ
				ПК(У)-1.1В3	Владеет навыками математического моделирования теплогидравлических параметров ядерных установок при проектировании ядерных реакторов
				ПК(У)-1.1У3	Умеет производить инженерные расчеты для оценки теплотехнической надежности активной зоны ЯР
				ПК(У)-1.133	Знает особенности гидродинамики и теплообмена в ТВС с твэлами различной формы для разных типов ядерных реакторов
				ПК(У)-1.1В4	Владеет навыками математического моделирования систем управления и защиты ядерных энергетических установок
				ПК(У)-1.1У4	Умеет разрабатывать математическое обеспечение автоматизированных систем управления ядерными энергетическими установками

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-1.134	Знает математическое описание энергетических установок как технологических объектов управления
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)-2.1	Анализирует и исследует процессы, протекающие в активной зоне реакторных установок и оборудовании первого контура АЭС	ПК(У)-2.1В3	Владеет навыками контроля и управления протекания внутриреакторных процессов реакторной установки на основе расчетов и данных измерительных приборов
				ПК(У)-2.1У31	Умеет прогнозировать и выявлять возможные отклонения от режима нормальной работы реакторной установки на стадии проектирования и эксплуатации и применять меры к их устранению, определять состояние реактора (размножающей нейтроны системы) по показаниям контрольно-измерительной аппаратуры; определять какие процессы определяют критические характеристики в любой момент времени эксплуатации реактора
				ПК(У)-2.131	Знает основные характеристики быстрых и медленных переходных процессов при положительных скачках реактивности и при скачкообразном введении отрицательной реактивности; методы определения эффективности органов регулирования и системы управления и защиты; способы определения состояния реактора по показаниям контрольно-измерительной аппаратуры
		И.ПК(У)-2.2	Выбирает методику проведения экспериментального исследования, планирует схемы эксперимента и осуществляет ведение документации в процессе исследования	ПК(У)-2.2В1	Владеет навыком выбора методики исследования и испытания в соответствии с предполагаемым исследованием, составлением рабочих планов выполнения заданий
				ПК(У)-2.2У1	Умеет работать с нормативной, организационной и технической документацией, проводить описание проводимых исследований
				ПК(У)-2.231	Знает порядок проведения научно-исследовательских работ, типовые методики выполнения измерений, расчетов и технологических процессов, основы обработки и анализа результатов экспериментальных измерений
ПК(У)-3	Готовность разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	И.ПК(У)-3.1	Осуществляет оформление законченных опытных работ, разрабатывает практические рекомендации по внедрению проведенных исследований	ПК(У)-3.1В1	Владеет навыками внедрения результатов научно-технических исследований и проектных разработок, осуществления авторского надзора при проектировании
				ПК(У)-3.1У1	Умеет оценивать научно-технический уровень достигнутых результатов, проводить патентные исследования
				ПК(У)-3.131	Знает порядок разработки и проектной и технической документации по результатам выполненных исследований, методы проведения патентных исследований
ПК(У)-4	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать	И.ПК(У)-4.1	Анализирует безопасность систем и элементов энергетических установок, определяет их влияние на параметры нормальной эксплуатации АЭС	ПК(У)-4.1В4	Владеет опытом расчет коэффициентов до кризиса теплоотдачи первого и второго рода и рисков возникновения нештатной ситуации
				ПК(У)-4.1У4	Умеет выявлять причины возникновения кризиса теплообмена в ядерном реакторе

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения	И.ПК(У)-4.2	Способен оценивать риски и отклонения от режимов нормальной эксплуатации ЯЭУ	ПК(У)-4.134	Знает зависимость критических теплогидравлических параметров активной зоны от геометрических и эксплуатационных характеристик реакторной установки, методы расчета коэффициентов до кризиса теплоотдачи первого и второго рода
				ПК(У)-4.2B1	Владеть навыками проведения расчета эффективности и компоновки системы управления и защиты реактора необходимыми для безопасного пуска ядерного реактора
				ПК(У)-4.2У1	Умеет оценивать риски, связанные с безопасной эксплуатацией реакторной установки, эффекты реактивности при выводе реактора на рабочую мощность, определять и использовать дифференциальные и интегральные характеристики органов регулирования реактора
				ПК(У)-4.231	Знает теорию переноса нейтронов, теорию ядерных реакторов, особенности и методы расчета энергетических реакторов
ПК(У)-5	Способность к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	И.ПК(У)-5.1	Осуществляет анализ информации перспективных отечественных и зарубежных научных исследований в области ядерных технологий	ПК(У)-5.1B1	Владеет опытом поиска актуальной научно-технической информации различных областей науки и техники
				ПК(У)-5.1У1	Умеет проводить критический анализ проводимых литературных изысканий
				ПК(У)-5.131	Знает основные аспекты обработки научно-технической информации
		И.ПК(У)-5.2.	Демонстрирует знание и понимание основных и перспективных технологий ядерного топливного цикла, анализирует производственные процессы необходимые для полноценного функционирования и эксплуатации ядерно-топливных циклов	ПК(У)-5.2B1	Владеет представлениями о перспективных видах производства ядерного топлива и последующего обращения с ним, конструкции реакторных установок нового типа, методами анализа технологического оборудования производств с целью достижения оптимальных результатов в отношении качества, надежности, экономики, безопасности ядерного топливного цикла и защиты окружающей среды
				ПК(У)-5.2У1	Умеет применять знания о процессах, протекающих в аппаратах производств ядерного топливного цикла, для их проектирования и эксплуатации, определять содержание технологических процессов и цепочек, необходимых для полноценного функционирования и развития ядерного топливного цикла
				ПК(У)-5.231	Знает основные технологические стадии и процессы, вовлеченные в ядерный топливный цикл открытого и закрытого типа, уран-плутониевый и торий-урановый циклы, мировые тренды развития технологий производства ядерного топлива, особенности МОКС и РЕМИКС топлива, конструкционные особенности реакторных установок нового поколения, малые реакторные установки, развитие технологий быстрых реакторов, перспективные технологии обращения с ядерными отходами, процессы извлечения актиноидов из ОЯТ, применение трансмутации в реакторах.
		И.ПК(У)-5.3.	Проводит обоснованный выбор материалов при конструировании ядерных реакторов	ПК(У)-5.3B1	Владеет опытом расчета основных параметров элементов активной зоны ядерного реактора, обоснованного выбора материалов активной зоны ядерного реактора.
				ПК(У)-5.3У1	Умеет определять оптимальные сочетания материалов активной зоны ядерных реакторов в зависимости от назначения и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					типа энергетических установок, а также аргументировать принятые решения. Умеет анализировать конструкторские решения разработанных и создаваемых энергетических установок.
				ПК(У)-5.331	Знает свойства материалов, применяемых в реакторостроении (ядерное топливо, теплоносители, замедлители, конструкционные материалы, материалы защиты). Поведение различных материалов ядерных реакторов и энергетических установок, в условиях воздействия ионизирующих излучений и температурных полей.
		И.ПК(У)-5.4.	Обеспечивает соблюдение норм и правил безопасности при транспортировке ядерных материалов	ПК(У)-5.4У1	Умеет определять потенциальные источники опасности при транспортировке ядерных материалов
				ПК(У)-5.431	Знает основные вопросы обеспечения безопасности транспортировки ядерных материалов
		И.ПК(У)-5.5	Демонстрирует знание нормативно-правовой базы в области безопасного обращения с ядерными материалами	ПК(У)-5.5В1	Владеет опытом использования нормативной базы в области учета, контроля и физической защиты ядерных материалов в области безопасности нераспространения ядерных материалов и осуществления гарантий
				ПК(У)-5.5У1	Умеет использовать нормативно-правовые документы в своей деятельности
				ПК(У)-5.531	Знает международные режимы и национальные гарантии нераспространения ядерных материалов и технологий двойного назначения
ПК(У)-6	Способность объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение	И.ПК(У)-6.1	Оценивает предполагаемое решение проблемы в соответствии с мировыми трендами науки и техники	ПК(У)-6.1В1	Владеть навыками экспертной оценки предлагаемых решений или проектов
				ПК(У)-6.1У1	Умеет сравнивать предполагаемое решение или проект относительно мирового уровня
				ПК(У)-6.131	Знает современный уровень развития науки и технологии, профессиональные проблемы в своей предметной области
ПК(У)-7	Способность формулировать технические задания, использовать информационные технологии и пакеты прикладных программ при проектировании и расчете физических установок, использовать знания методов анализа эколого-экономической эффективности при проектировании и реализации проектов	И.ПК(У)-7.1	Применяет существующие программные комплексы и информационные технологии для решения задач проектирования и расчета ядерных энергетических установок	ПК(У)-7.1В1	Владеет опытом сбора и навыками анализа информационных исходных данных для проектирования приборов и установок
				ПК(У)-7.1У1	Умеет использовать информационные технологии при разработке новых ядерно-энергетических установок, материалов и приборов
				ПК(У)-7.131	Знает основные методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, алгоритмы и методы измерения ядерных материалов и полей ионизирующих излучений.
ПК(У)-8	Способность провести расчет,	И.ПК(У)-8.2.	Рассчитывает гидродинамические	ПК(У)-8.2В1	Владеет навыками современного гидродинамического расчета параметров

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	концептуальную и проектную проработку современных физических установок и приборов		параметры энергооборудования реакторных установок		активной зоны и интенсификации теплообмена
				ПК(У)-8.2У1	Умеет применять способы физического и гидравлического профилирования активной зоны
				ПК(У)-8.231	Знает основные способы расчета предельно допустимых температур теплоносителя, оболочки твэла, ядерного топлива, допустимой мощности ТВС
ПК(У)-9	Готовность применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределенностей при проектировании	И.ПК(У)-9.1	Анализирует и ищет пути решения задач управления ядерной установкой при проектировании, наладке, настройке, испытаниях и эксплуатации АСУ ТП ядерных энергетических установок	ПК(У)-9.1В1	Владеет опытом оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач с учетом неопределенностей объекта управления при проектировании, наладке, настройке, испытаниях и эксплуатации АСУ ТП ядерных энергетических установок
				ПК(У)-9.1У1	Умеет выполнять расчет, концептуальную и проектную проработку программно-технических средств АСУ ТП
				ПК(У)-9.131	Знает основы функционирования программно-технических средств, приборов контроля и управления АСУ ТП
ПК(У)-10	Способность решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования	И.ПК(У)-10.1	Проводит оценку товаров и технологий, подлежащих экспортному контролю	ПК(У)-10.1В1	Владеет опытом установления принадлежности товара или технологии, являющихся объектами экспертизы, к продукции, подлежащей экспортному контролю.
				ПК(У)-10.1У1	Умеет применять нормативно-правовое регулирование в области обращения с ЯМ
				ПК(У)-10.131	Знает международное и национальное законодательство в области использования атомной энергии, вопросы ядерного нераспространения, международные режимы и национальные гарантии нераспространения ядерных материалов
ПК(У)-12	Способность к проектированию и экономическому обоснованию инновационного бизнеса, содержания, структуры и порядка разработки бизнес-плана	И.ПК(У)-12.1.	Способен к проектированию и экономическому обоснованию инновационного бизнеса, содержания, структуры и порядка разработки бизнес-плана	ПК(У)-12.1В1	Владеет навыками формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач
				ПК(У)-12.1У1	Уметь составлять техническое задание на проведение научных работ и управлять научно-техническими проектами
				ПК(У)-12.131	Знать основные источники научно-технической информации по экономическим проблемам, способы оценки научно-технической и экономической эффективности научных исследований.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Практика относится к вариативной части Блока 2 учебного плана образовательной программы.

3. Вид практики, способ, форма и место ее проведения

Вид практики: учебная

Тип практики: Технологическая практика

Формы проведения:

Непрерывно – путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения всех видов практик, предусмотренных ООП.

Способ проведения практики: стационарная и выездная.

Места проведения практики: профильные организации или структурные подразделения университета.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам предоставляются места практик с учетом их состояния здоровья и требований по доступности (в соответствии с рекомендациями ИПРА, относительно рекомендованных условий труда).

4. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ООП

При прохождении практики будут сформированы следующие результаты обучения:

Планируемые результаты обучения при прохождении практики		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РП-1	Уметь формулировать и решать профессиональные задачи с использованием современных методов исследования, проведением физических экспериментов	И.УК(У)-1.1 И.УК(У)-1.2 И.УК(У)-4.1 И.ОПК(У)-1.1 И.ОПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-12.1
РП-2	Разрабатывать методику проведения исследования, создавать математические модели физических процессов	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.3 И.ПК(У)-7.1 И.ПК(У)-8.2
РП-3	Проектировать, создавать или модернизировать техническое оборудование, приборы и компоненты атомных станций с соблюдением принципов ядерной, радиационной и технической безопасности	И.ПК(У)-4.2 И.ПК(У)-5.2
РП-4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях процессов, протекающих в физико-энергетических установках	И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-6.1 И.ПК(У)-9.1 И.ПК(У)-10.1

1. Структура и содержание практики

Содержание этапов практики:

№ недели	Этапы практики, краткое содержание (виды работ)	Формируемый результат обучения
1	Подготовительный этап: – вводное собрание/ ознакомительная лекция; – прохождение инструктажа по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, правилами внутреннего трудового распорядка. – получение задания; – беседа с непосредственным руководителем практики на предмет введения в проблематику индивидуального задания	РП-1, РП-2
1-2	Основной этап / Выполнение индивидуального задания: – мероприятия по сбору, обработке и систематизации фактического и литературного материала, наблюдения, измерения и др., выполняемые	РП-1, РП-2

	как под руководством преподавателя или руководителя практики от предприятия, так и самостоятельно.	
2-4	Технологический этап (выполнение индивидуального задания): – ознакомительная лекция (экскурсия); – работа на месте проведения учебной практики; – изучение технологических параметров устройств, приборов и процессов; – разработка модели устройства, моделирование устройства и его параметров или проведение экспериментов по тематике исследования; – анализ результатов моделирования, обработка полученных результатов. Вся деятельность студентов проходит под наблюдением непосредственного руководителя, к которым студенты обращаются по всем вопросам практики.	РП-1, РП-2, РП-3, РП-4
4	Заключительный: – подготовка отчета по практике, – защита отчета о практике	РП-1, РП-2, РП-3, РП-4

2. Формы отчетности по практике

По окончании практики, обучающиеся предоставляют пакет документов, который включает в себя:

- дневник обучающегося по практике;
- отчет о практике.

3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по практике в форме дифференцированного зачета проводится в виде защиты отчета по практике.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по практике является неотъемлемой частью настоящей программы практики и представлен отдельным документом в приложении.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение практики

8.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Ядерные технологии: история, состояние, перспективы : учебное пособие / А. А. Андрианов, А. И. Воропаев, Ю. А. Коровин, В. М. Мурогов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 180 с. — ISBN 978-5-7262-1594-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75776> (дата обращения: 13.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Красников, П.В. Расчеты физических характеристик ядерных реакторов : учебное пособие / П.В. Красников, С.В. Столотнюк, Я.Д. Столотнюк. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2019/m035.pdf> (дата обращения 13.02.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный
3. Красников, П. В. Расчеты физических характеристик ядерных реакторов : учебное пособие / П. В. Красников, С. В. Столотнюк, Я. Д. Столотнюк. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 95 с. — ISBN 978-5-7038-3852-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58558> (дата обращения: 14.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Копосов, Е. Б. Кинетика ядерных реакторов : учебное пособие / Е. Б. Копосов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103467> (дата обращения: 13.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2. Информационное и программное обеспечение

Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

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

1. Microsoft Office Standard 2013: Word, Excel.
2. Mathcad 14
3. Multisim 14.0
4. Прикладное программное обеспечение в среде Windows-LSRM2000;
5. Прикладное программное обеспечение в среде Windows - LSRM-2000;
6. Базовое программное обеспечение Genie-2000 для МКА Inspector (S504C);
7. Программное обеспечение Genie-2000;
8. S501C Программное обеспечение Genie-2000 по анализу гамма спектров;
9. S509 Программное обеспечение Genie2000 для альфа анализа;
10. S504 Базовое ПО Genie-2000;
11. S535C ПО Genie-2000 "Уран-плутониевый инспектор";
12. S573C ПО Genie-2000 по анализу гамма-спектров;
13. ПО расчёта калибровки по эффективности для Ge и NaI детекторов.
14. Программное обеспечение "ASW"
15. Прикладное программное обеспечение для проведения лабораторных работ по курсу реакторной физики

5. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

При проведении практики на базе ТПУ в учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 248Б.	Дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М - 1 шт.; Комплекс СКС-07П-Г3 - 1 шт.; Прибор ПСО 2-4 - 1 шт.; Блок БВ-22 - 1 шт.; Блок БНВ3-09 - 1 шт.; Мультиметр APPA109NUSB - 1 шт.; Установка СПУ-1 - 1 шт.; Корпус активной зоны - 1 шт.; Комплекс для проведения лабораторных работ по детектированию нейтронов - 1 шт.; Частотомер АСН-1300 - 2 шт.; Источник нейтронного излучения Плутоний-Бериллиевый тип ИБН-10 - 1 шт.; Источник питания НУ-3003 - 2 шт.; Рефрактометр ИРФ-22 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест Компьютер - 1 шт
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 321	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест;Тумба стационарная - 3 шт.; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных	Весы OHAUS аналитические Plus AP250D - 1 шт.; Аналитический

	занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 318	комплекс "СПЕКТРОСКАН МАКС -С" с ПО для количественного и качественного анализа данных рентгенофлуоресцентного спектрометра, включая возможность определения неизвестных образцов - 1 шт.; Сосуд Дьюара 30л D-30 - 1 шт.; Спектрометр-радиометр бета-излучения МКГБ-01 - 1 шт.; Система для измерения характеристик фотонного излучения с ПО Genie-2000 по анализу гамма-спектров S573C и ПО расчёта калибровки по эффективности в полевых условиях ISOCS с 3D интерфейсом - 1 шт.; ОСГИ:Кобальт-57 - 1 шт.; ОСГИ:Марганец-54 - 1 шт.; Комплекс для проведения лабораторных работ по определению спектра гамма излучения - 1 шт.; ОСГИ:Церий-139 - 1 шт.; ОСАИ: Кюрий-244 - 1 шт.; Лабораторный гамма спектрометр GC15919-IS-DSA с ПО расчёта калибровки по эффективности для лабораторных геометрий LabSOCS S574C и ПО FRAM Isotopics Software S575C - 1 шт.; Источник типа ОСГИ-3 Висмут-207 - 1 шт.; Комплект источников ОСГИ - 1 шт.; Перчаточный бокс - 1 шт.; Устройство для перекачки жидкого азота NTD-30 - 1 шт.; Источник типа ОСГИ-3 Кобальт-60 - 1 шт.; Комплексная установка для проведения лабораторных работ по альфа-бета-гамма с ПО Genie-2000 для анализа альфа-спектров S509 - 1 шт.; Радиометр РПС-07П - 1 шт.; ОСАИ: Радий -226 - 1 шт.; ОСГИ:Олово-113 - 1 шт.; Источник типа ОСГИ-3 Натрий-22 - 1 шт.; ОРИБИ:Стронций-90+Иттрий-90 - 1 шт.; Комплект источников ОСГИ-3 - 1 шт.; Источник типа ОСГИ-3 Железо-55 - 1 шт.; Спектрометрический комплекс СКС-08П-Г59 - 1 шт.; ОСАИ: Уран-233+Плутоний-238+Плутоний-239 - 1 шт.; Комплект источников ОСАИ - 1 шт.; Закрытый источник ионизирующего излучения - 2 шт.; Источник типа ОСГИ-3 Европий-152 - 1 шт.; Источник типа ОСГИ-3 Цезий-137 - 1 шт.; прибор ДРГ-05 - 1 шт.; ОИСН:Торий-232+Радий 226 - 2 шт.; Весы электронные SHIMADZU - 1 шт.; Весы лабораторные ВЛТЭ-5000г с гирей калибровочной 2 кг F2 - 1 шт.; Спектрометр Гамма 1С - 1 шт.; Специализированный гамма спектрометр "Уран-плутониевый Инспектор" с базовым ПО Genie-2000 (версия на русском языке для InSpector, S504) и ПО S535C Genie-2000 "Уран-плутониевый инспектор" - 1 шт.; Источник питания АТН-2031 - 1 шт.; Лабораторный 2-х входовой альфа-спектрометр для спектрометрии альфа-излучений "Analyst 450A" с ПО для управления спектрометром и анализа альфа спектров - 1 шт.; ОСАИ: Плутоний-239 - 1 шт.; ОСГИ:Иттрий-88 - 1 шт.; ОСГИ:Торий-228 - 1 шт.; ОСГИ:Цинк-65 - 1 шт.; Комплект источников ОИСН - 1 шт.; ОСАИ: Америций-241 - 1 шт.; Ручной цифровой спектрометр Inspector 1000 с базовым ПО Genie-2000 для МКА InSpector (S504C) и ПО Genie2000 и ПО Genie-2000 по анализу гамма спектров S501C - 1 шт.; Генератор АНР-1002 - 1 шт.; Система измерения плутониевых и урановых образцов - 1 шт.; ОСГИ:Америций-241 - 1 шт.; МКС-01Р Радиометр-дозиметр - 1 шт.; Спектрометр Бета 1С - 1 шт.; Источник питания НУ-3003 - 1 шт.; Анализатор многоканальный TDS 2024 - 1 шт.; Источник типа ОСГИ-3 Барий-133 - 1 шт.; ОСГИ:Кадмий-109 - 1 шт.; ОИСН:Европий-152 - 1 шт.; ОСАИ: Плутоний-238+Плутоний-239 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 9 посадочных мест;Шкаф общелабораторный - 5 шт.;Стол лабораторный - 14 шт.; Компьютер - 3 шт.; Принтер - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 321	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.

*Материально-техническое обеспечение практики
(при проведении практики на базе предприятий-партнеров)*

№	Наименование предприятия (производственные объекты предприятия)	Реквизиты договора (наименование договора, номер, дата, срок действия договора)
1.	АО "АТОМПРОЕКТ", г. Санкт-Петербург	Договор на проведение производственной / преддипломной практики студентов № 1062-5/пп/4930/16/10.2 от 13.04.2016. Срок действия договора – бессрочно.

2.	ФГУП "РФЯЦ - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики", г. Саров	Договор о сотрудничестве в области образования, науки и подготовки кадров № 195/15985-Д-2017 от 11.04.2017 / ТПУ № 3967 от 13.03.2017. Срок действия договора до 11.04.2022.
3.	Филиал АО "Концерн Росэнергоатом" "Балаковская атомная станция", г. Балаково	Договор о проведении практики студентов № 1335-общ. от 09.06.2017. Срок действия договора до 09.06.2022.
4.	Филиал АО "Концерн Росэнергоатом" "Смоленская атомная станция", г. Десногорск	Договор о проведении практики студентов № 91/0001/219/17 от 06.02.2017 / № 436-общ. от 06.03.2017 (ТПУ). Срок действия договора до 31.12.2022.

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» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Ст. преподаватель	А.О. Семенов

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. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	Протокол №28-д от 25.06.2020