

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 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ			
Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Nuclear Science and Technology		
Специализация	Nuclear Power Engineering (Ядерные реакторы и энергетические установки)		
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	8	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ ИЯТШ
Зав. кафедрой-руководитель ОЯТЦ на правах кафедры			А.Г. Горюнов
Руководитель ООП			В.В. Верхотурова
Преподаватель			К.В. Слюсарский

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)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК(У)-2.1	Управляет проектом, выделяя этапы жизненного цикла проекта, определяет связи между поставленными задачами и ожидаемыми результатами их решения	УК(У)-2.1В1	Владеет методиками разработки и управления проектом
				УК(У)-2.1В2	Владеет методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
				УК(У)-2.1У1	Умеет разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ
				УК(У)-2.1У2	Умеет объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта, определять основные этапы и направления работ
				УК(У)-2.1З1	Знает этапы жизненного цикла проекта
				УК(У)-2.1З2	Знает этапы разработки и реализации проекта
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
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования,	И.ОПК(У)-1.1	Планирует, организует и проводит научно-исследовательские работы с представлением полученных	ОПК(У)-1.1В1	Владеет систематическими знаниями по направлению будущей

	выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач		результатов		профессиональной деятельности
				ОПК(У)-1.1В2	Владеет углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме
				ОПК(У)-1.1У1	Умеет составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов
				ОПК(У)-1.1З1	Знает цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации
ПК(У)-1	Способен управлять персоналом, учитывая мотивы поведения и способы развития делового поведения персонала, применять методы оценки качества и результативность и труда персонала, разрабатывать и внедрять меры, направленные на профилактику и предупреждение производственного травматизма, предотвращение экологических нарушений	И.ПК(У)-1.1	Планирует и организует работу персонала предприятия, распределяет и осуществляет контроль выполнения производственных заданий подчиненным персоналом с учетом требований норм и правил по безопасности в атомной энергетике, государственных стандартов, стандартов и руководящих документов эксплуатирующей организации, требований эксплуатационной документации	ПК(У)- 1.1У1	Умеет применять методы оптимизации планирования рабочего времени, расхода материалов, энергии и топлива
				ПК(У)- 1.1У2	Умеет определять степень влияния выявленных дефектов на техническое состояние оборудования подразделения-владельца
				ПК(У)- 1.1У1	Умеет применять методы оптимизации планирования рабочего времени, расхода материалов, энергии и топлив
				ПК(У)- 1.1У2	Умеет определять степень влияния выявленных дефектов на техническое состояние оборудования подразделения-владельца
ПК(У)-8	Способен анализировать технические и расчетно-теоретические разработки, учитывать их соответствие требованиям законов в области промышленности и, экологии и безопасности и другим нормативным актам	И.ПК(У)-8.1	Проводит критический анализ технических и расчетно-технических разработок в области ядерных установок, технологий и оборудования, использует данные анализа при определении их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии и безопасности и другим нормативным актам	ПК(У)-8.1В1	Владеет опытом выполнения инженерных расчётов по основным типам профессиональных задач
				ПК(У)-8.1В2	Владеет опытом анализа безопасности действующих ядерных энергетических установок
				ПК(У)-8.1У1	Умеет применять методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований при разработке новых ядерных реакторов и энергетических установок
				ПК(У)-8.1У2	Уметь анализировать конструкторские решения разработанных и создаваемых энергетических установок
				ПК(У)-8.1З1	Знает технические условия, стандарты по монтажу, ремонту, наладке, испытаниям оборудования, закрепленного за

					подразделениями АЭС
				ПК(У)-8.132	Знает правила оценки соответствия оборудования, комплектующих, материалов и полуфабрикатов, поставляемых на объекты использования атомной энергии
ПК(У)-9	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники, методов расчета и проведения исследования	И.ПК(У)-9.1	Проводит критический анализ работы существующих ядерных установок и использует данные анализа при проектировании перспективных ядерных установок, технологий и оборудования	ПК(У)-9.1У4	Уметь рассчитывать основные физические характеристики ядерных реакторов.
				ПК(У)-9.134	Знать основные направления создания принципиально новых ядерных реакторов и энергетических установок, отвечающих современным требованиям безопасности и экологии
		И.ПК(У)-9.2	Использует современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ при проектировании перспективных ядерных установок, технологий и оборудования	ПК(У)-9.2В2	Владеет опытом проведения теплогидравлического расчета реакторов и прочего технологического оборудования с применением современных методов.
				ПК(У)-9.2У2	Уметь составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, планы, сметы, заявки на материалы, оборудование, инструкции по эксплуатации)
ПК(У)-10	Способен формулировать технические задания, использовать информационные технологии, стандартные средства автоматизации проектирования и пакеты прикладных программ при проектировании и расчете физических установок, материалов и приборов, использовать знания методов анализа эколого-экономической эффективности при проектировании и реализации проектов	И.ПК(У)-10.4	Проектирует ядерные установки на основе применения методов оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач и учета неопределенностей	ПК(У)-10.4В3	Владеет опытом исполнения схем, графиков, чертежей, диаграмм, номограмм и других профессионально значимых изображений.
				ПК(У)-10.4В4	Владеет опытом использования своих знаний для решения конкретных задач, для сравнительных оценок в ситуационных обстоятельствах и при принятии альтернативных решений.
				ПК(У)-10.4В5	Владеет опытом проведения расчета эффективности и компоновки системы управления и защиты реактора.
				ПК(У)-10.4У3	Умеет выполнять приближенный или оценочный инженерный расчет оборудования, показателей станции.
				ПК(У)-10.4У4	Умеет применять методики инженерных расчетов процессов в ядерных реакторах и энергетических установках.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля 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	Управляет проектом, выделяя этапы жизненного цикла проекта, определяет связи между поставленными задачами и ожидаемыми результатами их решения	И.УК(У)-2.1
РД 2	Составляет академические и (или) профессиональные тексты на иностранном языке	И.УК(У)-4.2
РД 3	Организует обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях на иностранном языке, выбирая подходящий формат	И.УК(У)-4.3
РД 4	Планирует, организует и проводит научно-исследовательские работы с представлением полученных результатов	И.ОПК(У)-1.1
РД 5	Планирует и организует работу персонала предприятия, распределяет и осуществляет контроль выполнения производственных заданий подчиненным персоналом с учетом требований норм и правил по безопасности в атомной энергетике, государственных стандартов, стандартов и руководящих документов эксплуатирующей организации, требований эксплуатационной документации	И.ПК(У)-1.1
РД 6	Проводит критический анализ технических и расчетно-технических разработок в области ядерных установок, технологий и оборудования, использует данные анализа при определении их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии и безопасности и другим нормативным актам	И.ПК(У)-8.1
РД 7	Проводит критический анализ работы существующих ядерных установок и использует данные анализа при проектировании перспективных ядерных установок, технологий и оборудования	И.ПК(У)-9.1
РД 8	Использует современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ при проектировании перспективных ядерных установок, технологий и оборудования	И.ПК(У)-9.2
РД 9	Проектирует ядерные установки на основе применения методов оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач и учета неопределенностей	И.ПК(У)-10.4

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. Введение	РД3, РД6, РД7	Лекции	2
		Самостоятельная работа	1
Раздел 2. Показатели тепловой и общей экономичности АЭС	РД1, РД2, РД4, РД7	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	5
Раздел 3. Параметры теплоносителя и рабочего тела на атомных электростанциях	РД1, РД2, РД4, РД7	Лекции	2
		Самостоятельная работа	1
Раздел 4. Схемы АЭС	РД 5, РД 9	Лекции	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	5
Раздел 5. Питательные установки	РД6, РД7, РД8	Лекции	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	9
Раздел 6. Конденсационные установки АЭС	РД3, РД6, РД7, РД8	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	7
Раздел 7. Параметры и схемы внешней сепарации пара и промежуточного перегрева на атомных электростанциях	РД6, РД7, РД8	Лекции	2
		Самостоятельная работа	1
Раздел 8. Деаэрационные установки	РД3, РД6, РД7, РД8	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	3
Раздел 9. Параметры и оборудование системы регенеративного подогрева питательной воды (РППВ)	РД3, РД6, РД7, РД8	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	3
Раздел 10. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы	РД1, РД3, РД5, РД6, РД7	Лекции	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	13
Раздел 11. Трубопроводы и арматура АЭС	РД6, РД7, РД8	Лекции	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	5
Раздел 12. Генеральный план АЭС. Компоновка главного корпуса	РД1, РД2, РД3, РД8, РД9	Лекции	2
		Самостоятельная работа	7

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение.

Содержание и построение курса. Рекомендуемая литература. Атомная энергетика, ее роль и перспективы развития в энергетике мира. Типы и классификация атомных электростанций. Упрощенные схемы основных типов атомных электростанций (АЭС): с водо-водяными реакторами (ВВР и ВВЭР), быстрыми реакторами (БР), с канальными водографитовыми реакторами (РБМК); атомной теплоэлектроцентрали (АТЭЦ) и атомной станции теплоснабжения (АСТ). Основные требования, предъявляемые к АЭС: экономичность, безопасность, надежность, экологичность.

Темы лекционных занятий:

1. Введение, содержание и структура курса. Виды и характерные особенности современных АЭС. Основные требования, предъявляемые к современным АЭС.

Раздел 2. Показатели тепловой и общей экономичности АЭС.

Показатели тепловой экономичности турбоустановки и энергоблока АЭС. Энергетический баланс АЭС. Особенности определения показателей тепловой экономичности атомной станции при отпуске электроэнергии и теплоты. Показатели общей экономичности АЭС.

Темы лекционных занятий:

2. Показатели экономичности АЭС. Энергетический баланс АЭС. Особенности определения показателей экономичности АЭС с отпуском тепла и без.

Темы лабораторных занятий:

1. Изучение состава основного оборудования турбинного отделения АЭС.

Темы практических занятий:

1. Определение показателей экономичности АЭС в конденсационном и теплофикационном режиме.

Раздел 3. Параметры теплоносителя и рабочего тела на атомных электростанциях.

Влияние начальных параметров пара на тепловую экономичность АЭС и на технико-экономические показатели. Выбор и обоснование начальных параметров рабочего тела и теплоносителя на АЭС различных типов. Выбор и обоснование конечных параметров пара на атомных электростанциях.

Темы лекционных занятий:

3. Влияние начальных и конечных параметров на экономичность АЭС. Обоснование выбора значений соответствующих параметров для АЭС различных типов.

Раздел 4. Схемы АЭС.

Технологические схемы, тепловые схемы. Принципиальная тепловая схема (ПТС) АЭС. Содержание ПТС. Примеры ПТС серийных энергоблоков АЭС. Методики и задачи расчета ПТС. Особенности турбоагрегатов насыщенного пара на АЭС. Примеры полных тепловых схем энергоблоков АЭС.

Темы лекционных занятий:

4. Технологические схемы современных АЭС: классификация, содержание, особенности. Принципы построения тепловой схемы АЭС.

Темы лабораторных занятий:

2. Изучение принципиальной тепловой схемы АЭС.

Раздел 5. Питательные установки.

Питательные насосные установки. Включение питательных насосов. (одно- и двухподъемная схемы). Бустерные насосы. Типы привода питательных насосов. Схемы включения приводных турбин. Насосы АЭС. Классификация, устройство и принцип действия. Безнапорное движение: понятие и закономерности барботажного процесса. Парораспределительные дырчатые листы: конструкция, характеристики, условия работы. Понятие контура естественной циркуляции (КЕЦ). Движущий напор по контуру естественной циркуляции и факторы его определяющие. Последовательность расчёта КЕЦ.

Темы лекционных занятий:

5. Питательные насосные установки: назначение, устройство, принцип работы. Особенности нагнетательных установок АЭС. Безнапорное движение: понятие, принцип реализации, применение на АЭС. Контур естественной циркуляции.

Темы лабораторных занятий:

3. Изучение конструкции питательного и конденсационного насосов.
4. Изучение конструкции главного циркуляционного насоса.

Раздел 6. Конденсационные установки АЭС.

Конденсационные установки АЭС: назначение, принцип работы, конструкция и особенности. Факторы, определяющие вакуум в конденсаторе (температура охлаждающей воды, вакуум в конденсаторе и др.). Пути попадания неконденсирующихся газов в конденсатор и способы удаления паровоздушной смеси. Эжекторные установки: назначение, состав и схемы включения пускового и основных эжекторов. Конструкция эжекторов.

Темы лекционных занятий:

6. Конденсационные установки. Конструкция и принцип работы. Особенности расчета конденсаторов. Условия безопасной и эффективной работы конденсаторов.

Темы практических занятий:

2. Определение оптимального давления в конденсаторе АЭС.

Раздел 7. Параметры и схемы внешней сепарации пара и промежуточного перегрева на атомных электростанциях.

Назначение промежуточного перегрева пара. Виды промежуточного перегрева пара на АЭС. Включение сепарации и промежуточного перегрева в схему АЭС. Оптимальные значения давления и температуры промежуточного перегрева. Виды и устройство сепараторов и пароперегревателей. Особенности сепараторов АЭС.

Темы лекционных занятий:

7. Промежуточный перегрев пара на АЭС: назначение, принцип действия, особенности. Устройства для сепарации и промежуточного перегрева на АЭС с реакторами различного вида.

Раздел 8. Деаэрационные установки.

Необходимость деаэрации. Пути поступления газов в тракты АЭС. Способы дегазации питательной воды. Физические основы термической деаэрации, факторы, определяющие её эффективность. Классификация термических деаэраторов. Состав деаэрационной установки питательной воды (ДПВ). Включение термических деаэраторов питательной воды в тепловую схему АЭС. Конструктивное выполнение ДПВ. Размещение деаэраторов питательной воды в здании АЭС.

Темы лекционных занятий:

8. Деаэрация: определение, необходимость, способы реализации. Конструкция и особенности деаэраторов АЭС, их классификация и принцип работы. Контрольная работа.

Темы практических занятий:

3. Определение оптимального давления отбора для питания деаэратора АЭС.

Раздел 9. Параметры и оборудование системы регенеративного подогрева питательной воды (РППВ).

Влияние температуры питательной воды на экономичность энергоблока. Схемы включения поверхностных и смешивающих регенеративных подогревателей. Применение охладителей дренажа. Структурные схемы трактов высокого и низкого давления ПТУ АЭС. Конструкции поверхностных и смешивающих регенеративных подогревателей.

Темы лекционных занятий:

9. Регенерация: определение, необходимость, способы реализации. Конструкция и особенности регенеративных подогревателей АЭС, их классификация и принцип работы. Основы выбора количества и расчета регенеративных подогревателей.

Темы практических занятий:

4. Расчет параметров системы регенеративного подогрева АЭС.

Раздел 10. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы.

Принципиальная технологическая схема первого контура на примере ВВЭР-1000. Система компенсации давления. Технологические системы, связанные с первым контуром ВВЭР. Система продувки, подпитки и борного регулирования первого контура АЭС с реакторами ВВЭР, подсистемы. Система организованных протечек. Система промконтура. Система высокотемпературной очистки теплоносителя. Система СВО-2. Системы реакторного отделения АЭС с РБМК и РБН.

Темы лекционных занятий:

10. Принципиальная технологическая схема первого контура на примере ВВЭР-1000. Система компенсации давления. Технологические системы, связанные с первым контуром ВВЭР. Система организованных протечек. Система промконтура. Система высокотемпературной очистки теплоносителя.

Темы лабораторных занятий:

5. Изучение системы спецгазоочистки.
6. Изучение систем и компоновочных решений реакторного отделения ВВЭР.
7. Изучение систем и компоновочных решений реакторного отделения БН.

Раздел 11. Трубопроводы и арматура АЭС.

Классификация станционных трубопроводов. Материалы трубопроводов АЭС. Крепление трубопроводов. Тепловая изоляция трубопроводов. Классификация арматуры по назначению и параметрам. Устройство запорной, регулирующей и предохранительной арматуры. Назначение и схемы включения редуционных и редуционно-охладительных установок (РУ, БРУ, РОУ, БРОУ).

Темы лекционных занятий:

11. Классификация станционных трубопроводов. Тепловая изоляция трубопроводов. Классификация арматуры по назначению и параметрам. Устройство запорной, регулирующей и предохранительной арматуры. Назначение и схемы включения редуционных и редуционно-охладительных установок (РУ, БРУ, РОУ, БРОУ).

Названия лабораторных работ:

8. Исследование влияния отбора на эффективность турбопривода.

Раздел 12. Генеральный план АЭС. Компоновка главного корпуса.

Выбор площадки АЭС. Требования к площадкам. Генплан АЭС. Показатели компоновок и генплана АЭС. Требования к компоновке главного здания. Типы компоновок АЭС. Общие принципы компоновок главного здания. Компоновка оборудования реакторного и турбинного отделений, деаэрационного отделения.

Темы лекционных занятий:

12. Генплан и компоновка АЭС: реакторное и турбинное отделения, вспомогательные цеха станции. Основные принципы компоновки оборудования АЭС. Контрольная работа.

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 и электронных источников информации по заданным проблемам дисциплины;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам и к практическим занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Breeze, P. Combined Heat and Power [Электронный ресурс] / P. Breeze. — Электрон. дан. — Elsevier Ltd.: Academic press, 2018. — 95 p. — Режим доступа: <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2056/book/9780128129081/combined-heat-and-power>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Structural Materials for Generation IV Nuclear Reactors [Электронный ресурс] / edited

by Pascal Yvon. - Электрон. дан. — Elsevier Ltd.: Woodhead Publishing, 2017. -664 p. - Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/book/9780081001493/handbook-of-generation-iv-nuclear-reactors>. - Загл. с экрана.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>.
3. MIT website – Nuclear Systems Design Project: <https://ocw.mit.edu/courses/nuclear-engineering/22-033-nuclear-systems-design-project-fall-2011/>
4. Coolprop website – properties of substances: <http://www.coolprop.org/>
5. The official website of the engineering division of Rosatom State Corporation: <https://www.ase-ec.ru/en/products-and-services/design-of-npp/>
6. The official website of World Nuclear Association: <https://www.world-nuclear.org/>
7. The official website of International Atomic Energy Agency: <https://www.iaea.org/>

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

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. AkePad;
5. Google Chrome;
6. Mozilla Firefox ESR;
7. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
8. WinDjView.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 301	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 31	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Компьютер - 16 шт.; Телевизор - 1 шт.

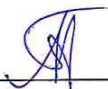
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии, специализация «Nuclear Power Engineering» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Слюсарский К.В.

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

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


_____ /Горюнов А.Г./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины: - обновлено учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины, в том числе ссылки на ЭБС; - обновлён состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.	От 25.06.2020 г. № 28-д
	2. Скорректированы разделы «Цели освоения дисциплины», «Планируемые результаты обучения по дисциплине».	