

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Нововоронежский политехнический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НВПИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДЕНА:

Руководителем НВПИ НИЯУ МИФИ


Е.Н. Булатова
«14» марта 2023г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Ядерные энергетические реакторы»

Направление подготовки: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Нововоронеж 2023 г.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 кредита, 144 часа.

Контактная работа **64 часа**

лекции 32 часа

практические занятия 32 часа

Самостоятельная работа **44 часа**

индивидуальное домашнее задание не предусмотрено

курсовая работа (проект) не предусмотрено

Форма отчетности:

экзамен 5 семестр

Курсы: 3

Семестры: 5

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Целью освоения дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» является освоение компетенций обучающегося в сфере проектирования и эксплуатации ядерных реакторов.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

- знакомство с понятиями ядерной энергетической установки и ядерного реактора, с основными составляющими их элементами;
- изучение теплогидравлических процессов в ядерных реакторах;
- изучение существующих конструкций ядерных реакторов, активных зон, ТВС, твэлов и других элементов реакторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Ядерные энергетические реакторы» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» 04-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ образовательной программы по направлению подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин в рамках бакалавриата: «Механика жидкости и газа», «Тепломассообмен», «Гидродинамика энергетических установок».

Дисциплина «Ядерные энергетические реакторы» изучается параллельно с дисциплинами «Тепломассообмен» и «Физика ядерных реакторов». Таким образом, конструкции ядерных реакторов, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в них изучаются параллельно, формируя системное представление студента о ядерных реакторах.

Дисциплина «Ядерные энергетические реакторы» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Технологические системы АЭС», «Эксплуатация АЭС», «Испытания и наладка энергетического оборудования», для проведения производственной практики, научно-исследовательской работы и написания ВКР, а также дальнейшей профессиональной деятельности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ПК-13, Способен к участию в планировании монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведении приемо-сдаточных испытаний оборудования

Согласно Рабочему учебному плану направления, в формировании данной компетенции участвуют дисциплины и виды практик:

ПК-13

Теоретическая механика

Общая энергетика

Атомные электростанции

Материаловедение и технология конструкционных материалов

Ядерные энергетические реакторы

Монтаж и ремонт энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

З.1. методы планирования монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования;

Уметь объяснить:

У.1. - планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования;

Владеть:

В.1. навыками планирования монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 часа.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практ. работы	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самостоятельная работа			
5 Семестр										
1	Процессы в ядерных реакторах	1-8	16	16	–	-	12	УО 4	ПР 7	20/12
2	Конструкции и эксплуатация ядерных реакторов	9-16	16	16	–	-	12	Т 15	ПР 16	35/21
3	Зачёт с оценкой									45
4	Итого за семестр									100

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1 Лекционные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лекционного занятия	Кол-во акад. часов
1	Процессы в ядерных реакторах	1. Общие сведения о ядерных реакторах Цепная реакция деления. Термины и определения. Основные составляющие реакторной установки. Классификация ядерных энергетических установок и реакторов. Схемы одноконтурных, двухконтурных, трёхконтурных ЯЭУ. Основное оборудование ЯЭУ. Основные даты в истории атомной энергетики. База реакторов МАГАТЭ. Российские АЭС и атомный флот. Научные и проектные организации в области реакторостроения.	2
		2. Топливо ядерных реакторов Топливные ресурсы – уран и торий. Понятие ядерного топливного цикла. Гомогенные и гетерогенные реакторы. Твэлы и ТВС. Примеры конструкций твэлов и ТВС. Обогащение урана. Топливные композиции. Сопоставление свойств металлического и керамического топлива: стойкость к облучению, плотность, теплопроводность. Перспективные виды топлива.	2
		3. Теплотехника реакторных установок. Выделение тепла в топливе. Организация теплоотвода от топлива. Тепловая мощность реакто-	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лекционного занятия	Кол- во акад. часов
		<p>ра. Тепловой баланс реактора. Статические характеристики реакторной установки. Распределение тепловыделения по активной зоне. Тепловыделение в элементах реактора. Остаточное энергоснабжение. Бассейны выдержки АЭС.</p>	
		<p>4. Теплообмен в ядерном реакторе с однофазным теплоносителем Охлаждение реактора однофазным теплоносителем. Постановка задачи. Построение профиля температуры по высоте активной зоны. Задача теплопроводности для твэла. Построение профиля температуры в твэле.</p>	2
		<p>5. Теплообмен в ядерном реакторе с кипящим теплоносителем Особенности теплообмена при кипении. Канальные и корпусные кипящие реакторы. Обзор существующих конструкций. Тепловой баланс канала. Экономайзерный и испарительный участки. Естественная циркуляция в кипящем реакторе. Сепарация пара в кипящих реакторах.</p>	2
		<p>6. Теплотехническая надёжность ядерных реакторов Кризис теплообмена при кипении. Зависимости для определения критического теплового потока. Запас до кризиса теплообмена. Параметры безопасной эксплуатации реактора: температура топлива, температура оболочки, запас до вскипания.</p>	2
		<p>7. Гидравлика ядерного реактора, ч. 1 Общие положения гидравлического расчёта тракта при течении однофазной среды. Виды потерь давления. Потери давления при обтекании пучка твэлов. Местные сопротивления и сопротивления трения. Последовательность гидравлического расчёта реактора.</p>	2
		<p>8. Гидравлика ядерного реактора, ч. 2 Потери давления при кипении теплоносителя. Дистанционирующие решётки и проволоки в ТВС ядерных реакторов. Завихряющие устройства, перемешивающие решётки. Антидебризные фильтры.</p>	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лекционного занятия	Кол- во акад. часов
2	Конструкции и эксплуатация ядерных реакторов	9. Реакторные установки с водо-водяными реакторами Компонировка реакторного отделения. Главный циркуляционный контур. Парогенератор. ГЦН. Системы реакторной установки: система компенсации давления, система очистки теплоносителя, пассивная часть САОЗ.	2
		10. Устройство реакторов ВВЭР и PWR Конструкция ТВС водо-водяного реактора. Корпус и внутрикорпусные устройства реактора. Главный разъем реактора. Крышка реактора. Верхний блок. Привод СУЗ.	2
		11. Реакторные установки РБМК Разрез главного корпуса АЭС с РБМК. Технологическая схема КМПЦ. Барабан-сепараторы. ГЦН. Нижние водяные коммуникации. Специальная трубопроводная арматура. Пароводяные коммуникации. Устройство активной зоны и металлоконструкций РБМК. Кладка реактора. Проблема старения реакторного графита. Технологический канал. Конструкция кассет РБМК. Органы регулирования РБМК.	2
		12. Реакторные установки с жидкометаллическим теплоносителем Необходимость в энергетике реакторов на быстрых нейтронах. Воспроизводство топлива. История промышленных реакторов – наработчиков плутония. Реакторы на быстрых нейтронах как наработчики. Конструкция реакторных установок БН-600 и БН-800. Интегральная компоновка первого контура. Особенности работы с натриевым теплоносителем. Конструкция топлива БН-600 и БН-800.	2
		13. Реакторные установки с газовым теплоносителем История АЭС с газовым теплоносителем, британское направление. Реакторная установка АЭС «Колдер-Холл». Реакторы AGR и Magnox. Возможности высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов. Современные проекты газоохлаждаемых реакторов на гелии. Перспективы ядерно-водородного направления в энергетике.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лекционного занятия	Кол- во акад. часов
		<p>14. Транспортные и мобильные ядерные энергетические установки Разновидности транспортных и мобильных ЯЭУ. Обзор конструкций судовых ЯЭУ. Реакторная установка плавучей АЭС «Академик Ломоносов». Современные модульные проекты АЭС малой мощности История развития космических ядерных двигателей. Основные конструкции, результаты испытаний. Перспективы использования ЯЭУ в космосе.</p>	2
		<p>15. Вопросы безопасности ядерных реакторов Общие принципы обеспечения безопасности АЭС по НП-001. Глубокоэшелонированная защита. Применение систем безопасности и средств управления запроектными авариями Понятие ядерной безопасности. Конкретные принципы обеспечения безопасности реакторов по НП-082. Требования к системам управления и защиты ядерных реакторов. Требования к средствам измерения нейтронного потока. Эксплуатационные пределы и пределы безопасной эксплуатации. Некоторые пределы безопасной эксплуатации (на примере ВВЭР-1000, ВВЭР-1200, КЛТ-40С).</p>	2
		<p>16. Организация эксплуатации реакторных установок Задачи эксплуатации реакторной установки. Основные режимы работы реакторной установки. Виды состояний реакторной установки (на примере ВВЭР-1000). Испытания и эксперименты, выполняемые на реакторных установках. Задачи оперативного персонала реакторного цеха АЭС. Документирование процесса эксплуатации. Радиационная безопасность персонала.</p>	2
Итого			32

4.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание практического занятия	Кол-во акад. часов	
1	Процессы в ядерных реак- торах	Решение задач на тепловой баланс ЯЭУ в об- щем и ядерного реактора	4	
		Расчёт профиля температуры теплоносителя по высоте АЗ	4	
		Расчёт профиля температур оболочек и топлива по высоте АЗ. Оценка запаса до кризиса тепло- обмена	4	
		Защита практической работы	4	
2	Конструкции и эксплуата- ция ядерных реакторов	Расчёт гидравлического сопротивления отдель- ной ТВС и реактора	4	
		Расчёт толщины обечаяк, днища и патрубков корпуса реактора	4	
		Расчёт главного разъёма реактора (действую- щие усилия и проверка резьбы шпилек)	4	
		Тест итоговый	4	
		Защита практической работы	4	
Итого			32	

4.2.3 Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум по дисциплине «Ядерные энергетические реакторы» не предусмотрен.

4.2.4 Самостоятельная работа

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной рабо- ты	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Процессы в ядерных реакторах	Подготовка к зачёту и его сдача	10	—
		Самостоятельное изучение тем модуля	10	—
2	Конструкции и эксплу- атация ядерных реакто- ров	Подготовка к зачёту и его сдача	10	—
		Самостоятельное изучение тем модуля	14	—
3	ИТОГО		44	—

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и вопросы для самостоятельного изучения
1	Процессы в ядерных реакторах	Самостоятельное изучение дополнительной литературы к курсу (6 ч.)
2	Конструкции и эксплуатация ядерных реакторов	Самостоятельное изучение технических описаний реакторов ВВЭР-1000, РБМК-1000, КЛТ-40С (6 ч.)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Образовательные технологии

При реализации программы курса «Ядерные энергетические реакторы» используются различные (традиционная и интерактивная) образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий. Задания для решения на практических занятиях сформулированы для решения с применением математических пакетов (MathCAD или MatLab/Octave), но могут быть решены и с применением редактора электронных таблиц (Microsoft Excel или аналог). Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для подготовки теоретического материала, материала практических занятий, решение заданий ведущего практические занятия преподавателя.

5.2. Информационные технологии

Для освоения дисциплины необходимы:

- учебная аудитория, оснащённая проектором, экраном и компьютерными рабочими местами (не менее одного рабочего места на двух обучающихся);
- программное обеспечение: средства работы с документами и электронные таблицы (Microsoft Office или Open Office), математический пакет MathCAD или MatLab/Octave, средство просмотра pdf.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

6.1.1 Модели контролируемых компетенций

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенций:

ПК-13, Способен к участию в планировании монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведении приемо-сдаточных испытаний оборудования

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

З.2. методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования;

Уметь объяснить:

У.2. - планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования;

Владеть:

В.2. навыками планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.

6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Процессы в ядерных реакторах	ПК-13	УО 4	ПР 7
2	Конструкции и эксплуатация ядерных реакторов	ПК-13	Т 15	ПР 16

Формой аттестации по дисциплине является экзамен.

6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация).

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Практическая работа ПР1 «Теплогидравлический расчёт ядерного реактора»	Задание, в котором обучающемуся предлагают определить профиль температур оболочки и ТВЭЛА по высоте активной зоны и оценить её теплотехническую надёжность	Набор исходных данных и задание, набор примерных вопросов к защите
2	Практическая работа ПР2 «Конструирование и расчёт элементов ядерного реактора»	Задание, в котором обучающемуся предлагают определить толщину элементов ядерного реактора, работающих под давлением, а также рассчитать главный разъём	Набор исходных данных и задание, набор примерных вопросов к защите
3	Тест «Конструкции ядерных реакторов» Т	Задание, в котором обучающийся должен выбрать верные ответы или сформулировать свои на заданные вопросы	Набор вопросов и ответов
4	Устный опрос «Ядерные энергетические реакторы» УО	Набор вопросов по материалам разделов 1, 2 дисциплины	Набор вопросов
5	Экзамен Э	Вопросы к экзамену	Набор вопросов

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Беденко, С.В. Ядерная физика: хранение облученного керамического ядерного топлива : учебное пособие для вузов / С. В. Беденко, И. В. Шаманин. - Москва : Юрайт, 2018. - 191 с. -

2. Лескин, С. Т. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР-1000 : учебное пособие для вузов / С. Т. Лескин, А. С. Шелегов, В. И. Слободчук. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. - 116 с.

3. Физические и конструкционные особенности ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие для вузов / С. Б. Выговский [и др.]. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. - 376 с.

4. Шелегов, А. С. Физические особенности и конструкция реактора РБМК-1000 : учебное пособие для вузов / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. - 64 с.

5. Лебедев, В. А. Ядерные энергетические установки : учебное пособие / В. А. Лебедев. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1868-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/67466> (дата обращения: 23.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Воронов, В.Н. Химико-технологические режимы АЭС с водно-водяными энергетическими реакторами : учебное пособие для вузов / В. Н. Воронов, Б. М. Ларин, В. А. Сенина. - Москва: Издат. дом МЭИ, 2006. - 390 с.

2. Правила устройства электроустановок [Текст]. разд. 1. Общие правила : гл. 1.8 / М-во энергетики РФ. - 7-е изд. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. - 88 с.

3. Дементьев, Б.А. Ядерные энергетические реакторы [Текст]: учеб. для вузов / Б. А. Дементьев. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 280 с.

4. Теплообмен в ядерных энергетических установках [Текст]: учеб. пособие для вузов / Б. С. Петухов, Л. Г. Генин, С. А. Ковалев, С. Л. Соловьев. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Изд-во МЭИ, 2003. - 548 с.: ил.

5. Теплообмен в ядерных энергетических установках: сборник задач : учебное пособие / В. В. Архипов, В. И. Деев, А. С. Корсун, Ю. Е. Похвалов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. — 128 с. — ISBN 978-5-7262-1287-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75784> (дата обращения: 04.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.biblioatom.ru/> История Росатома
2. <https://rosatom.ru/production/yadernaya-energetika/> Раздел «Ядерная энергетика» на сайте Росатома
3. <https://www.atomic-energy.ru/> Информационный портал «Атомная энергия»
4. <http://atominfo.ru/> Информационный портал «Атоминфо»
5. <http://www.gidropress.podolsk.ru/> - ОКБ «ГИДРОПРЕСС»
6. <http://www.okbm.nnov.ru/> - ОКБМ им. И.И. Африкантова
7. <https://www.nikiet.ru/> - НИКИЭТ им. Н.А. Доллежала
8. <http://www.aemtech.ru/> - АО «АЭМ-технологии»
9. <http://www.omz-izhora.ru/> - группа ОМЗ – ПАО «Ижорские заводы»
10. <https://www.tvel.ru/> - Топливная компания Росатома «ТВЭЛ»
11. <https://www.knfc.co.kr/eps> - Топливная компания КЕРСО (Корея)

12. <https://www.framatome.com/> - Ведущий западный производитель топлива «Framatome» (Франция-Германия-США)
13. <http://www.gidropress.podolsk.ru/ru/projects/wwer.php> - страница проектов ВВЭР ОКБ «Гидропресс»
14. <https://www.kepco-enc.com/eng/contents.do?key=1533> – страница проекта EPR-1400 компании КЕРСО (Корея)
15. <https://www.westinghousenuclear.com/new-plants/ap1000-pwr> - Страница проекта AP1000 компании Westinghouse (США)

7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Раздел(тема)	Вид издания	Автор (авторы)	Год издания
1	Процессы в ядерных реакторах	Теплопередача : учеб. для вузов	В. П. Исаченко, В. А. Липова, А. С. Сукомел. –	Москва : Арис, 2014. – 416 с.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Учебная дисциплина обеспечена необходимой учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети института и находится в режиме свободного доступа для студентов.

Кабинет технологического обслуживания технических систем и оборудования атомных электростанций

Кабинет эксплуатации теплоэнергетического оборудования и технических систем атомных электростанций\1

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Стол ученический – 30 шт.;

Стул ученический –60 шт.;

Комплект мультимедийного оборудования:

мультимедиа-проектор, компьютер экран настенный.

- Виртуальный учебный комплекс "Схемотехника и оборудование АЭС"

- Виртуальный учебный комплекс "Турбинное отделение АЭС"

- Виртуальный учебный комплекс "Устройство термоядерного реактора"

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; качественно выполнять чертежи; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий, чертежей с помощью рекомендованной учебной литературы. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы, выполнение графических заданий, решение задач по алгоритму.
Индивидуальное домашнее задание, выполнение практических работ	Работа с конспектом лекций, изучение рекомендуемой литературы, формулирование вопросов, которые необходимо задать преподавателю в случае, если не удастся разобраться самостоятельно. Выполнение индивидуального домашнего задания, практических работ.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций. Подготовка к ответам на контрольные вопросы, позволяющие проверить знания, полученные во время лекций и семинаров. Проверка качества усвоения пройденного материала и выявление недостаточно изученных вопросов, устранение пробелов по отдельным темам.