Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Направление подготовки (специальность) — [1] 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Семестр	**Трудоемкость, кред.**	**Общий объем курса, час.**	**Лекции, час.**	**Практич. занятия, час.**	**Лаборат. работы, час.**	**В форме практической подготовки/ В**	**СРС, час.**	**КСР, час.**	**Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП**
3	2	72	12	24	0		36	0	3
Итого	2	72	12	24	0	0	36	0	

АННОТАЦИЯ

Курс направлен на формирование знаний в области технологий, физико-технических процессов, вопросов безопасности, экономического анализа всех стадий ядерного топливно-энергетического комплекса (ЯТЭК), включающего в том числе ядерный топливный цикл (ЯТЦ) и ядерную энергетику (ЯЭ), и системного понимания процессов, происходящих в ядерном топливно-энергетического комплексе. Понимание и оценка того, что ЯТЭК – это система, и решение, принятое в отношении поведения величины какого-либо параметра на одной из стадий ЯТЭК, обязательно приведет к пересмотру стратегии поведения в отношении других параметров на этой и других стадиях ЯТЭК, что, в конечном счете, изменит поведение и экономическую эффективность всего ЯТЭК. Знание данной дисциплины необходимо в процессе работы над магистерской диссертацией, а также при практической работе выпускников по специальности.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в том, чтобы ввести студентов в круг понятий, представлений, моделей и методов, используемых в задачах ядерной науки и техники. Знание данной дисциплины необходимо в процессе работы над научно-исследовательской работой, диссертацией, а также при практической работе выпускников на предприятиях атомной отрасли.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Содержание программы дисциплины представляет собой развитие полученных ранее знаний в области физико-технических наук. В ней используются основные понятия, концепции, представляющие собой теоретическую базу выпускников. Для успешного освоения курса необходимо изучение следующих дисциплин:

1. Высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление).
2. Аналитическая геометрия (системы координат, векторы).
3. Математический анализ (ряды Тейлора, поверхностные интегралы, градиент, дивергенция).
4. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
5. Уравнения математической физики.
6. Общая физика.
7. Общая химия.
8. Теоретическая механика.
9. Теория машин и механизмов.
10. Технология металлов.
11. Сопротивление материалов.

Изучение дисциплины студентам знать основные проблемы ядерной энергетики; их системную связь с проблемами других отраслей народного хозяйства; критерии принятия решений и модели анализа этих проблем. Студенты должны уметь применять модели, изучаемые в курсе, к решению практических задач ядерной энергетики.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
УК-3 [1] – Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	З-УК-3 [1] – Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства У-УК-3 [1] – Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели В-УК-3 [1] – Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
проектно-конструкторский			
Определение целей проекта (программы), задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, построение структуры их взаимосвязей, определение приоритетов решения задач; подготовка заданий на модернизацию и автоматизацию действующих в машиностроении производственных и технологических процессов и	Проекты промышленных процессов и производств; проектные решения технологического комплекса механосборочного производства; конструкторская, технологическая и техническая документация комплексов механосборочного производства; оптимизация производственных процессов в	ПК-1.1 [1] - Способен выполнять проектно-конструкторские разработки с учетом действующих требований правил и норм безопасности в атомной энергетике *Основание:* Профессиональный стандарт: 28.003	З-ПК-1.1[1] - Знать: требования к разработке эскизных, технических и рабочих проектов машиностроительных производств, технических средств и систем их оснащения, правила и нормы безопасности в атомной энергетике; У-ПК-1.1[1] - Уметь: формулировать цели и задачи автоматизации и модернизации производственных и технологических процессов и

производств, средств и систем, необходимых для реализации модернизации и автоматизации; подготовка заданий на разработку новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средств и систем их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения; проведение патентных исследований, обеспечивающих чистоту и патентоспособность новых проектных решений, и определение показателей технического уровня проектируемых процессов, машиностроительных производств и изделий различного служебного назначения; разработка обобщенных вариантов решения проектных задач, анализ вариантов и выбор оптимального решения, прогнозирование его последствий, планирование реализации проектов; разработка эскизных, технических и рабочих проектов машиностроительных	тяжелом машиностроении		производств, определять приоритеты при решении данных задач, проводить подготовку заданий на разработку новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средств и систем их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения; В-ПК-1.1[1] - Владеть: основными приемами по повышению качества конструкторско-технологических решений и совершенствованию методик проектирования

производств, технических средств и систем их оснащения; проведение технических расчетов по выполняемым проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых машиностроительных производств, реализуемых ими технологий изготовления продукции, средств и систем оснащения; разработка функциональной, логической, технической и экономической организации машиностроительных производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на основе современных методов, средств и технологий проектирования; оценка инновационного потенциала выполняемого проекта			
Определение целей проекта (программы), задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, построение структуры их взаимосвязей, определение приоритетов решения задач; подготовка заданий на модернизацию и	Проекты промышленных процессов и производств; проектные решения технологического комплекса механосборочного производства; конструкторская, технологическая и техническая документация	ПК-10 [1] - Способен анализировать исходные данные и разрабатывать модель продукции на всех этапах ее жизненного цикла, устанавливать требования к продукции, процессам ее изготовления, качеству, транспортировке и утилизации;	З-ПК-10[1] - Знать: основные требования к продукции, процессам ее изготовления, качеству, транспортировке и утилизации. ; У-ПК-10[1] - Уметь: анализировать исходные данные и разрабатывать модель продукции на всех этапах ее жизненного

автоматизацию действующих в машиностроении производственных и технологических процессов и производств, средств и систем, необходимых для реализации модернизации и автоматизации; подготовка заданий на разработку новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средств и систем их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения; проведение патентных исследований, обеспечивающих чистоту и патентоспособность новых проектных решений, и определение показателей технического уровня проектируемых процессов, машиностроительных производств и изделий различного служебного назначения; разработка обобщенных вариантов решения проектных задач, анализ вариантов и выбор оптимального решения, прогнозирование его последствий,	комплексов механосборочного производства; оптимизация производственных процессов в тяжелом машиностроении	разрабатывать меры по повышению качества конструкторско-технологических решений и совершенствованию методик проектирования *Основание:* Профессиональный стандарт: 28.003	цикла.; В-ПК-10[1] - Владеть: основными приемами по повышению качества конструкторско-технологических решений и совершенствованию методик проектирования.

планирование реализации проектов; разработка эскизных, технических и рабочих проектов машиностроительных производств, технических средств и систем их оснащения; проведение технических расчетов по выполняемым проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых машиностроительных производств, реализуемых ими технологий изготовления продукции, средств и систем оснащения; разработка функциональной, логической, технической и экономической организации машиностроительных производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на основе современных методов, средств и технологий проектирования; оценка инновационного потенциала выполняемого проекта			

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	3 Семестр						
1	Первый раздел	1-8	6/12/0		25	КИ-8	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3
2	Второй раздел	9-16	6/12/0		25	КИ-16	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3
	Итого за 3 Семестр		12/24/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	З	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек.,	Пр./сем.,	Лаб.,

		час.	**час.**	**час.**
	3 Семестр	12	24	0
1-8	**Первый раздел**	6	12	0
1	**Роль ядерной энергетики (ЯЭ) в мировой энергетике** Роль ядерной энергетики (ЯЭ) в мировой энергетике Мировая экономика и топливно-энергетический комплекс (ТЭК). Ядерный топливно-энергетический комплекс (ЯТЭК). Ядерная энергетика (ЯЭ) и ядерный топливный цикл (ЯТЦ). Развитие ЯЭ в мировой энергетике. Экономические аспекты ЯЭ.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	**Физические основы ядерных реакторов** Физические основы ядерных реакторов Основы ядерной физики. Упругое рассеяние. Неупругое рассеяние. Захват нейтрона. Деление ядер. Выделение энергии при делении ядер. Постоянная распада и период полураспада. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Остаточное тепловыделение в реакторе. Поток нейтронов и скорость ядерных реакций. Пространственное распределение потока нейтронов в активной зоне реактора. Коэффициент размножения нейтронов. Критические размеры реакторов. Выгорание топлива и образование продуктов деления и актиноидов. Коэффициент конверсии и коэффициент воспроизводства. Коэффициент конверсии и эффективность использования топлива. Источники активности в реакторе. Характеристики внутренней безопасности реакторов. Кинетика и регулирование реактора. Реактивность и нестационарные условия работы реактора. Температурные коэффициенты реактивности. Температурный коэффициент реактивности, связанный с эффектом Доплера. Коэффициенты реактивности замедлителя и теплоносителя. Температурный коэффициент реактивности конструкционных материалов. Управление реактором и анализ его безопасности. Изменение реактивности реактора при выводе его на мощность и в процессе эксплуатации при номинальной нагрузке. Качественное описание поведения реактора при изменении мощности.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 8	**Реакторы-конверторы с тепловым спектром нейтронов** Реакторы-конверторы с тепловым спектром нейтронов Легководные реакторы. Реакторы с водой под давлением. Реакторы с кипящей водой. Тепловые газоохлаждаемые реакторы. Тяжеловодные реакторы. Тепловые реакторы-размножители. Жидкосолевые реакторы-пережигатели трансурановых актиноидов.	Всего аудиторных часов		
		3	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Второй раздел**	6	12	0
9 - 10	**Коррозия реакторных материалов** Коррозия реакторных материалов Коррозия нержавеющих сталей. Коррозия под напряжением аустенитных нержавеющих сталей. Коррозия перлитных сталей. Коррозия сплавов циркония. Коррозия сталей в жидкометаллических теплоносителях.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

11 - 12	**Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений** Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений Задачи дозиметрии и защиты от ионизирующих излучений. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского и гамма-излучений с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом. Единицы измерения активности и величин, характеризующих поля ионизирующего излучения. Регистрация излучений. Радиационная безопасность и дозиметрический контроль на АЭС.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 15	**Обеспечение ядерным топливом и ядерные топливные циклы (ЯТЦ)** Обеспечение ядерным топливом и ядерные топливные циклы (ЯТЦ) Ядерный топливный цикл. Ресурсы природного урана и потребности в них. Потребность в уране реакторов различного типа. Достоверные запасы урана и тория. Мировые запасы урана. Производство урана. Запасы тория. Потребности в уране и его запасы. Получение концентрата, чистых соединений и преобразования урана. Обогащение урана. Схемы заводов по обогащению урана и технологии обогащения (разделения). Оптимальное содержание урана в отвале. Производство топлива. Выбор ЯТЦ. Однократный (открытый) топливный цикл. Замкнутый ЯТЦ. Расход природного урана при различных сценариях развития ЯЭ. Выгрузка и хранение отработавшего топлива. Переработка отработавшего топлива из диоксида урана. Повторное использование плутония и урана. Трансмутация и ее проблемы. Захоронение ядерных отходов.	Всего аудиторных часов		
		3	6	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	**Полное наименование**
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью

формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках учебного курса предусмотрены посещения семинаров, проводимых в НИЦ “Курчатовский институт”.

В курсе предусмотрен разбор конкретных ситуаций (решение прикладных проблемных задач ядерной энергетики “мозговым штурмом”) в сочетании с самостоятельной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков:

1. Пример оптимизации ядерного топливно-энергетического комплекса (ЯТЭК). Графическое решение, дающее рыночное равновесие всех подсистем ЯТЭК.
2. Финансовое управление ЯТЭК, как акционерного общества. Котировка акций.
3. Роль цены плутония как множителя Лагранжа.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	**Индикаторы освоения**	**Аттестационное мероприятие (КП 1)**
ПК-1.1	З-ПК-1.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-10	З-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16
УК-3	З-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-3	З, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-х балльной шкале</th><th>Отметка о зачете</th><th>Оценка ECTS</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td rowspan="6">«Зачтено»</td><td>A</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="3">4 – «хорошо»</td><td>B</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
<tr><td>Ниже 60</td><td>2 – «неудовлетворительно»</td><td>«Не зачтено»</td><td>F</td></tr>
</table>

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Ядерная отрасль является динамично развивающимся высокотехнологичным сектором современной экономики, который имеет свое информационное поле (интернет-пространство). Самостоятельное изучение студентами информационного поля расширит кругозор и позволит сформировать собственный взгляд на проблемы использования ядерной энергии в мирных целях.

Научно-деловой портал «Атомная энергия 2.0» – самое крупное и наиболее посещаемое в России и странах СНГ прогрессивное цифровое СМИ атомной отрасли, выходящее в сотрудничестве со многими научно-производственными, деловыми, государственными, образовательными, общественными и экологическими организациями с 2008 года. http://www.atomic-energy.ru - полное название сайта. Много информации по различным аспектам проектов ядерных энергетических установок, технологий ядерного топливного цикла, экономики ядерной энергетики.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В помощь лектору, а также преподавателям, ведущим практические занятия по курсу «Проблемы ядерной энергетики» рекомендуется использовать следующие учебные пособия, методические и справочные материалы.

В качестве основной литературы:

1.Кесслер Г. Ядерная энергетика: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 264 с.

2.Камерон И. Ядерные реакторы: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 320 с.

3.Бартоломей Г.Г., Бать Г.А., Байбаков В.Д., Алхутов М.С. Основы теории и методы расчета ядерных реакторов: Учеб. пособие для вузов/ Под ред.Г.А.Батя. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.

4.Справочник по ядерной энерготехнологии. Пер. с англ./ Ф.Ран, А.Адамантиадес, Дж.Кентон, Ч.Браун; Под ред. В.А.Легасова. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 752с.

5.Машиностроение. Энциклопедия/ Ред.совет: К.В.Фролов и др. М.: Машиностроение/ Машиностроение ядерной техники. Т.IV-25. В 2-х кн. Е.О.Адамов, Ю.Г.Драгунов, В.В.Орлов и др. Под общ. ред. Е.О.Адамова. 2005. – 960с.

6.Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений: Учебник для вузов/ Под ред.Е.Л.Столяровой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.

7.Гусев Н.Г., Машкович В.П., Суворов А.П. Защита от ионизирующих излучений. Том I. Физические основы защиты от излучений: Учебник для вузов. Под общей редакцией Н.Г.Гусева. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Атомиздат, 1980. – 461 с.

8.Гусев Н.Г., Машкович В.П., Суворов А.П., Ковалев Е.Е. Защита от ионизирующих излучений. В 2-х т. Том 2. Защита от излучений ядерно-технических установок: Учебник для вузов. Под общей редакцией Н.Г.Гусева. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.

9.Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции: Учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИздАТ, 1994. – 296 с.

10.Зорин В.М. Атомные электростанции: учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 672 с.

11.Бескоровайный Н.М., Калин Б.А., Платонов П.А., Чернов И.И. Конструкционные материалы ядерных реакторов: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 704 с.

12.Герасимов В.В., Монахов А.С. Коррозия реакторных материалов. – М.: ЦНИИатоминформ, 1994. – 160 с.

13.Синев Н.М. Экономика ядерной энергетики: Основы технологии и экономики производства ядерного топлива. Экономика АЭС: Учеб. пособие для вузов – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.

14.Коровин Ю.А., Мурогов В.М. Современные проблемы ядерной энергетики. Учебное пособие по курсу “Современные проблемы ядерной энергетики”. – Обнинск: ИАТЭ, 2006. – 224 с.

15.Шевелёв Я.В., Клименко А.В. Эффективная экономика ядерного топливно-энергетического комплекса. – М.: РГГУ, 1996. □ 736с.

16.Клименко А.В. Математическая модель оптимизации энергосистемы и ее применение. Монография. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. □ 292с.

Для повышения интереса студентов к изучению материала курса желательно нацелить их на самостоятельное изучение информационного поля (интернет-пространства) ядерных проблем и исследований.

Главная задача состоит в ознакомлении студентов с основными ядерными процессами, и проблемами (еще не решенными задачами) атомной науки и техники. Важной частью курса является обсуждение физико-технических, технологических, безопасностных, экономических, экологических проблем, связанных с использованием ядерной энергии.

Особое внимание следует заострить на системном характере всех проблем ядерной энергетики и ее ЯТЦ. Любую проблему ядерного топливно-энергетического комплекса (ЯТЭК) нужно рассматривать в системе, в которой следует выделять важные связи с другими областями знаний (и отраслями народного хозяйства и мирового хозяйства), наработками, достижениями и недостатками в этих областях (и хозяйствах). Эти связи могут порождать или усиливать проблемы для ЯТЭК. Например, при ликвидации Чернобыльской аварии в 1986 году срочно заменяли ненадежное оборудование, и среди него – отсекающие задвижки для 3-го блока. Задвижки делались по спецзаказу и срочно, на заводе прошли тщательную проверку. После их установки перед пуском решили их еще раз перепроверить. Оказалось, все, кроме одной, с дефектами. Так смежные отрасли создали проблему для ядерной энергетики. Задвижки, конечно, были вторично заменены. Об этом случае писали в газетах.

Также важно показать место ядерной энергетики и ее ЯТЦ в среде конкурирующих технологий. Далеко не все говорит в пользу ядерной энергетики. Однако, следует напоминать студентам-физикам, что человечество не откажется от освоения ядерной энергии по простой причине: в ядре вещества сосредоточена самая большая удельная энергия на 1 грамм вещества. Люди пробуют ее взять. Дело это оказалось не простым. Пока пробуют взять ядерную энергию с помощью реакции деления. И здесь еще много работы. Ведь построенные и проектируемые реакторы деления далеки от совершенства. Много проблем. Поэтому нужно исследовать, проектировать, строить и набираться опыта освоения ядерной энергии. Для этого и изучается курс «Проблемы ядерной энергетики».

Желательно лекционный материал дополнять примерами из истории ядерной науки и техники, в которых в процессе постановки и решения задач возникали проблемы, нередко неожиданно, однако проблемы эти преодолевались. И решения находились обычно очень простые.

Автор(ы):

Куликов Геннадий Генрихович, к.ф.-м.н.