



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИТЭ  
протокол №8 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор института  
Теплоэнергетики

Чичирова Н.Д.

«21» июня 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Кинетика ядерных реакторов

Специальность: 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и  
инжиниринг

Специализация:

Квалификация                      Специалист  
Проектирование и эксплуатация атомных станций

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (уровень специалитет) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 154)

Программу разработал(и):

доцент, к. м. н.

Филимонова А. А.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Химия и водородная энергетика» протокол № 14 от 15.06.2021 г.

Заведующий кафедрой БП Д' Чичиров А. А.  
(подпись/)

Программа обсуждена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Атомные и тепловые электрические станции протокол №21-20/21 от 18.06.2021 г.

Заведующий кафедрой Чичирова Н. Д.  
(подпись)

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

Зам. директора института //ZZ

Власов С. М.  
(подпись)

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся систематических знаний в области принципов управления ядерными реакторами на основе уравнений их кинетики и динамики.

Задачами дисциплины являются:

- получение знаний об аналитических и числовых решениях уравнений кинетики и динамики реакторов;
- освоение методов анализа основных причин обратных связей в процессе работы реактора в стационарном и переходном режимах;
- приобретение знаний об основных динамических характеристиках, определяющих состояние реактора;
- знакомство со способами регулирования реакторов различных типов;
- изучение изменений изотопного состава активной зоны реактора;
- получение знаний о выгорании ядерного топлива, воспроизводстве, шлаковании и отравлении реактора;
- освоение моделирования нестационарных процессов.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
<p>ОПК-1: Способность использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>ОПК-1.5 Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач</p>	<p><u>знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергооборудования АС в целом при пуске, останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности;</li> <li>- основные процессы и закономерности, происходящие в активной зоне ядерного реактора, принципы контроля и управления ядерными процессами в активной зоне; <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнения кинетики и динамики ядерных реакторов;</li> </ul> </li> <li>- величины запаса и потерь реактивности реактора и их составляющие;</li> <li>- величины коэффициентов и эффектов реактивности;</li> <li>- особенности переходных процессов в реакторах на тепловых нейтронах, связанные с накоплением ядер ксенона и самария.</li> </ul> <p><u>уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать нейтронно-физические, технические процессы и алгоритмы контроля, диагностики, управления и защиты АС с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы;</li> <li>- использовать уравнения кинетики и динамики ядерных реакторов и их решения для расчета переходных процессов в активной зоне реактора: <ul style="list-style-type: none"> <li>- при выводе на мощность и останове реактора;</li> <li>- при работе реактора на номинальном уровне мощности;</li> <li>- при переходных процессах, связанных с возмущением реактора введением реактивности, изменением мощности, изменением активности источника нейтронов, изменением расхода теплоносителя и пр.;</li> </ul> </li> </ul> <p><u>владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами получения, анализа и решения уравнений кинетики и динамики ядерных реакторов.</li> <li>- методами применения решений уравнений кинетики и динамики для предсказания поведения ядерных реакторов.</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
	ОПК 1.6 Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	<p><u>знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нуклидный состав топлива, их вклад в работу реактора, влияние на расчет в краткосрочной и долгосрочной перспективе;</li> <li>- потерю реактивности при работе реактора;</li> <li>- уравнения кинетики, уравнения динамики и их решения.</li> </ul> <p><u>уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать полученные теоретические знания для научного обоснования процессов, связанных с изменением реактивности, вследствие влияния различных осколков деления и младших актинидов;</li> <li>- использовать полученные теоретические знания для обоснованного решения уравнения переноса в асимптотической области, аналитического решения уравнения кинетики;</li> </ul> <p><u>владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчета реактивности.</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Кинетика ядерных реакторов относится к обязательной части/ части, формируемой участниками образовательных отношений / элективным дисциплинам Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана 14.05.02

Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-8		Радиационная химия и радиационная безопасность ядерных энергетических установок
ОПК-1	Теория переноса нейтронов Ядерная физика Физика ядерных реакторов	Теплогидравлические процессы в ядерных реакторах Контроль и управление ядерными энергетическими установками Нейтронно-физические реакторные измерения
ОПК-1	Теория переноса нейтронов Ядерная физика Физика ядерных реакторов	Теплогидравлические процессы в ядерных реакторах Контроль и управление ядерными энергетическими установками Нейтронно-физические реакторные измерения
ОПК-2		Радиационная химия и радиационная безопасность ядерных энергетических установок

ПК-2	В высокотехнологические плазменные и энергетические установки Термоядерные установки и реакторы
ПК-1	Проектирование и эксплуатация систем и вспомогательного оборудования ядерных энергетических установок

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные свойства и характеристики атомных ядер и ядерных реакций,
- законы сохранения в ядерных реакциях;
- основные закономерности радиоактивных превращений;
- общие свойства ядерных реакций и особенности ядерных реакций;
- основные закономерности взаимодействия ионизирующего излучения с веществом;
- детальные характеристики процесса деления атомных ядер.

Уметь:

- применять основные свойства и характеристики атомных ядер и ядерных реакций, законы сохранения в ядерных реакциях для качественного объяснения ядерно-физических процессов;
- определять изменение количества радиоактивных ядер с течением времени;

Владеть:

- навыками работы с ядерно-физическим оборудованием и приборами;
- навыками выполнения измерений соответствующих величин;
- основными приемами обработки экспериментальных данных.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет \_\_4 зачетных единиц(ы) (ЗЕ), всего 144 часов, из которых 58 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 34 час.), занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 24 час., самостоятельная работа обучающегося 50 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семес-тр <sup>(7)</sup>
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	144	144
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b>	58	58
Лекции (Лк)	34	34
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:		0	0
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: <i>экзамена</i>			0
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (Э-экзамен)		<Д	<Д

3.2. **Виды заданий** **Формы контроля** **Формы промежуточной аттестации** **Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе**

Раздел ДИСЦИПЛИНЫ	Семестр	Работа (в ед. тр. с. ой с. бот)						Итого	Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента в т.ч. подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						
Раздел 1 Элементарная кинетика теплового реактора	М	00	4	2	0	1-к ю	0	0	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	1-к ю	
Раздел 2 Изменение реактивного сгорания переходных режимах и аварийные		00	1	2	0	1-к ю	0	0	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	1-к ю	
Раздел 3 Управление ядерными реакторами		00		2	0	1-к ю	0	0	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	1-к ю	
Раздел 4 Отравление		1	1	2	0	1	0	0	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	« is - ' - Z- 0 И O' on 1 Д	1	

реактора									1.5	Л1. 2, Л2. 1, Л2. 3	ОЛР		
Экзамен	7					35	1	36		1.6 зуб		Экз	40
<b>ИТОГО</b>	7	34	16	8		50	35	1	14 4				100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

№п/ п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Цепная ядерная реакция. Коэффициент размножения. Реактивность. Описание взаимодействия нейтронов с веществом.	2
2	Изучение переходных процессов в активной зоне ядерных реакторов на основе элементарного уравнения кинетики реактора, а также основных характеристик нейтронов. Основные допущения элементарной кинетики теплового реактора.	2
3	Кинетическая теория переноса нейтронов. Упрощенный вывод уравнений кинетики реактора. Газокинетическое уравнение переноса нейтронов.	2
4	Общее решение уравнений кинетики. Уравнения кинетики в приближении одной группы запаздывающих нейтронов. Описание останова реактора. Подкритический реактор с источником. Обращенное решение уравнения кинетики.	2
5	Перенос частиц в веществе. Характер распространения частиц в веществе. Равновероятное смещение нейтронов в веществе. Непрерывная зависимость между временем и энергией нейтрона. Уравнение диффузии нейтронов при допущении отсутствия поглощения при замедлении.	2
6	Нейтронный поток в условии критического состояния реактора. Уравнения диффузии замедляющихся и тепловых нейтронов в условии критического состояния реактора.	2
7	Общий подход к написанию уравнений динамики реакторов. Модели динамики и особенности нестационарных процессов в реакторах при наличии обратных связей.	2
8	Изучение переходных процессов в активной зоне подкритических ядерных реакторов с источниками нейтронов. Пуск ядерного реактора. Источники нейтронов в подкритическом реакторе. Устанавливаемая в подкритическом реакторе плотность нейтронов.	2
9	Переходные процессы при изменениях степени подкритичности реактора. Время практического установления подкритической плотности нейтронов в реакторе после изменения степени подкритичности.	2
10	Нестационарные процессы отравления реактора. Отравление реактора ксеноном. Йодная яма, ее глубина и временные характеристики. Отравление реактора самарием. Прометиевый провал, его глубина и характерное время	2



	образования.	
11	Кинетика точечного реактора при линейном изменении реактивности.	2
12	Процедура ступенчатого пуска и ядерная безопасность реактора.	2
13	Основные процессы, происходящие в активной зоне. Выгорание топлива, глубина и степень выгорания топлива, энерговыработка. Реакции воспроизводства ядерного топлива. Накопление осколков деления (шлакование реактора). Уравнения для описания изменения нуклидного состава топлива.	2
14	Кинетика роста потерь запаса реактивности за счёт шлакования. Рост запаса реактивности с воспроизводством ядерного топлива. Схема образования и убыли вторичного топлива. Рост запаса реактивности с воспроизводством плутония-239. Коэффициент воспроизводства ядерного топлива.	2
15	Использование выгорающих поглотителей. Характеристики наиболее распространённых выгорающих поглотителей. Факторы, определяющие скорость выгорания ВП. Характер изменения реактивности при разных способах размещения ВП. Кривая энерговыработки активной зоны реактора.	2
16	Саморегулирование и устойчивость реактора.	2
17	Критерии устойчивости. Вопросы регулирования реактора.	2
<b>Всего</b>		<b>34</b>

### 3.4. Тематический план практических занятий

№п/п	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Предварительный тепловой расчет реактора на тепловых нейтронах: оценка размеров активной зоны, максимальная удельная объемная нагрузка активной зоны, максимально допустимая тепловая нагрузка активной зоны, необходимая для отвода тепла скорость теплоносителя;	2
2	Вычисление ядерных характеристик «холодного» реактора: вычисление ядерных концентраций топлива, оболочки ТВЭЛ, теплоносителя, замедлителя;	2
3	Расчет микро- и макросечений основных конструкционных материалов активной зоны «холодного» реактора.	2
4	Вычисление коэффициента размножения нейтронов в бесконечной среде: расчет коэффициента размножения на быстрых нейтронах	2
5	Расчет коэффициента размножения нейтронов в материале топлива; Расчет коэффициента использования тепловых нейтронов	2
6	Вычисление эффективного коэффициента размножения нейтронов: расчет квадрата длины диффузии нейтронов в активной зоне; расчет возраста нейтронов в активной зоне;	2
7	Вычисление ядерных характеристик для условий «горячего» реактора: пересчет ядерных концентраций основных конструкционных материалов активной зоны для условий «горячего» реактора; вычисление коэффициента размножения	2

	в бесконечной среде и эффективного коэффициента размножения нейтронов в активной зоне «горячего» реактора.	
8	Вычисление температурного коэффициента реактивности реактора.	2
<b>Всего</b>		<b>16</b>

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

№п/п	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Определение критического положения группы поглощающих стержней.	2
2	Спектры нейтронов ядерных реакторов.	2
3	Определение критической концентрации борного поглотителя.	2
4	Вычисление возраста и времени замедления нейтронов в различных средах	2
<b>Всего</b>		<b>8</b>

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Объем, час.
1	Отчет по лабораторной работе. Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе.	Подготовка теоретического материала по темам: Строение атомного ядра, протон- электронная модель, протоннейтронная модель. Рассеяние а-частиц, теория рассеяния а-частиц. Открытие нейтрона. Атом Резерфорда-Бора. Энергетический спектр ядра. Особенности ядерных спектров. Спектр Максвелла. Ширина уровней ядерных спектров. Обоснование механизма составного ядра. Прямое взаимодействие. Закон сохранения механического момента. Другие законы сохранения. Вклад кинетической энергии в энергию возбуждения. Реакции под действием заряженных частиц. Нейтронные реакции. Ядерный фотоэффект. Высокоэнергетические частицы.	12
2	Отчет по лабораторной работе. Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе.	Подготовка теоретического материала по темам: Свойства замедлителей. Спектр замедляющихся нейтронов: нейтронный баланс, спектр Ферми, плотность замедления, учет поглощения, вероятность избежать резонансный захват. Средняя логарифмическая потеря энергии. Односкоростное уравнение диффузии. Диффузия при замедлении. Непрерывное замедление. Уравнение возраста. Время замедления и диффузии в тепловой области.	12
3	Отчет по лабораторной работе. Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе.	Подготовка теоретического материала по темам: Система регулирования реактора. Способы управления цепной ядерной реакцией. Материалы органов регулирования. Конструкция органов регулирования ядерных реакторов	12

4	Отчет по лабораторной работе. Подготовка к тесту.	Подготовка теоретического материала по темам: Отравление реактора: зашлаковывание, отравление ксеноном, предельная концентрация, отравление работающего реактора, ксеноновая яма, неустойчивость реактора с большим потоком, ксеноновые волны, отравление самарием.	14
<b>Всего</b>			<b>50</b>

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии - лекции в сочетании с практическими занятиями, семинарами, самостоятельное изучение определённых разделов и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: интерактивные лекции, групповые дискуссии, работа в команде, контекстное обучение, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение, опережающая самостоятельная работа.

В образовательном процессе используются:

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru>.

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме

Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-1	ОПК-1.5	знать:				
		-основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора,	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки,	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют

		<p>тепломеханического оборудования и энергооборудования АС в целом при пуске, останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности; - основные процессы и закономерности, происходящие в активной зоне ядерного реактора, принципы контроля и управления ядерными процессами в активной зоне; - уравнения кинетики и динамики ядерных реакторов; - величины запаса и потерь реактивности реактора и их составляющие; - величины коэффициентов и эффектов реактивности; - особенности переходных процессов в реакторах на тепловых нейтронах, связанные с накоплением ядер ксенона и самария.</p>	без ошибок	место несколько негрубых ошибок	много негрубых ошибок	место грубые ошибки
--	--	--	------------	---------------------------------	-----------------------	---------------------

	ОПК-1.6	<p>- нуклидный состав топлива, их вклад в работу реактора, влияние на расчет в краткосрочной и долгосрочной перспективе;</p> <p>- потерю реактивности при работе реактора;</p> <p>- уравнения кинетики, уравнения динамики и их решения.</p>	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
	ОПК-1.5	<p>уметь:</p> <p>- анализировать нейтронно-физические, технические процессы и алгоритмы контроля, диагностики, управления и защиты АС с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы;</p> <p>- использовать уравнения кинетики и динамики ядерных реакторов и их решения для расчета переходных процессов в активной зоне реактора: - при выводе на мощность и останове реактора;</p> <p>- при работе реактора на номинальном</p>	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки

	уровне мощности; - при переходных процессах, связанных с возмущением реактора введением реактивности, изменением мощности, изменением активности источника нейтронов, изменением расхода теплоносителя и пр.;				
ОПК-1.6	- использовать полученные теоретические знания для научного обоснования процессов, связанных с изменением реактивности, вследствие влияния различных осколков деления и младших актинидов; - использовать полученные теоретические знания для обоснованного решения уравнения переноса в асимптотической области, аналитического решения уравнения кинетики; владеть:	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетам и	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
ОПК-1.5	- методами получения,	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Имеется минимальны	При решении

		анализа и решения уравнений кинетики динамики ядерных реакторов. - методами применения решений уравнений кинетики и динамики для предсказания поведения ядерных реакторов.	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетам и	й набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
	ОПК-1.6	- навыками расчета реактивности.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетам и	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Кузьмин А.М.	Моделирование физических процессов в энергетических ядерных	Учебное пособие	М.: МЭИ	2019	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012529.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012529.html</a>	



		реакторах на быстрых нейтронах					
2	Проскуряков К.Н.	Ядерные энергетические установки	Учебное пособие	М.: МЭИ	2015	<a href="https://ZZe.ianbook.com/bookZ72346">https://ZZe.ianbook.com/bookZ72346</a>	
3	Лебедев В.А.	Ядерные энергетические установки	Учебное пособие	СПб. : Лань	2015	<a href="https://ZZe.ianbook.com/bookZ67466">https://ZZe.ianbook.com/bookZ67466</a>	

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Рисованый В. Д.	Поглощающие материалы и органы регулирования ядерных реакторов	Учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/ZbookZISBN9785383011775.html">http://www.studentlibrary.ru/ZbookZISBN9785383011775.html</a>	
2	Мухин К.Н.	Экспериментальная ядерная физика	Учебник : в 3 т.	СПб. : Лань	2008 2009	<a href="https://ZZe.ianbook.com/ZbookZ279">https://ZZe.ianbook.com/ZbookZ279</a>	
3	Дементьев, Б. А.	Кинетика и регулирование ядерных реакторов	учебное пособие	М. : Энергоатомиздат	1986		3

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ П/П	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	ДК «Ядерная энергетика», размещенный в LMS Moodle 3.8	<a href="https://ZZims.kgeu.ru/ZcourseZview.php?id=2971">https://ZZims.kgeu.ru/ZcourseZview.php?id=2971</a>
2	Единый портал интернет- тестирования в сфере образования	<a href="https://Zzi-exam.ruZ">https://Zzi-exam.ruZ</a>
3	Словари и энциклопедии	<a href="http://ZZdic.academic.ruZ">http://ZZdic.academic.ruZ</a>
4	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://ZZe.ianbook.comZ">https://ZZe.ianbook.comZ</a>	<a href="http://ZZwww.e.ianbook.comZ">http://ZZwww.e.ianbook.comZ</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	свободный
2	web of science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	свободный
3	scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>	свободный
4	Научная электронная библиотека elibrary.ru	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	свободный
5	Национальная электронная библиотека	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	свободный
6	Техническая библиотека	<a href="https://techlibrary.ru/">https://techlibrary.ru/</a>	свободный
7	архив журналов РАН	<a href="https://ras.jes.su/">https://ras.jes.su/</a>	свободный

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Федеральный институт промышленной собственности URL:	<a href="http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru">http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru</a>	

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, проектор, усилитель-микшер для систем громкой связи, экран, микрофон, миникомпьютер, монитор

2	Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа	доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические (2 шт.), химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 2 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электродов"
		Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа	рефрактометр ИРФ -45462М, фотоколориметр КФК-3-01, колбонагреватель ПЭ-4100М, весы электронные лабораторные, рН-метр АНИОН-4100, штативы металлические (4 шт.), плитка электрическая, химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 1 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электродных потенциалов"
		Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа	доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические (2 шт.), химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 2 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электродов"
3	Самостоятельная работа обучающегося	Кабинет СРС	моноблок (30 шт.), еистем;1 видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
		Кабинет СРС	моноблок (30 шт.), отстема видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран, доска магнитно-маркерная
		Кабинет СРС	Проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
4	Семинарские занятия.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические (2 шт.), химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 2 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электродов"

	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	рефрактометр ИРФ -45462М, фотоколориметр КФК-3-01, колбонагреватель ПЭ-4100М, весы электронные лабораторные, рН-метр АНИОН-4100, штативы металлические (4 шт.), плитка электрическая, химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 1 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электродных потенциалов"
	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические (2 шт.), химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 2 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электродов"
	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица стандартный ряд электронов

## 8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **9. Воспитательная работа**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования.

При реализации дисциплины используются следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель учитываются следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- формирование эстетической картины мира;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины с 202/202  
учебного года

В программу вносятся следующие изменения:

- 1.
- 2.
- 3.

*Указываются номера страниц, на которых внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры-разработчика Химия и водородная энергетика, протокол № от

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Чичиров  
(подпись)

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
Подпись, дата





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

КГУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ по дисциплине**

Кинетика ядерных реакторов

Специальность: 14.05.02 Атомные станции: проектирование,  
эксплуатация и инжиниринг

Специализация: Проектирование и эксплуатация атомных станций

Квалификация: Специалист

г. Казань, 2021

## РЕЦЕНЗИЯ

на оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Кинетика ядерных реакторов»

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и учебному плану.

Перечень формируемых компетенций: ОПК-1.5; ОПК-1.6, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО.

Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки уровней сформированности компетенций.

Контрольные задания оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, позволяют объективно оценить уровни сформированности компетенций.

**Заключение.** Учебно-методический совет делает вывод о том, что представленные материалы соответствуют требованиям ФГОС ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рассмотрено на заседании учебно-методического совета института теплоэнергетики  
21.06.2021 г. протокол № 05/21

Председатель УМС

Н.Д. Чичирова

Оценочные материалы по дисциплине «Кинетика ядерных реакторов» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций (ОПК 1.5, ОПК 1.6).

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине, проводится в виде индивидуального и (или) группового опроса (устно или письменно); защиты лабораторных/контрольных работ; защиты письменных домашних заданий; презентаций проектов, рефератов, др. заданий, выполненных индивидуально или группой обучающихся; коллоквиумов; тестирования (письменно или с использованием компьютера); контроля выполнения самостоятельной работы обучающихся (письменно или устно), др.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за определенный период (4 курс, 7 семестр) и проводится в форме экзамена.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

### 1.Технологическая карта Семестр 7

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
<b>Текущий контроль успеваемости</b>								
Раздел 1 Элементарная кинетика теплового реактора	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторному занятию, подготовка к контрольной работе	КнтР ОЛР	ОПК-1.5, 1.6	Менее 6	6-8	8-10	10-13	
Раздел 2 Изменение реактивности в переход	Изучение теоретического материала, подготовка к лаборатор-	КнтР ОЛР	ОПК-1.5, 1.6	Менее 6	6-8	8-10	10-13	

ных режимах и аварийные процессы	ному занятию, подготовка к контрольной работе						
Раздел 3 Управление ядерным реакторами	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторному занятию, подготовка к контрольной работе	КнтР ОЛР	ОПК-1.5, 1.6	Менее 6	6-8	8-10	11-13
Раздел 4 Отравление реактора	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторному занятию, подготовка к тесту	ОЛР Тест	ОПК-1.5, 1.6	Менее 12	12-15	16-19	19-21
Всего баллов				Менее 30	30-39	40-49	50-60
Промежуточная аттестация							
	Подготовка к экзамену	Экзаменационные билеты	ОПК-1.5, 1.6	Менее 25	25-29	30-34	35-40
<b>Итого баллов</b>				<b>0-54</b>	<b>55-69</b>	<b>70-84</b>	<b>85-100</b>

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень

		требований к отчету
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Экзамен (Экз)	Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретенных в течение семестра обучения по дисциплине	Перечень теоретических вопросов, комплект практических заданий

### 3. **Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся**

<b>Наименование оценочного средства</b>	Контрольная работа по разделу «Элементарная кинетика теплового реактора»
---	--

<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое связанная и свободная энергия? Приведите примеры.</li> <li>2. К какому виду энергии (связанная/свободная) относится ядерное топливо для АЭС? Почему?</li> <li>3. Как или посредством чего осуществляется рассеивание энергии в ядерных реакторах?</li> <li>4. Что представляет собой тепловыделяющая сборка (ТВС)? Где размещаются ТВС?</li> <li>5. Дайте определение «активная зона».</li> <li>6. Дайте определение ядерных эффективных микросечений.</li> <li>7. Что представляет собой элементарная ячейка активной зоны реактора ВВЭР?</li> <li>8. В чем разница между тепловыделяющим элементом (ТВЭЛ) и тепловыделяющей сборкой (ТВС)?</li> <li>9. Дайте определение ядерной реакции.</li> <li>10. В чем заключается механизм образования составного ядра?</li> <li>11. С какой целью нужно рассеивать свободную энергию?</li> <li>12. Как или посредством чего осуществляется рассеивание энергии в ядерных реакторах?</li> <li>13. Какие каналы распада составного ядра Вы можете назвать?</li> <li>14. Какие два условия должны выполняться для образования составного ядра?</li> <li>15. Дайте определение активной зоны ядерного реактора.</li> <li>16. Какие разновидности микросечений ядерных взаимодействий вы можете назвать?</li> <li>17. Как связано макросечение с микросечением ядерных взаимодействий?</li> <li>18. Что представляет собой возбужденное ядро?</li> <li>19. Что представляет собой поток нейтронов в среде?</li> <li>20. Как определить долю сталкивающихся с ядром нейтронов при известном потоке нейтронов?</li> <li>21. Сформулируйте теорему Бернулли об определении вероятности ядерных взаимодействий.</li> <li>22. Что такое связанная и свободная энергия? Приведите</li> </ol>
--	---

	<p>примеры.</p> <p>23. Объясните, что значит рассеивать свободную энергию? Приведите примеры.</p> <p>24. Как или посредством чего осуществляется рассеивание энергии в ядерных реакторах?</p> <p>25. Что такое микросечения ядерных взаимодействий?</p> <p>26. Объясните, что значит рассеивать свободную энергию? Приведите примеры.</p> <p>27. Как или посредством чего осуществляется рассеивание энергии в ядерных реакторах?</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При оценке выполненного задания учитываются следующие критерии:</p> <p>1. Знание материала</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины - 0,5 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала - 0,25 балл;</li> <li><input type="checkbox"/> не раскрыто основное содержание учебного материала - 0 баллов;</li> </ul> <p>2. Последовательность изложения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано - 0,5 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> последовательность изложения материала недостаточно продумана - 0,25 балл;</li> <li><input type="checkbox"/> путаница в изложении материала - 0 баллов;</li> </ul> <p>3. Владение речью и терминологией</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> материал изложен грамотным языком, с точным использованием терминологии - 0,5 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> в изложении материала имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии - 0,25 балл;</li> <li><input type="checkbox"/> допущены ошибки в определении понятий - 0 баллов;</li> </ul> <p>4. Умение решать расчетные задачи</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> показано умение правильно выполнять расчетные задания с использованием требуемых формул - 0,5 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> решение задач с некоторыми недочетами - 0,25 балл;</li> <li><input type="checkbox"/> отсутствие решения или неверное решение - 0 баллов;</li> </ul> <p>5. Уровень теоретического анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> показано умение делать обобщение, выводы, сравнение - 0,5 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя - 0,25 балл;</li> </ul>
<b>Наименование оценочного средства</b>	Тестовые задания по дисциплине
Представление и содержание оценочных материалов	<p>1. К какому типу реакторов относят реактор типа ВВЭР? 1) с водой под давлением; 2) с графитовым замедлителем; 3) на быстрых нейтронах; 4) с газоохлаждаемым теплоносителем</p> <p>2. Что служит топливом для атомных станций? 1) природный газ; 2) оксид урана 3) уголь; 4) биомасса</p>

3. На какие два класса по устройству активной зоны делятся реакторы? 1) с квадратной решеткой / с гексагональной решеткой; 2) с водным замедлителем / с графитовым замедлителем; 3) гомогенный / гетерогенный; 4) на быстрых нейтронах / на тепловых нейтронах
4. Что такое атомная масса? 1) Число электронов на атомных орбиталях; 2) Число протонов и нейтронов в ядре атома 3) Число энергетических уровней ядра; 4) Порядковый номер вещества в Периодической системе Д.И. Менделеева
5. Как принято обозначать число протонов и нейтронов в ядре атома? 1) Z; 2) A; 3) A-Z 4) A+Z
6. Как определить число нейтронов в ядре атома? 1) Поделить значение атомной массы пополам; 2) Сложить значение атомной массы с числом протонов; 3) Умножить значение атомной массы на число протонов; 4) Вычесть из значения атомной массы число протонов
7. Что такое гетерогенный реактор? 1) Реактор, у которого замедлитель и уран представляют собой смесь; 2) Реактор, у которого топливо размещено в замедлителе в виде обособленных блоков; 3) Аналогичное название реактора на быстрых нейтронах; 4) Аналогичное название реактора на тепловых нейтронах
8. Что представляет собой сечение ячейки гексагональной активной зоны гетерогенного реактора? 1) Круг; 2) Квадрат; 3) Правильный шестигранник; 4) Правильный треугольник
9. Где в реакторе происходит деление ядер атомов урана? 1) В активной зоне; 2) В парогенераторе; 3) В теплоносителе; 4) В замедлителе
10. Что находится внутри ТВЭЛ? 1) газ; 2) жидкость; 3) замедлитель; 4) топливные таблетки оксида урана
11. Сколько зон можно выделить у элементарной ячейки реактора типа ВВЭР? 1) 2 2) 1 3) 3 4) 5
12. Что является замедлителем в реакторах типа ВВЭР? 1) газ; 2) жидкость (вода); 3) замедлитель отсутствует; 4) оболочка реактора
13. Что такое размер «под ключ» или шаг гексагональной решетки активной зоны? 1) Расстояние между дистанционирующими решетками; 2) Расстояние между ТВС-ками; 3) Расстояние между двумя параллельными сторонами ячейки активной зоны; 4) Расстояние между ТВЭЛ-ами
14. Что такое составное ядро? 1) Делящееся ядро; 2) Неделящееся ядро; 3) Ядро атома урана 4) Ядро в возбужденном состоянии;
15. Уран с какой атомной массой считается делящимся? 1) U 238 2) U235 3) U 234 4) U 233
16. С каким обогащением применяется топливо для АЭС? 1) 1% 2) 2% 3) 90% 4) 4,4%
17. По какой формуле высчитывается коэффициент размножения? 1) E / п-в-о-0; 2) E / ц-в-о 3) E / в-о-0 4) E / п-0
18. Каково назначение замедлителя в реакторе? 1) Снизить кинетическую энергию нейтронов; 2) Снизить скорость теплоносителя в активной зоне; 3) Снизить количество образующихся нейтронов; 4) С целью заглушить реактор



	<p>19. Как называется расстояние, которое проходит нейтрон до столкновения с ядром, после чего считается отклоненным на угол <math>\pi/2</math> 1) Длина до рассеяния 2) Транспортная длина 3) Длина до поглощения 4) Длина до резонансного захвата</p> <p>20. Что происходит с нейтроном в процессе диффузии? 1) Поглощение 2) Резонансный захват 3) Рассеяние (замедление) 4) Превращение</p> <p>21. Что такое средний нейтрон? 1) Нейтрон средних размеров 2) Нейтрон со средней скоростью 3) Нейтрон со средней энергией 4) Нейтрон с усредненной скоростью, энергией, одинаковым прохождением расстояния от столкновения к столкновению и одинаковым углом рассеяния</p> <p>22. Что такое сферически-симметричное рассеяние? 1) Рассеяние нейтронов в активной зоне сферического типа 2) Рассеяние нейтронов с одинаковыми энергиями и скоростями во всех направлениях в объемном пространстве 3) Рассеяние нейтронов с одинаковыми энергиями и скоростями во всех направлениях в плоскостном пространстве 4) Рассеяние нейтронов на один и тот же угол после каждого столкновения с ядром</p> <p>23. Что означает «три» в формуле подсчета коэффициента диффузии: <math>D=1\tau/3</math>? 1) Три направления рассеяния 2) Трехмерное пространство рассеяния 3) Плоскостное рассеяние 4) Значение угла рассеяния</p> <p>24. Что такое диффузионный ток? 1) Течение нейтронов из областей с большей плотностью в область с меньшей плотностью 2) Течение нейтронов из областей с меньшей плотностью в область с большей плотностью 3) Поглощение нейтронов 4) Рассеяние нейтронов</p> <p>25. Что такое изотропная диффузия? 1) Диффузия нейтронов в размножающей среде 2) Диффузия нейтронов с одинаковыми энергиями 3) Диффузия нейтронов со сферически- симметричным распределением скоростей 4) Переток нейтронов из областей с большей плотностью в область с меньшей плотностью</p> <p>26. Как связана транспортная длина рассеяния нейтронов с транспортным макроскопическим сечением?</p> <p>2) <math>l_{tr} = D/3</math></p> <p>3) <math>l_{tr} = D/3</math></p> <p>4) <math>l_{tr} = D/3</math></p> <p>27. Что означает знак «минус» в уравнении диффузионного тока: <math>j = -D\text{grad}\rho</math> 1) Данная величина отрицательная 2) Заряд ядра отрицателен 3) Убыль нейтронов из области с большей плотностью в область с меньшей плотностью 4) Коэффициент диффузии берется со знаком «минус»</p> <p>28. Что означает «три» в формуле подсчета квадрата длины диффузии: <math>L^2 = \frac{D}{\Sigma_a - \nu\Sigma_f}</math> ? 1) Три направления рассеяния 2) Трехмерное пространство рассеяния 3) Плоскостное рассеяние 4) Значение угла рассеяния</p>
Критерии оценки и шкала оценивания	Шкала оценивания: менее 25% - неудовлетворительно; 25-50% - удовлетворительно; 50-75% - хорошо; более 75% - отлично.

в баллах	<b>Количество баллов: максимум - 5</b>
<b>Наименование оценочного средства</b>	Отчет по лабораторной работе.
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Всего в течение семестра предусмотрено проведение 4 лабораторных работ. Например, лабораторная работа «Спектры нейтронов ядерных реакторов».</p> <p>В оформлении отчета должны быть включены разделы: тема работы, цель, оборудование и реактивы, ход работы, расчеты, вывод.</p> <p>Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие законы называются статистическими, чем они характерны;</li> <li>2. Дайте определение спектра физической величины, чем он изменяется;</li> <li>3. Как устанавливается равновесное распределение молекул по скоростям?</li> <li>4. Какой спектр называется непрерывным, пример?</li> <li>5. Дайте определение дискретного спектра, пример?</li> <li>6. Что называется плотностью вероятности, приведите формулу и объясните выражение «спектр нормирован», поясните формулу нормировки.</li> <li>7. Объясните выражение «спектр нормирован», поясните формулу нормировки.</li> </ol>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Выполнение лабораторной работы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Работа выполнена в полном объеме - 0,5 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> Работа выполнена не до конца - 0,25 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> Работа не выполнена - 0 баллов.</li> </ul> <p>Обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Результаты обработаны, расчеты сделаны - 0,5 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> Результаты обработаны частично - 0,25 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> Результаты не обработаны - 0 баллов.</li> </ul> <p>Оформление отчета.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Отчет оформлен с соблюдением правил - 0,5 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> Отчет оформлен не по правилам - 0,25 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> Отчет не оформлен - 0 баллов.</li> </ul> <p>Защита результатов лабораторной работы по отчету.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Не возникает затруднений при защите отчета, все ответы правильные и полные - 0,5 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> Встречаются ошибки при ответе на вопросы по лабораторной работе - 0,25 баллов;</li> <li><input type="checkbox"/> Нет понимания темы лабораторной работы, защита несостоятельна - 0 баллов.</li> </ul>

#### 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Экзамен</b>
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов, включающих 2 теоретических вопроса и одну расчетную задачу. Всего 50 экзаменационных билетов.</p> <p>Примеры экзаменационных билетов:</p>

	<p style="text-align: center;">Билет 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким уравнением описывается диффузия замедляющихся нейтронов при описании нейтронного цикла?</li> <li>2. Как возникает отрицательный температурный коэффициент реактивности?</li> <li>3. Что такое запаздывающие нейтроны и как они появляются?</li> </ol> <p style="text-align: center;">Билет 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что показывает элементарное уравнение кинетики реактора?</li> <li>2. Чем дополнено элементарное уравнение кинетики для условия подкритического реактора? Почему? Что означает данное уравнение?</li> <li>3. Что представляет собой поток нейтронов? Формула потока нейтронов.</li> </ol>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильность и полнота ответов на теоретические вопросы</li> <li>2. Умение решать расчетные задачи</li> <li>3. Понимание и способность объяснить суть происходящих фундаментальных процессов, решением которых занимается дисциплина химия в теплоэнергетике.</li> <li>4. Владение основными методами теоретического и экспериментального исследования химических процессов газов, жидкостей, расплавов, твердых и сыпучих тел, используемых как теплоносители и рабочие тела в тепло-технологических установках ТЭС.</li> <li>5. Владение специальными терминами и использование их при ответе.</li> <li>6. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы</li> <li>7. Логичность и последовательность ответа</li> <li>8. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем</li> </ol> <p>От 35 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.</p> <p>От 30 до 34 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.</p> <p>От 25 до 29 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области,</p>

	<p>отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.</p> <p><b>Максимальное количество баллов за экзамен - 40</b></p>
--	---