

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по
учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

"25" мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

Ядерные реакторы
(наименование дисциплины)

Специальность
18.05.02 Химическая технология материалов
современной энергетики

специализация
Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных
энергетических установок

Квалификация выпускника
Инженер

Разработчик

_____ (подпись)

25.05.2023
(дата)

_____ Ким К.Б.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой неорганической химии и химической технологии
(наименование кафедры, являющейся ответственной за данное направление подготовки, профиль)

(подпись)

25.05.2023

(дата)

проф. Нифталиев Сабухи Илич оглы

(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: химической технологии материалов ядерного топливного цикла; химической технологии разделения и применения изотопов; химической технологии теплоносителей и радиозекологии ядерных энергетических установок; радиационной химии и радиационного материаловедения; ядерной и радиационной безопасности на объектах использования ядерной энергии; химической технологии наноматериалов в области ядерной энергетики; химической технологии редких и редкоземельных металлов, химической технологии радиофармпрепаратов).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующего типа: *научно-исследовательский; технологический; организационно-управленческий; проектный.*

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-3	Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выявлять причины возникновения нарушений в технологическом процессе	ИД1 _{ПКв-3} - Демонстрирует способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, с учетом норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат ИД2 _{ПКв-4} - Использует технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; анализирует технологический процесс, выявляет его недостатки с учетом эффективности использования оборудования, сырья и вспомогательных материалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-3} Демонстрирует способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, с учетом норм выработки и технологических	- Знать: нормы выработки и технологические нормативы расходования сырья, материалов и энергетических затрат Уметь: применять нормы выработки и технологические нормативы расходования сырья, материалов и энергетических затрат для осуществления технологического процесса Владеть: навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом, с учетом норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат

нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат	
ИД2 _{ПКв-4} - Использует технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; анализирует технологический процесс, выявляет его недостатки с учетом эффективности использования оборудования, сырья и вспомогательных материалов	Знать: технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
	Уметь: выявлять недостатки процесса с учетом эффективности использования оборудования, сырья и вспомогательных материалов
	Владеть: навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; анализируя технологический процесс

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

3.1. Дисциплина «Ядерные реакторы» относится к вариативной части блока один.

Студент должен уметь:

Выявлять причины возникновения нарушений в технологическом процессе и разработка мероприятий по их устранению

Дисциплина «Ядерные реакторы» является предшествующей для освоения дисциплин:

- Научно-исследовательская практика
- Выпускная квалификационная работа

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр	Семестр
		8	9
	акад.	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	324	180	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	121,85	76	45,85
Лекции	51	36	15
Лабораторные работы (ЛР)	33	18	15
Практические работы (ПР)	33	18	15
Консультации текущие	2,55	1,8	0,75
Проведение консультаций перед экзаменом	2	2	
Виды аттестации (экзамен)	0,3	0,2	0,1
Самостоятельная работа:	168,35	70,2	98,15
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	33	18	15
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение заданий, решение кейс-заданий)	69,35	16,2	53,15
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение заданий, решение кейс-заданий)	33	18	15
Подготовка к практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение заданий,	33	18	15

решение кейс-заданий)			
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8	33,8	

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указывается в дидактических единицах)	Трудоемкость раздела, час
1	Нейтронно-физические процессы в ядерном реакторе Транспорт нейтронов. Тепловые нейтроны и диффузия нейтронов	Нейтрон и деление ядер. Свойства нейтрона. Цепная реакция деления, атомная бомба и ядерные реакторы (ЯР). Современное использование ЯР и нейтронов: АЭС, нейтроны как инструмент для исследования вещества, медицина, новые материалы и др. Физика деления: механизм деления, энергия деления, нейтроны деления, делящиеся изотопы. Энергия связи нейтрона в ядре. Взаимодействие быстрых нейтронов с ядрами и веществом: типы ядерных реакций, уровни возбуждения ядра, нейтронные резонансы. Понятие сечения взаимодействия, скорость реакций, плотность потока нейтронов. Процессы в ядерном реакторе, понятие критического реактора. Типовые схемы промышленных установок. Транспорт (перенос) нейтронов, понятия «замедление» и «диффузия». Уравнение диффузии моноэнергетических нейтронов. Длина диффузии и ее физический смысл, время диффузии (время «жизни» нейтронов). Диффузия в ограниченной среде и в многозонной среде.	51
2	Критичность ядерного реактора, методы расчета Кинетика и динамика реактора	Расчет на критичность в диффузионном приближении, понятия геометрического и материального параметров. Расчет на критичность в диффузионно-возрастном приближении. Многогрупповой подход к расчету реактора. Численные методы. Метод статистических испытаний. Кинетика и динамика реактора Вывод уравнения «точечной» кинетики; понятие «реактивности», времени «жизни» нейтронов и поколения нейтронов. Запаздывающие нейтроны, их влияние на кинетику реактора. Уравнения кинетики с учетом запаздывающих нейтронов, понятия «реактивности» на мгновенных и на запаздывающих нейтронах. Решение уравнений кинетики при постоянной реактивности. Влияние «обратной связи», устойчивость реактора. Температурная обратная связь.	44
3	Атомная энергетика и устройство атомных электростанций	Классификация реакторов: по энергии нейтронов, назначению, виду замедлителя и теплоносителя и др. Конструкции энергетических реакторов. Водяной реактор (ВВЭР). Канальный реактор кипящий (РБМК). Реактор с газовым теплоносителем. Реактор воспроизводства ядерного топлива (быстрый реактор БН). Устройство реакторов: активная зона, корпус, замедлитель, биологическая защита, системы контроля и регулирования. Классификация ядерных установок и их принципиальные технологические схемы. Атомные энергетические станции (АЭС); станции для выработки электрической энергии и теплоты для нужд теплоснабжения (АТЭЦ); станции теплоснабжения (АСТ); атомные станции для промышленных потребителей теплоты (АСПТ); станции с реакторами по воспроизводству ядерного	47,2

		горючего. Вспомогательное оборудование ЯЭУ и изменение параметров теплоносителя по тракту. Конструкция реактора Чернобыльской АЭС.	
4	Ядерная и радиационная безопасность работы ядерного реактора	Активность радионуклеидов, единицы измерения активности. Взаимодействие излучения с веществом и биологическими объектами. Доза: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная. Единицы измерения дозы. Мощность дозы. Предельно-допустимая доза для персонала АЭС. Допустимая мощность дозы и предельно-допустимое поступление радионуклеидов в организм человека. Источники поступления радиоактивных загрязнений в помещения АЭС, атмосферу и водный бассейн. Защита персонала АЭС от излучений. Нейтрализация, переработка и захоронение радиоактивных отходов ядерного цикла. Приборы для измерения радиоактивности. Ядерная и радиационная аварии, их причины. Меры по предотвращению аварий и снижению их последствий. Понятие «риска» технологии. Сравнение рисков атомной энергетики с другими источниками энергии.	54
5	Метод статистических испытаний в расчете ядерного реактора	Принцип метода Монте-Карло. Реализация случайной величины с известным законом распределения вероятности, метод Неймана. Розыгрыш траектории нейтрона (длины пробега, угла рассеяния, энергии). Оценки нейтронного потока. Алгоритмы симуляции цепного процесса. Решение задач реакторной физики в диффузионном приближении. Решение уравнения диффузии при точечном источнике в бесконечной среде. Решение уравнения диффузии для полубесконечной среды с источником на границе. Решение уравнения диффузии для пластины (сферы) с заданным распределенным источником. Нахождение критических параметров ядерного реактора без отражателя в односкоростном диффузионном приближении.	89,15

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПР, час	ЛР, час	СРО, час
1	Нейтронно-физические процессы в ядерном реакторе Транспорт нейтронов. Тепловые нейтроны и диффузия нейтронов	18	4	6	23
2	Критичность ядерного реактора, методы расчета Кинетика и динамика реактора	12	6	4	22
3	Атомная энергетика и устройство атомных электростанций	6	8	8	25,2
4	Ядерная и радиационная безопасность работы ядерного реактора	5	6	6	37
5	Метод статистических испытаний в расчете ядерного реактора	10	9	9	61,15

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Нейтронно-физические процессы в ядерном реакторе	Введение: нейтроны, реакторы, ядерная энергетика.	2
		Нейтронно-физические процессы в ядерном реакторе. Взаимодействие быстрых нейтронов с ядрами и веществом: типы ядерных реакций, уровни возбуждения	6

	Транспорт нейтронов. Тепловые нейтроны и диффузия нейтронов.	ядра, нейтронные резонансы.	
		Транспорт нейтронов. Замедление и рассеяние. Многократное рассеяние. Расчет потери энергии.	4
		Тепловые нейтроны. Уравнение диффузии моноэнергетических нейтронов. Длина диффузии и ее физический смысл, время диффузии. Диффузия в ограниченной среде и в многозонной среде.	6
2	Критичность ядерного реактора, методы расчета Кинетика и динамика реактора.	Расчет на критичность в диффузионном приближении, понятия геометрического и материального параметров. Расчет на критичность в диффузионно-возрастном приближении. Многогрупповой подход к расчету реактора. Численные методы. Метод статистических испытаний.	6
		Кинетика и динамика реактора Уравнение «точечной» кинетики; понятие «реактивности», времени «жизни» нейтронов и поколения нейтронов. Запаздывающие нейтроны, их влияние на кинетику реактора. Уравнения кинетики с учетом запаздывающих нейтронов, понятия «реактивности» на мгновенных и на запаздывающих нейтронах. Решение уравнений кинетики при постоянной реактивности.	6
3	Атомная энергетика и устройство атомных электростанций	Классификация реакторов: по энергии нейтронов, назначению, виду замедлителя и теплоносителя и др. Конструкции энергетических реакторов. Водо-водяной реактор (ВВЭР). Канальный реактор кипящий (РБМК). Реактор с газовым теплоносителем. Реактор производства ядерного топлива (быстрый реактор БН). Устройство реакторов. Классификация ядерных установок и их принципиальные технологические схемы. Вспомогательное оборудование ЯЭУ и изменение параметров теплоносителя по тракту.	6
	Итого за 1 семестр		36
4	Ядерная и радиационная безопасность работы ядерного реактора	Активность радионуклеидов. Взаимодействие излучения с веществами. Доза: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная. Мощность дозы. Допустимая мощность дозы. Источники поступления радиоактивных загрязнений. Нейтрализация, переработка и захоронение радиоактивных отходов. Ядерная и радиационная аварии, их причины. Меры по предотвращению аварий и снижению их последствий.	5
5	Метод статистических испытаний в расчете ядерного реактора	Принцип метода Монте-Карло. Реализация случайной величины с известным законом распределения вероятности, метод Неймана. Розыгрыш траектории нейтрона. Оценки нейтронного потока. Алгоритмы симуляции цепного процесса.	4
		Решение задач реакторной физики в диффузионном приближении. Решение уравнения диффузии при точечном источнике в бесконечной и полубесконечной среде, с заданным распределенным источником. Нахождение критических параметров ядерного реактора.	6
	Итого за 2 семестр		15

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Нейтронно-физические процессы в ядерном реакторе Транспорт нейтронов. Тепловые нейтроны и диффузия нейтронов.	Расчеты многократного рассеяния нейтронов	2
		Расчеты диффузии тепловых нейтронов в ограниченной среде	4
2	Критичность ядерного реактора, методы расчета Кинетика и	Расчеты критичности ядерного реактора	2

	динамика реактора.	Расчеты кинетики и динамики реактора	2
3	Атомная энергетика и устройство атомных электростанций	Тепловой расчет реактора типа РБМК	4
		Тепловой расчет реактора типа ВВЭР	4
	Итого за 1 семестр		18
4	Ядерная и радиационная безопасность работы ядерного реактора	Решение задач на управление реактором и радиационную безопасность	6
5	Метод статистических испытаний в расчете ядерного реактора	Расчет ядерного реактора по методу статистических испытаний.	5
		Расчет по методам оценки нейтронного потока и критичности. Алгоритмы симуляции цепного процесса.	4
	Итого за 2 семестр		15

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Нейтронно-физические процессы в ядерном реакторе Транспорт нейтронов. Тепловые нейтроны и диффузия нейтронов.	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий);	9
		Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий),	4
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	6
		Подготовка к практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение заданий, решение кейс-заданий)	4
2	Критичность ядерного реактора, методы расчета Кинетика и динамика реактора.	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий);	6
		Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий),	6
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий).	4
		Подготовка к практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение заданий, решение кейс-заданий)	6
3	Атомная энергетика и устройство атомных электростанций	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий);	3
		Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий),	6,2
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	8
		Подготовка к практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение заданий, решение кейс-заданий)	8
	Итого за 1 семестр		70,2
4	Ядерная и радиационная безопасность работы ядерного реактора	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий);	5
		Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий),	20
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	6

		Подготовка к практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение заданий, решение кейс-заданий)	6
5	Метод статистических испытаний в расчете ядерного реактора	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий); Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий), Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Подготовка к практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение заданий, решение кейс-заданий)	10 33,15 9 9
	Итого за 2 семестр		98,15

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Баклушин, Р.П. Эксплуатация АЭС. Ч.1: Работа АЭС в энергосистемах. Ч.2: Обращение с радиоактивными отходами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.П. Баклушин. — Электрон. дан. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 304 с. <https://e.lanbook.com/book/75744>.

2. Шустов, М. А. Методические основы инженерно-технического творчества.- М.: Машиностроение, 2015 г.- 260 с., ил.

3. Шпаковский, Н.А., Новицкая, Е.Л. ТРИЗ. Практика целевого изобретательства. Учебное пособие. - М.: ФОРУМ, 2011 г.- 336 с., ил.

4. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Половинкин — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016. — 364 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71759 – Основы инженерного творчества.

6.2 Дополнительная литература

1. Енговатов, И.А. Вывод из эксплуатации ядерных установок (на примере блоков атомных станций) [Электронный ресурс] : монография / И.А. Енговатов, Б.К. Былкин. — Электрон. дан. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2015. — 128 с. <https://e.lanbook.com/book/73947>.

2. Седнин, А.В. Атомные электрические станции. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Седнин, Н.Б. Карницкий, М.Л. Богданович. — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2010. — 150 с. <https://e.lanbook.com/book/65539>.

3. Маркитанова, Л.И. Защита от радиации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л.И. Маркитанова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 39 с. <https://e.lanbook.com/book/91504>.

4. Журнал «Экология и промышленность России»

5. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение»

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Правила оформления текстовых документов студенческих работ. Общие требования к содержанию, оформление. – Воронеж. гос. ун-т инж. тех-нол. – Воронеж: ВГУИТ, 2012. – 16 с.

2. Основные производства отрасли: метод. указания по выполнению контрольной работы / Воронеж. гос. ун-т инж. тех-нол.; сост. С.Ю. Панов.– Воронеж: ВГУИТ, 2014. – 8 с.

3. Инновационная деятельность [Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельной работе / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.; сост. К.Б. Ким – Воронеж : ВГУИТ, 2019. – 23 с. - [ЭИ]

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsuet.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsuet.ru/

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – ОС Windows, ОС ALT Linux

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Необходимый для реализации образовательной программы перечень материально-технического обеспечения включает:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций; средствами звуковоспроизведения; экраном; имеющие выход в Интернет);
- помещения для проведения семинарских, лабораторных и практических занятий (оборудованные учебной мебелью);
- библиотеку (имеющую рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет);
- компьютерные классы.

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена во внутренней сети по адресу <http://education.vsuet.ru>.

Аудитории для проведения занятий лекционного типа

<p>для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной и итоговой аттестации.</p>	<p>учебного процесса на 150 мест</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проектор Epson EB-955WH белый • Микшерный пульт с USB-интерфейсом Behringer Xenyx X1204USB • Активная акустическая система Behringer B112D Eurolive <ul style="list-style-type: none"> • Акустическая стойка Tempo SPS-280 <ul style="list-style-type: none"> • Комплект из 3 микрофонов в кейсе Behringer XM1800S Ultravoice • Микрофонная стойка Proel RSM180 <ul style="list-style-type: none"> • 15.6" Ноутбук Acer Extensa EX2520G-51P0 черный • Веб-камера Logitech ConferenceCam BCC950 (USB) <p>Экрансэлектроприводом CLASSIC SOLUTION Classic Lyra (16:9) 308x220</p>	<p>Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com</p> <p>AdobeReaderXI(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
---	---	--

Для проведения практических, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в распоряжении кафедры имеется:

<p>Учебная аудитория № 020 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Экран проекционный Мультимедийный проектор BenQMW 519 Ноутбук IntelCore 2–1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#47881748 от 24.12.2010г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com</p> <p>AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
<p>Учебная аудитория № 025 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Печь муфельная ЭКПС 10-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>
<p>Учебная аудитория № 027 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Шкаф сушильный ШС-80-01-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>
<p>Учебная аудитория № 029</p>	<p>Комплект мебели для учебного</p>	<p>ПО нет</p>

для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	процесса Шкаф сушильный тип. 23 151- 1 шт, Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	
Учебная аудитория № 016 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Магнитная мешалка типа ММ-4-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет
Учебная аудитория № 022 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Акводистиллятор ДЭ-15-1 шт, Термостат электрический суховоздушный охлаждающий ТСО-1/80-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет

Аудитория для самостоятельной работы студентов

Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 033.	Комплект мебели для учебного процесса Кондуктометр DDS-11C (COND-51) – 1 шт., Весы HCB 123 – 1 шт., Весы ВК-300.1 – 1 шт., Весы аналитические HR-250 AZG Водонепроницаемый стандартный погружной/проникающий зонд тип TD=5 – 2 шт., Компьютер CeleronD 320-1 шт, Высокотемпературный измерительный прибор с памятью данных Testo 735-2 – 1 шт., Иономер И-160МИ 0-14рН(рХ) – 1 шт., Источник питания постоянного тока АКИП Б5.30/10 – 1 шт., Спектрофотометр ПЭ-5300 В– 1 шт., Компьютер IntelCore 2DuoE7300-1 шт., Микроскоп Ievenhuk – 1 шт; Сосуд криобиологический (Дьюра) X-40-СКП; Прибор рН-метр РНер-4 – 1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
Кабинет для	Комплект мебели для учебного	Microsoft Open License

самостоятельной работы обучающихся № 39.	<p>процесса Компьютер CeleronD 2.8 -3 шт. Персональный компьютер IntelCore 2 –1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 024.	<p>Комплект мебели для учебного процесса, Микроколориметр МИД-200-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	ПО нет

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

Читальные залы библиотеки.	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.	<p>Microsoft Office Professional Plus 2010 Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от17.05.2011 г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Office 2007 Standart, Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Windows XP, Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com.</p> <p>AdobeReader XI, (бесплатноеПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/odfreader/volume-distribution.html</p>
----------------------------	--	---

Помещение для хранения реактивов, химической посуды и обслуживания лабораторных занятий

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования № 031	<p>Ноутбук LenovoG 575 – 1 шт, Ph-метр PH-150 МИ – 1 шт, Холодильник NORD- 1 шт, Ксерокс XeroxWorkCentre 3119- 1шт.</p>	<p>Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
---	---	--

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля).**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах»

АННОТАЦИЯ дисциплины Ядерные реакторы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-3	Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выявлять причины возникновения нарушений в технологическом процессе	ИД1 _{ПКв-3} - Демонстрирует способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, с учетом норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат
			ИД2 _{ПКв-4} - Использует технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; анализирует технологический процесс, выявляет его недостатки с учетом эффективности использования оборудования, сырья и вспомогательных материалов

Содержание разделов дисциплины: Нейтрон и деление ядер. Свойства нейтрона. Цепная реакция деления, атомная бомба и ядерные реакторы (ЯР). Современное использование ЯР и нейтронов: АЭС, нейтроны как инструмент для исследования вещества, медицина, новые материалы и др. Физика деления: механизм деления, энергия деления, нейтроны деления, делящиеся изотопы. Энергия связи нейтрона в ядре. Взаимодействие быстрых нейтронов с ядрами и веществом: типы ядерных реакций, уровни возбуждения ядра, нейтронные резонансы. Понятие сечения взаимодействия, скорость реакций, плотность потока нейтронов. Процессы в ядерном реакторе, понятие критического реактора. Типовые схемы промышленных установок. Транспорт (перенос) нейтронов, понятия «замедление» и «диффузия». Уравнение диффузии моноэнергетических нейтронов. Длина диффузии и ее физический смысл, время диффузии (время «жизни» нейтронов). Диффузия в ограниченной среде и в многозонной среде. Расчет на критичность в диффузионном приближении. Численные методы. Метод статистических испытаний. Вывод уравнения «точечной» кинетики; понятие «реактивности», времени «жизни» нейтронов и поколения нейтронов. Запаздывающие нейтроны, их влияние на кинетику реактора. Уравнения кинетики с учетом запаздывающих нейтронов, понятия «реактивности» на мгновенных и на запаздывающих нейтронах. Решение уравнений кинетики при постоянной реактивности. Влияние «обратной связи», устойчивость реактора. Температурная обратная связь. Атомная энергетика и устройство атомных Ядерная и радиационная безопасность работы ядерного реактора и АЭС. Ядерная и радиационная аварии, их причины. Меры по предотвращению аварий и снижению их последствий. Понятие «риска» технологии. Сравнение рисков атомной энергетике с другими источниками энергии. Метод статистических испытаний в расчете ядерного реактора. Решение задач реакторной физики в диффузионном приближении.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Ядерные реакторы

1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования компетенций

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-3	Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выявлять причины возникновения нарушений в технологическом процессе	ИД1 _{ПКв-3} - Демонстрирует способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, с учетом норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат
			ИД2 _{ПКв-4} - Использует технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; анализирует технологический процесс, выявляет его недостатки с учетом эффективности использования оборудования, сырья и вспомогательных материалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-3} - Демонстрирует способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, с учетом норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат	Знать: нормы выработки и технологические нормативы расходования сырья, материалов и энергетических затрат
	Уметь: применять нормы выработки и технологические нормативы расходования сырья, материалов и энергетических затрат для осуществления технологического процесса
	Владеть: навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом, с учетом норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат
ИД2 _{ПКв-4} - Использует технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; анализирует технологический процесс, выявляет его недостатки с учетом эффективности использования оборудования, сырья и вспомогательных материалов	Знать: технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
	Уметь: выявлять недостатки процесса с учетом эффективности использования оборудования, сырья и вспомогательных материалов
	Владеть: навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; анализируя технологический процесс

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/ процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Нейтронно-физические процессы в ядерном реакторе Транспорт нейтронов. Тепловые нейтроны и диффузия нейтронов	ПКв-3	Вопросы к собеседованию	1-11	Контроль преподавателем
			Тестовые задания	92-101	Бланочное тестирование
			Кейс-задача	161-172	Контроль преподавателем
2	Критичность ядерного реактора, методы расчета. Кинетика и динамика реактора	ПКв-3	Вопросы к собеседованию	12-36	Контроль преподавателем
			Тестовые задания	102-112	Бланочное тестирование
			Задание	133-141, 149-152	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	161-172	Контроль преподавателем
3	Атомная энергетика и устройство атомных электростанций	ПКв-3	Вопросы к собеседованию	37-57, 73-78	Бланочное тестирование
			Тестовые задания	113-124	Контроль преподавателем
			Задание	133-141	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	161-172	Бланочное тестирование
4	Ядерная и радиационная безопасность работы ядерного реактора	ПКв-3	Вопросы к собеседованию	58-62, 79-91	Контроль преподавателем
			Тестовые задания	125-134	Контроль преподавателем
			Задание	144-148, 153-160	Бланочное тестирование
			Кейс-задача	161-172	Контроль преподавателем
5	Метод статистических испытаний в расчете ядерного реактора	ПКв-3	Вопросы к собеседованию	63-72	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	161-172	Бланочное тестирование

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы к собеседованию (экзамен, зачет, защита лабораторных работ)

ПКв-3 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выявлять причины возникновения нарушений в технологическом процессе

№ задания	Формулировка вопроса
1.	Нейтрон и деление ядер. Свойства нейтрона.
2.	Цепная реакция деления, атомная бомба и ядерные реакторы (ЯР).
3.	Современное использование ЯР и нейтронов: АЭС, нейтроны как инструмент для исследования вещества, медицина, новые материалы и др.
4.	Физика деления: механизм деления, энергия деления, нейтроны деления, делящиеся изотопы.
5.	Энергия связи нейтрона в ядре. Взаимодействие быстрых нейтронов с ядрами и веществом: типы ядерных реакций, уровни возбуждения ядра, нейтронные резонансы
6.	Понятие сечения взаимодействия, скорость реакций, плотность потока нейтронов.
7.	Процессы в ядерном реакторе, понятие критического реактора.
8.	Типовые схемы промышленных установок.
9.	Транспорт (перенос) нейтронов, понятия «замедление» и «диффузия».
10.	Уравнение диффузии моноэнергетических нейтронов.
11.	Длина диффузии и ее физический смысл, время диффузии (время «жизни» нейтронов). Диффузия в ограниченной среде и в многозонной среде.
12.	Расчет на критичность в диффузионном приближении, понятия геометрического и материального параметров.
13.	Расчет на критичность в диффузионно-возрастном приближении.
14.	Многогрупповой подход к расчету реактора.
15.	Численные методы. Метод статистических испытаний.
16.	Кинетика и динамика реактора Вывод уравнения «точечной» кинетики
17.	Вывод уравнения «точечной» кинетики; понятие «реактивности», времени «жизни» нейтронов и поколения нейтронов.
18.	Запаздывающие нейтроны, их влияние на кинетику реактора.
19.	Уравнения кинетики с учетом запаздывающих нейтронов, понятия «реактивности» на мгновенных и на запаздывающих нейтронах.
20.	Решение уравнений кинетики при постоянной реактивности.
21.	Влияние «обратной связи», устойчивость реактора.
22.	Температурная обратная связь.
23.	Реактивность, понятие критичности.
24.	Расходование запаса критичности в ходе кампании реактора.
25.	Мгновенные и запаздывающие нейтроны.
26.	Уравнение кинетики реактора, когда все нейтроны являются мгновенными.
27.	Период реактора.
28.	Среднее время жизни одного поколения нейтронов при учёте запаздывающих нейтронов.
29.	Уравнение баланса нейтронов при учёте запаздывающих нейтронов.
30.	Анализ уравнения кинетики реактора при малых и больших реактивностях.
31.	Мгновенная критичность реактора.
32.	Размножение нейтронов в подкритическом реакторе (пусковая задача).
33.	Температурные и другие эффекты реактивности активной зоны реактора.
34.	Свойство саморегулирования реактора.
35.	Система управления и защиты реактора.
36.	Группы стержней автоматического и ручного регулирования, компенсирующие, аварийной защиты.

37.	Классификация реакторов: по энергии нейтронов, назначению, виду замедлителя и теплоносителя и др.
38.	Конструкции энергетических реакторов.
39.	Водо-водяной реактор (ВВЭР).
40.	Канальный реактор кипящий (РБМК).
41.	Реактор с газовым теплоносителем.
42.	Реактор воспроизводства ядерного топлива (быстрый реактор БН).
43.	Устройство реакторов: активная зона, корпус, замедлитель, биологическая защита, системы контроля и регулирования.
44.	Классификация ядерных установок и их принципиальные технологические схемы.
45.	Атомные энергетические станции (АЭС); станции для выработки электрической энергии и теплоты для нужд теплоснабжения (АТЭЦ); станции теплоснабжения (АСТ); атомные станции для промышленных потребителей теплоты (АСПТ); станции с реакторами повоспроизводству ядерного горючего.
46.	Вспомогательное оборудование ядерных установок и изменение параметров теплоносителя по тракту.
47.	Тепловыделение в активной зоне – кинетическая энергия осколков деления, нейтронов, излучения.
48.	Тепловая мощность реактора, выраженная через расход теплоносителя и величину нейтронного потока.
49.	Параметры теплоносителя в реакторах РБМК и ВВЭР.
50.	Определение размеров активной зоны реактора ВВЭР по заданной мощности.
51.	Расчёт температурного режима тепловыделяющего элемента.
52.	Факторы надёжности отвода теплоты в реакторе.
53.	Парогенераторы ЯЭУ с реактором ВВЭР.
54.	Изменение температуры теплоносителя и рабочего тела в парогенераторе .
55.	Конструкции горизонтального и вертикального парогенераторов.
56.	Регулирование тепловой мощности реактора, изменение расхода и температуры теплоносителя.
57.	Особенности конструкции парогенераторов с жидкометаллическим теплоносителем.
58.	Место атомной энергетики в мировой энергетической системе
59.	Атомная энергетика в России.
60.	Устройство атомных электростанций с реакторами ВВЭР.
61.	Устройство атомных электростанций с реакторами РБМК.
62.	Подробно о конструкции реактора Чернобыльской АЭС.
63.	Принцип метода Монте-Карло.
64.	Реализация случайной величины с известным законом распределения вероятности, метод Неймана.
65.	Розыгрыш траектории нейтрона (длины пробега, угла рассеяния, энергии).
66.	Оценки нейтронного потока.
67.	Алгоритмы симуляции цепного процесса.
68.	Решение задач реакторной физики в диффузионном приближении.
69.	Решение уравнения диффузии при точечном источнике в бесконечной среде.
70.	Решение уравнения диффузии для полубесконечной среды с источником на границе.
71.	Решение уравнения диффузии для пластины (сферы) с заданным распределенным источником.
72.	Нахождение критических параметров ядерного реактора без отражателя в односкоростном диффузионном приближении.
73.	Понятие критического реактора; оценка критичности в односкоростном диффузионном приближении.
74.	Понятия геометрического и материального параметров реактора, формула критичности.
75.	Распределение нейтронов в сферическом критическом реакторе без отражателя в диффузионном односкоростном приближении.
76.	Запаздывающие нейтроны, их влияние на кинетику реактора; понятия «реактивности» на мгновенных и запаздывающих нейтронах.
77.	Использование ядерных реакторов в энергетике, преимущества ядерной энергетики.
78.	Элементарная теория замедления нейтронов: потеря энергии при однократном столкновении.
79.	Активность радионуклеидов, единицы измерения активности.
80.	Взаимодействие излучения с веществом и биологическими объектами.
81.	Доза: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная. Единицы измерения дозы.
82.	Мощность дозы. Предельно-допустимая доза для персонала АЭС. Допустимая мощность дозы

	и предельно-допустимое поступление радионуклеидов в организм человека.
83.	Источники поступления радиоактивных загрязнений в помещения АЭС, атмосферу и водный бассейн.
84.	Защита персонала АЭС от излучений.
85.	Нейтрализация, переработка и захоронение радиоактивных отходов ядерного цикла.
86.	Приборы для измерения радиоактивности.
87.	Ядерная и радиационная аварии, их причины.
88.	Меры по предотвращению аварий и снижению их последствий. Понятие «риска» технологии.
89.	Сравнение рисков атомной энергетики с другими источниками энергии.
90.	Стандарты безопасности, разработанные Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ)
91.	Стандарты, разработанные международной организацией ИСО.

Тесты (тестовые задания) для контроля текущей успеваемости

ПКв-3 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выявлять причины возникновения нарушений в технологическом процессе

№ задания	Тест (тестовое задание)
92.	Устройство, предназначенное для осуществления управляемой ядерной реакции, называют: <ul style="list-style-type: none"> • атомный реактор • ядерный реактор • реактор - размножитель
93.	В каких реакторах в качестве ядерного горючего используют уран-235: <ul style="list-style-type: none"> • реактор на медленных нейтронах • реактор на быстрых нейтронах • реактор-размножитель
94.	Какой из химических элементов может служить ядерным горючим? <ul style="list-style-type: none"> • торий • радий • плутоний
95.	Лучшим замедлителем нейтронов считается: <ul style="list-style-type: none"> • дистиллированная вода • обычная вода • тяжёлая вода
96.	Для регулирования скорости реакции используют стержни, содержащие: <ul style="list-style-type: none"> • бор • бром • фтор
97.	Для чего нужна защитная оболочка ядерного реактора? <ul style="list-style-type: none"> • для задерживания нейтронов • для задерживания протонов • для задерживания электронов
98.	Какая частица вызывает цепную реакцию? <ul style="list-style-type: none"> • α – частица • β – частица • нейтрон
99.	Если масса урана будет больше критической массы, то: <ul style="list-style-type: none"> • будет протекать цепная реакция • произойдёт взрыв • реакция протекать не будет
100.	Что значит «обогатить природный уран-235»? <ul style="list-style-type: none"> • уменьшить его процентное содержание • добавить примеси • увеличить его процентное содержание
101.	Критическая масса шарообразного куска урана-235 равна приблизительно: <ul style="list-style-type: none"> • 50 кг • 45 кг • 40 кг

Кейс-задачи(задания)

ПКв-3 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выявлять причины возникновения нарушений в технологическом процессе

Незадания	Условие задачи
161.	Выполните физико-нейтронный расчет гомогенного ядерного реактора на урановом горючем. Замедлитель нейтронов – вода, высота и радиус активной колонны соответственно 2 м и 1 м, коэффициент размножения нейтронов 1,26. В результате расчета определить степень обогащения горючего нуклидом ^{235}U . Определить также влияние отражателя нейтронов на величины коэффициента размножения нейтронов и на степень обогащения. Построить график влияния отражателя нейтронов на коэффициент размножения нейтронов и сделать выводы о соответствующем изменении степени обогащения урана.
162.	Выполните физико-нейтронный расчет гомогенного ядерного реактора на урановом горючем. Замедлитель нейтронов – углерод, высота и радиус активной колонны соответственно 3 м и 1,5 м, коэффициент размножения нейтронов 1,18. В результате расчета определить степень обогащения горючего нуклидом ^{235}U . Определить также влияние отражателя нейтронов на величины коэффициента размножения нейтронов и на степень обогащения. Построить график влияния отражателя нейтронов на коэффициент размножения нейтронов и сделать выводы о соответствующем изменении степени обогащения урана.
163.	Выполните физико-нейтронный расчет гомогенного ядерного реактора на урановом горючем. Замедлитель нейтронов – бериллий, высота и радиус активной колонны соответственно 3,2 м и 1,6 м, коэффициент размножения нейтронов 1,28. В результате расчета определить степень обогащения горючего нуклидом ^{235}U . Определить также влияние отражателя нейтронов на величины коэффициента размножения нейтронов и на степень обогащения. Построить график влияния отражателя нейтронов на коэффициент размножения нейтронов и сделать выводы о соответствующем изменении степени обогащения урана.
164	Выполнить тепловой расчет гетерогенного реактора типа РБМК Мощность блока (электрическую) 800 МВт , КПД установки 29 %, давление в первом контуре 7 МПа, температура теплоносителя на выходе из реактора 553 К, температура теплоносителя на входе в реактор 543 К, среднюю скорость теплоносителя в активной зоне 2 м/с, диаметр ТВЭЛ принять 13 мм. Результаты решения задачи необходимо представить в виде отчета, в котором отразить: 1. Основные результаты расчета: тепловую мощность реактора, расход теплоносителя (воды первого контура), температуру теплоносителя на входе и выходе из активной зоны, сечение активной зоны для расхода теплоносителя, количество тепловыделяющих сборок (ТВС) в активной зоне, диаметр и высоту активной зоны. 2. Сравнение теплотехнических параметров рассчитанного реактора с параметрами реакторов ВВЭР, действующих на АЭС. Температурный режим тепловыделяющего элемента. Изменение по длине и максимальные температуры ТВЭЛ: стенки оболочки со стороны теплоносителя, стенки оболочки со стороны горючего, горючего на оси ТВЭЛ
165	Выполнить тепловой расчет гетерогенного реактора типа РБМК Мощность блока (электрическую) 1400 МВт , КПД установки 32 %, давление в первом контуре 8 МПа, температура теплоносителя на выходе из реактора 556 К, температура теплоносителя на входе в реактор 543 К, среднюю скорость теплоносителя в активной зоне 2,1 м/с, диаметр ТВЭЛ принять 12,9 мм. Результаты решения задачи необходимо представить в виде отчета, в котором отразить: 1. Основные результаты расчета: тепловую мощность реактора, расход теплоносителя (воды первого контура), температуру теплоносителя на входе и выходе из активной зоны, сечение активной зоны для расхода теплоносителя, количество тепловыделяющих сборок (ТВС) в активной зоне, диаметр и высоту активной зоны. 2. Сравнение теплотехнических параметров рассчитанного реактора с параметрами реакторов ВВЭР, действующих на АЭС. 3. Температурный режим тепловыделяющего элемента. Изменение по длине и максимальные температуры ТВЭЛ: стенки оболочки со стороны теплоносителя, стенки оболочки со стороны горючего, горючего на оси ТВЭЛ

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

1. Рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ОМ является текущий опрос в виде собеседования, за каждый правильный ответ студент получает 5 баллов (зачтено - 5, не зачтено - 0),. Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

2. Балльная система служит для получения оценки на экзамене по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 30.

Студент набравший в семестре менее 30 баллов может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того чтобы быть допущенным до экзамена.

Студент, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче экзамена количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

Экзамен может проводиться в виде тестового задания и кейс-задания или собеседования и кейс-заданий и/или задач.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка	Уровень освоения компетенции
ПКв-3 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выявлять причины возникновения нарушений в технологическом процессе					
Знать - нормы выработки и технологические нормативы расходования сырья, материалов и энергетических затрат; технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	Собеседование (экзамен, зачет)	Уровень владения материалом	Обучающийся активно участвовал в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения; допустил не более 1 ошибки в ответе;	отлично	освоена (повышенный)
			Обучающийся участвовал в обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, допустил более 1, но менее 3 ошибок;	хорошо	освоена (повышенный)
			Обучающийся участвовал в обсуждении, предоставил мало аргументов в пользу решения, допустил более 3, но менее 5 ошибок;	удовлетворительно	освоена (базовый)
			Обучающийся не раскрыл содержание материала, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины	неудовлетворительно	не освоена (недостаточный)
	Тестовые задания	Результат тестирования	Более 85 % правильных ответов	отлично	освоена (повышенный)
			75-85 % правильных ответов	хорошо	освоена (повышенный)
			60-75 % правильных ответов	удовлетворительно	освоена (базовый)
			Менее 60 % правильных ответов	не удовлетворительно	не освоена (недостаточный)
Уметь применять нормы выработки и технологические нормативы расходования сырья, материалов и энергетических затрат для осуществления технологического процесса; выявлять недостатки процесса с учетом эффективности использования оборудования, сырья и вспомогательных материалов	Задание	Содержание решения	Обучающийся выбрал верную методику решения, представил пояснения, провел верный расчет, допустил не более 1 ошибки	Отлично	Освоена (повышенный)
			Обучающийся выбрал верную методику решения задачи, представил краткие пояснения, провел частично верный расчет, имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, допущено не более 3 ошибок в ответе	Хорошо	Освоена (повышенный)
			Обучающийся выбрал верную методику решения задачи, пояснения не представлены в необходимом объеме, расчет (или схема) выполнены с ошибками, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, допустил не более 5 ошибок в ответе	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Обучающийся выбрал неверную методику решения задачи или неверный ответ на задание	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)

)
Владеть навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом, с учетом норм выработки и технологических нормативов расхода сырья, материалов и энергетических затрат; навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; анализируя технологический процесс	Кейс-задания	Содержание решения кейс-задачи	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)

