

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕРИАЛЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01 Учебный план № 5111
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления подготовки и уровня образования
Уровень образования специалитет	14.05.02
Квалификация, присваиваемая выпускнику Инженер-физик	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:
ФГОС ВО	17.08.2015, № 849

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Денисова Эльмира Ивановна	канд.тех.наук, доцент	доцент	Редких металлов и наномате риалов	

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И.Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы

С.Е. Щеклеин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕРИАЛЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Материалы современной энергетики» относится к вариативной части образовательной программы. Курс основывается на теоретических знаниях, полученных студентами при изучении «Материаловедения» и «Химии». «Материалы современной энергетики» являются пререквизитом курса «Контроль металла на атомных станциях».

В курсе «Материалы современной энергетики» изучаются непосредственно сами материалы современной энергетики: ядерно-горючие материалы – различные виды топлива, другие реакторные материалы – материалы теплоносителя, отражателя и замедлителя, регулирующих систем и защиты реактора. В соответствующих разделах рассмотрены требования, предъявляемые к данным материалам в зависимости от их назначения, процессы и реакции, возникающие в материалах при облучении, зависимости характера процессов от природы, структуры и состава материалов. Все изучаемые процессы и явления, происходящие в материалах, равно как и свойства самих материалов, рассматриваются с точки зрения влияния на них нейтронного излучения. Рассматриваются вызванные облучением изменения в структуре конструкционных материалов, приводящие к радиационному набуханию и упрочнению, радиационному охрупчиванию и хладноломкости. Делаются акценты на факторы, способствующие возникновению этих явлений и приводящие к снижению эксплуатационных характеристик материалов, уделяется внимание мерам предотвращения и устранения негативных последствий облучения. Важные механические свойства конструкционных материалов реактора – жаропрочность, ползучесть, трещиностойкость и коррозионная стойкость тоже носят специфический характер вследствие радиационных повреждений и тоже рассматриваются с точки зрения этого фактора. Подлежат изучению и способы, улучшающие физико-механические свойства и рабочие характеристики материалов, способствующие повышению их работоспособности.

Таким образом, целью настоящей дисциплины является формирование у студентов знаний о разнообразии, структуре и свойствах реакторных материалов, условиях и особенностях их работы; умение правильно сделать выбор в пользу тех или иных материалов и заранее спрогнозировать эффективность их использования в ядерно-энергетических установках.

1.2. Язык реализации программы русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ПК-6 – владение основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования;

ПК-28 – способность проводить анализ производственных и непроизводственных затрат на обеспечение необходимого качества продукции;

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- требования, предъявляемые к конструкционным и ядерно-горючим материалам активной зоны и других элементов ядерных энергетических установок;
- механизмы возникновения радиационных повреждений конструкционных материалов;
- механизмы возникновения радиационных повреждений различных элементов ядерных энергетических установок;
- химические, физические, механические и эксплуатационные свойства и характеристики конструкционных материалов, применяемых в ядерной энергетике;
- химические, физические, механические свойства ядерно-горючих материалов, материалов замедлителя, отражателя, теплоносителя, регулирующих систем и защиты реактора;

- процессы, протекающие в реакторных материалах под воздействием нейтронного облучения
- процессы, протекающие в реакторных материалах в результате коррозии;
- процессы, протекающие в реакторных материалах в результате термических нагрузок;
- меры, ослабляющие или устраняющие снижение технологических свойств конструкционных материалов от воздействия термических, механических нагрузок при нейтронном облучении.

Уметь:

- формировать принципиальные подходы к подбору конструкционных материалов ядерных реакторов в зависимости от конструкционной схемы ядерной энергетической установки и зоны применения материалов;
- проводить сопоставление различных материалов с целью выявления наиболее оптимального для заданной конструкции ядерного реактора;
- применять на практике полученные знания при проектировании и реализации производственных проектов;
- объяснять особенности материалов, основанные на их физико-химических свойствах.

Владеть:

- принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования;
- методами экспериментального исследования свойств материалов активной зоны реактора и других конструкционных элементов реактора на основе информации об их строении и структуре.
- методами анализа и интерпретации экспериментальных результатов.

1.4. Объем дисциплины МАТЕРИАЛЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	8
1.	Аудиторные занятия	34	34	34
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	–	–	–
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	34	5,1	34
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3, 4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	72	39,35	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	2		2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕРИАЛЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Код раздела, темы	Раздел, темы дисциплины*	Содержание
P1	Воздействие облучения на материалы	Виды радиационных повреждений. Энергия повреждающих частиц. Дефекты, образующиеся в материалах при облучении. Точечные и линейные дефекты. Особенности образования дефектов, поведение дефектов. Каскадная функция. Модели каскадной функции. Процессы, протекающие в кристаллической решетке при облучении. Процессы, протекающие при облучении в конструкционных материалах ядерно-энергетических установок.
P2	Основные	Вакансионное порообразование и радиационное распухание

	явления, возникающие в материалах при нейтронном облучении	материалов (свеллинг). Факторы, влияющие на радиационное распухание материалов. Дозная, температурная зависимость распухания. Зависимость распухания от напряжений в материале. Механизмы и методы ослабления радиационного распухания материалов. Пути снижения распухания конструкционных материалов. Радиационное упрочнение материалов корпусов реакторов. преимущественное влияние температуры и флюенса на радиационное упрочнение конструкционных материалов. Радиационное охрупчивание материалов корпусов реакторов. Низкотемпературное и высокотемпературное радиационное охрупчивание материалов. Радиационная хладноломкость конструкционных материалов ЯР. Жаропрочность конструкционных материалов ЯР (кратковременная, длительная, условный и физический пределы усталости (выносливости)). Высокотемпературная и низкотемпературная ползучесть материалов. Механизм высокотемпературной ползучести (стадии). Диффузионная ползучесть. Микроползучесть. Термическая усталость конструкционных материалов ЯР.
Р3	Коррозионные процессы материалов ядерной техники	Электрохимическая коррозия (жидкостная, атмосферная, почвенная). Электрохимический потенциал. гальванические пары. Анодный и катодный процессы. Легирование как основной способ защиты от электрохимической коррозии. Химическая коррозия. Газовая коррозия. Пассивное и активное состояние металла. Пленочная теория пассивности. Окисление кислородом. Виды коррозионных повреждений. Сплошная (равномерная и неравномерная). Местная (пятнистая, язвенная, точечная, ножевая, нитевидная, подслоная, избирательная). Особенности и механизм коррозионного растрескивания и межкристаллитного разрушения металлов и сплавов. Оценка коррозионной стойкости материалов. Коррозия в различных средах: в газовых средах (теплоносителях), в воде, паро-водяной смеси и перегретом паре, в органических и жидкометаллических теплоносителях. Коррозионные повреждения материалов АЭС (сплавов циркония, конструкционных сталей). Влияние нейтронного облучения на коррозионные процессы материалов АЭС. Пути повышения коррозионной стойкости конструкционных материалов АЭС.
Р4	Ядерно-горючие материалы	Металлическое ядерное топливо. Уран: кристаллическая структура (аллотропные модификации), химические, физические, механические свойства. Изотопы урана (реакции образования изотопов). Размерная нестабильность металлического урана. Рост урана при термоциклировании и нейтронном облучении. Термомеханическая теория роста урана под облучением. Радиационное распухание урана (твердое, газовое). Влияние облучения на механические свойства урана. Пути снижения размерной нестабильности урана. Коррозия урана. Коррозионная стойкость и совместимость металлического урана с оболочками ТВЭЛов. Сплавы урана (α -фазные, γ -фазные). Требования к легирующим элементам, входящим в состав урановых сплавов. Плутоний. Кристаллическая структура (аллотропные модификации). Химические, физические и механические свойства плутония. Изотопы плутония (ядерные реакции образования изотопов плутония и с участием изотопов плутония). Коррозия плутония. Плутоний как горючее в реакторах на тепловых и быстрых нейтронах. Сплавы плутония. Виды плутония: оружейный, топливный, реакторный. Понятия: имплозия, триггер, преддетонация, критическая масса, подкритическое и сверхкритическое состояния. Торий. Кристаллическая структура (аллотропные модификации). Изотопы тория. Реакция облучения природного тория. Химические, физические и механические свойства тория. Коррозия тория. Сплавы тория. Керамическое ядерное топливо. Оксидные ядерные горючие материалы.

		Диоксид урана: технология изготовления, свойства, совместимость с материалами оболочек. Процессы, происходящие в диоксиде урана при облучении. Изменение структуры диоксида урана в процессе работы реактора. Карбидное и нитридное топливо: карбиды урана, плутония, тория; нитриды урана. Поведение керамических материалов под облучением. Дисперсионное ядерное горючее. Разбавление оружейного урана (ВОУ-НОУ). Смешанное уран-плутониевое топливо (мокс-топливо). Тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ) реакторов. Строение, тепловой контакт, повреждения ТВЭЛ. Методы контроля ТВЭЛ. Принимаемые меры устранения повреждений и разрушений ТВЭЛ.
P5	Материалы замедлителя и отражателя	Требования к материалам замедлителям и отражателям нейтронов. Обычная и тяжелая вода. Графит и пироуглерод. Изотопы графита. Кристаллическая структура (аллотропные модификации). Свойства графита. Реакторный графит. Радиационная стойкость графита. Коррозия графита. Защита графита от окисления. Взаимодействие графита с жидкометаллическим топливом. Бериллий и его оксиды. Физические и механические свойства. Радиационная и коррозионная бериллия. Гидриды металлов.
P6	Материалы теплоносителей ядерных энергетических установок	Требования, предъявляемые к материалам теплоносителей. Водный теплоноситель. Требования к воде. Радиолиз воды. Радиолитические газы. Радиационная стойкость воды. Сдвух радиолитических газов. Тяжелая вода. Жидкометаллические теплоносители. Материалы жидкометаллических теплоносителей. Их преимущества и недостатки перед водными теплоносителями. Коррозия в жидкометаллических теплоносителях. Способы снижения коррозии. Натрий. Калий. Литий. Висмут Свинец. Газовые теплоносители. Их достоинства и недостатки. Классификация газовых теплоносителей: по структуре, химическому составу, молекулярной массе, степени активации, сечению поглощения, агрессивности. Углекислый газ. Гелий. Органические теплоносители. Преимущества и недостатки. Виды неорганических теплоносителей.
P7	Материалы регулирующих систем и защиты реактора.	Требования к материалам защиты от быстрых и тепловых нейтронов. Требования к материалам защиты от первичного и вторичного гамма излучения. Методы регулирования эффективного коэффициента размножения реактора. Регулирующие стержни. Материалы органов регулирования. Бор и его соединения: борная кислота, карбиды бора (дисперсные соединения, керметы). Кадмий и его сплавы. Гафний и его сплавы. Редкоземельные элементы и их оксиды. Сплавы серебра. Водородсодержащие элементы: бетоны. Выгорающие поглотители. Борный и гадолиниевый ВП. Способы размещения ВП: гомогенный, гетерогенный (неблокированный, блокированный).

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																										
				Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Лекции	Практические занятия		Лабораторные работы	Всего (час.)	Лекция		Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	НИ семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен			
				P1				Воздействие облучения на материалы																				2,4	2	2
P2	Основные явления, возникающие в материалах при нейтронном облучении	21	6	2	4	15	3	0,4	2,6				1									0								
P3	Коррозионные процессы материалов ядерной техники	2,4	2	2	0	0,4	0,4	0														0								
P4	Ядерно-горючие материалы	18	12	4	8	6	6	0,8	5,2													0								
P5	Материалы замедлителя и отражателя	8	4	2	2	4	2	0,4	1,6													2								
P6	Материалы теплоносителей ядерно-энергетических установок	4,4	2	2	0	2,4	0,4	0,4	0													2	1							
P7	Материалы регулирующих систем и защиты реактора	11,8	6	3	3	5,8	3,8	0,6	3,2													2								
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	68	34	17	17	0	34	16	3,4	12,6	0				12	0	0	12	0	0	0	0	0	6	6					
	Всего по дисциплине (час.):	72	34			38																				В т.ч. промежуточная аттестация			4	0

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Радиационное набухание, упрочнение и охрупчивание	4
P4	2	Металлическое ядерное топливо	4
P4	3	Керамическое ядерное топливо	4
P5	4	Требования к замедлителям и отражателям нейтронов	2
P7	5	Требования к материалам защиты от нейтронного и гамма-излучения	3
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Особенности структурных превращений в твердорастворно-упрочняемых аустенитных хром-никелевых сталях и сплавах при нейтронном облучении.
2. Сопrotивляемость радиационному набуханию сталей и сплавов с ОЦК- и ГПУ-решетками.
3. Радиационное набухание сталей и сплавов при нейтронном и ионном облучении.
4. Феноменологические особенности и механизм радиационного охрупчивания.
5. Структура и радиационная повреждаемость мартенситно-стареющих сталей
6. Методы количественной оценки величины радиационного набухания.
7. Влияние нейтронного излучения и гамма-излучения на коррозионное растрескивание аустенитных хром-никелевых сталей и сплавов.
8. Оценка повреждаемости и работоспособности конструкционных материалов ядерно-энергетических установок.
9. Влияние нейтронного облучения на кратковременную пластичность сплавов при вы-соких температурах.
10. Влияние легирования и структурных особенностей на радиационную хладноломкость ферритных сталей.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

1. Особенности материалов замедлителя, отражателя, органов регулирования и теплоносителя.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1		+										
P2		+										
P3		+										
P4		+										
P5		+										
P6		+										
P7		+										

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.М. Материаловедение: учебник для студентов ВУЗов. М: Машиностроение, 2009 г. – 528 стр. – 106 экз.

2. Томилин, В. И. Физическое материаловедение. В 2 частях : учебное пособие. 1. Пассивные диэлектрики / В.И. Томилин ; Н.П. Томилина ; В.А. Бахтина .— Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012 .— 280 с. — ISBN 978-5-7638-2510-7 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229343>>.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Мальцева, Людмила Алексеевна. Материаловедение : [учебное пособие] / Л. А. Мальцева, М. А. Гервасьев, А. Б. Кутьин ; науч. ред. В. Р. Бараз ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007 .— 339 с. – 61 экз.

2. Физическое материаловедение: Учебник для вузов / Под общей ред. Б.А.Калина. Т.6. Конструкционные материалы / Б.А.Калин и др. М.: НИЯУ МИФИ, 2012 -736 с. – 20 экз.
3. Физическое материаловедение: Учебник для вузов / Под общей ред. Б.А.Калина. Т.7. Ядерные топливные материалы / В.Г.Баранов, Ю.Г.Годин, А.В.Тенишев, А.В.Хлупов, В.В.Новиков.-М.: НИЯУ МИФИ, 2012.-240 с. – 20 экз.

9.2.Методические разработки

Не используются

9.3.Программное обеспечение

Не используются

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ URL:<http://lib.urfu.ru>
2. иное окно доступа к образовательным ресурсам URL:<http://window.edu.ru/window/library>.
3. Публичная библиотека. URL: <http://publ.lib.ru/publib.html>.
4. Публичная Электронная Библиотека URL: <http://lib.walla.ru/>.
5. Техническая библиотека URL: <http://techlibrary.ru/>.
6. ТехЛит.ру URL: <http://www.tehlit.ru/>.
7. Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) URL: <http://elibrary.rsl.ru/>.
8. Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета URL: <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/>.
9. Электронная библиотека Book Archive. Ru URL: <http://www.bookarchive.ru/category/mashinostroenie/>.
10. Электронная библиотека по материаловедению <http://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-690>

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для проведения лекционных занятий используется специализированная аудитория с мультимедийным проектором.

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	<i>Семестр 7, 1-8 неделя</i>	<i>30</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>Семестр 7 7-8 неделя</i>	<i>70</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение</i>	<i>Семестр 7, 9-17 неделя</i>	<i>30</i>
<i>Активность на занятии</i>	<i>Семестр 7 9-17 неделя</i>	<i>70</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта: не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
<i>Семестр 7</i>	<i>1</i>

*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО (www.fepo.rf); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения контрольных работ

Контрольная работа проводится в виде тестирования.

1. К интенсивной коррозии циркониевых сплавов приводит (выбрать правильные варианты ответов):

- а) присутствие в воде кислорода, аммиака, карбонатов, гидратов;
- б) содержание в воде хлоридов около 100 мкг/л;
- в) повышение температуры свыше 320 °С;
- г) подкисление воды до $pH=3$,
- д) повышение pH до 11–13 за счет нелетучих щелочей (LiOH, NaOH, KOH);
- е) добавление борной кислоты в воду первого контура;

2. Скорость II стадии высокотемпературной ползучести может быть обусловлена (выбрать правильные варианты ответов):

- а) переползанием дислокаций;
- б) поперечным скольжением дислокаций;
- в) блокированием источников Франка-Рида;
- г) диффузионными процессами в твердом теле;
- д) диффузионным перемещением атомов совместно с атмосферой Котрелла
- е) сдвигом зерен вдоль границы

3. Значительная степень деформации при термоциклировании наблюдается (выбрать правильные варианты ответов):

- а) когда верхняя температура термического цикла превышает температуру рекристаллизации материала;
- б) путем повышения нижней или понижения верхней температуры цикла;
- в) при высокой скорости и узком температурном интервале термоциклирования
- г) при расширении температурного интервала термоциклирования;
- д) при низкой скорости и широком температурном интервале термоциклирования
- е) путем повышения верхней или понижения нижней температуры цикла

4. Распухание конструкционных материалов зависит (выбрать правильные варианты ответов):

- а) от величины флюенса нейтронов;
- б) от различной подвижности радиационных дефектов;
- в) от величины растягивающих напряжений в упругой области;
- г) типа кристаллической решетки
- д) от температуры облучения

5. Снизить распухание конструкционных материалов можно (выбрать правильные варианты ответов):

- а) путем измельчения зерна;
- б) холодной деформацией материала;
- в) путем увеличения зерна;
- г) путем легирования металлами с большим радиусом, чем радиус основного элемента
- д) путем введения малых количеств примесей внедрения

- е) путем легирования металлами с меньшим радиусом, чем радиус основного элемента;
- ж) путем легирования металлами с ОЦК-решеткой;
- з) путем легирования металлами с ГЦК-решеткой
6. Оболочки твэлов изготавливают (выбрать правильные варианты ответов):
- а) из сплавов алюминия;
- б) из сплавов титана;
- в) из нержавеющей стали;
- г) из тяжелых сплавов;
- г) из сплавов циркония;
- д) из твердых сплавов.
7. Рабочая температура оболочек твэлов из циркониевых сплавов в энергетических реакторах (выбрать правильные варианты ответа)
- а) больше 600 °С
- б) 350–400 °С
- в) меньше 250 оС
8. Для улучшения теплообмена оболочку твэла вместе с сердечниками заполняют:
- а) смесью летучих углеводородов;
- б) гелием;
- в) водородом;
- г) кислородом.
9. Повреждения твэла могут возникнуть в результате (выбрать правильные варианты ответов):
- а) распухания
- б) коррозионных процессов
- в) наклепа в материале
- г) растягивающих напряжений
- д) аллотропных превращений при термоциклировании
10. Замедление нейтронов происходит лучше всего (выбрать правильные варианты ответов)
- а) на ядрах свинца и железа
- б) на ядрах легких элементов
- в) на ядрах углерода
- г) на ядрах тяжелых элементов
- д) на ядрах водорода
11. В реакторах на быстрых нейтронах материалом отражателей являются (выбрать правильные варианты ответов):
- а) бериллий и оксид бериллия;
- б) графит;
- в) ^{238}U или ^{232}Th ;
- г) вода.
12. К материалам теплоносителей предъявляются следующие требования (выбрать правильные варианты ответов):
- а) большое сечение захвата нейтронов
- б) низкая теплоемкость
- высокая теплопроводность
- г) малое сечение захвата нейтронов
- д) высокая температура плавления;
- е) высокая температура кипения;
- ж) высокая температуростойчивость.
13. Отношение стационарных концентраций водорода и кислорода при радиолитическом разложении воды зависит (выбрать правильный вариант ответа):
- а) от вида ионизирующего излучения;

- б) от температуры;
- в) от мощности дозы;
- д) от соотношения объемов газов

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Чем обусловлены колебания плотности технического урана? Назовите аллотропические модификации урана и температуры их перехода. Назовите анизотропные и изотропные фазы урана.
2. В каких направлениях увеличиваются, а в каких направлениях сжимаются размеры кристалла α -U? Почему затруднительна горячая обработка урана в β -фазе?
3. Назовите общие явления в процессе роста урана при термоциклировании и при нейтронном облучении. Как ведут себя монокристаллы урана при термоциклировании и при облучении? Что проявляет большую стабильность при облучении: монокристаллы урана или поликристаллический уран?
4. Чем сопровождается радиационный рост урана? При какой температуре наблюдается радиационный рост урана, при какой температуре он прекращается? В каком кристаллографическом направлении происходит максимальный рост урана при облучении?
5. За счет чего происходит «твердое распухание» урана? В чем заключается кавитационное распухание урана? При каких температурах оно происходит?
6. Что такое газовое распухание урана? При каких температурах оно происходит? Как ведут себя газообразные продукты деления урана в его кристаллической решетке?
7. Какие факторы влияют на величину распухания урана? В каких интервалах может изменяться диаметр газовых пузырьков при распухании?
8. Какую прочностную характеристику урана необходимо повышать, чтобы снизить газовое распухание урана? С помощью чего этого можно достигнуть?
9. Какие виды коррозии урана наблюдаются? Напишите уравнения реакций. В чем их различие?
10. В каких условиях происходит оксидная коррозия урана? При каких условиях происходит гидридная коррозия урана?
11. Какие группы сплавов урана могут образовывать и сохранять защитную оксидную пленку при высоких температурах (350 °C)?
12. Какие эффекты наиболее значимы при получении α -фазных урановых сплавов? Дайте краткую характеристику α -фазным сплавам урана, в каких реакторах они используются.
13. Дайте краткую характеристику δ -фазным сплавам урана. Что такое сплавы уран-фиссиум?
14. Перечислите аллотропные модификации плутония и температуры их перехода. Назовите специфические свойства плутония. Почему невозможно использование твердого нелегированного металлического Pu в качестве ТВЭЛа?
15. По какой схеме получается плутоний в процессе ядерных превращений в реакторах? Количество каких накопленных изотопов плутония имеет значение, когда речь идет о возможности его использования в качестве реакторного топлива?
16. Расскажите про классификацию плутония. Накопление каких изотопов плутония делает его непригодным для оружейного использования?
17. В результате чего повышается уровень γ -радиации плутония?
18. Напишите схему, по которой из природного тория в результате облучения тепловыми нейтронами образуется ^{233}U . Сколько еще природных и искусственных изотопов тория существует? Назовите аллотропные модификации тория.
19. Назовите основные группы керамического ядерного горючего.
20. Назовите причины (процессы), по которым происходит распухание диоксида урана. Охарактеризуйте зону повреждений оксидного уранового топлива.
21. Расскажите о технологии получения таблеток из диоксида урана.

22. Назовите достоинства монооксида урана как ядерного горючего. В чем отличие процесса набухания карбида урана и нитрида урана при облучении? В чем причина такого отличия?
23. Чем определяется механическая прочность дисперсного ядерного горючего? Как зависит зона повреждения матрицы от размера зерен топливных частиц?
24. Что такое ВОУ-НОУ? Как его получают?
25. Что такое МОКС-топливо? Из чего его получают? В каких реакторах его используют? Какие свойства МОКС-могут оказать отрицательное влияние на работу реактора?
26. Что представляет собой ТВЭЛ? Какие реакции происходят в ТВЭЛе? Какие вещества содержат ТВЭЛы? Какой формы бывают ТВЭЛы? Какие размеры может иметь стержневой ТВЭЛ?
27. Из чего изготавливают металлические сердечники? Назовите достоинства керамических сердечников.
28. Какие требования предъявляют к оболочке ТВЭЛа? Из каких материалов изготавливают оболочки ТВЭЛа? В каких случаях между сердечником и оболочкой оставляют зазор? Что предпринимают в этом случае для улучшения теплообмена?
29. Каким методам испытания подвергаются ТВЭЛы? Проклассифицируйте дефекты, обнаруживаемые в ТВЭЛах неразрушающими методами контроля, по причинам их вызвавшим.
30. С помощью чего можно осуществить сцепление между оболочкой и сердечником? Как его можно создать?
31. Что понимают под «металлургической связью»? За счет чего ее можно осуществить?
32. Для чего между оболочкой и сердечником создают промежуточный диффузионный барьер? Какие элементы используют для его создания? Какие жидкометаллические теплопроводящие прослойки используют между сердечником и оболочкой?
33. Расскажите о повреждениях ТВЭЛа вследствие гидрирования и о мерах предотвращения таких повреждений. Расскажите о деформации и разрушении оболочки ТВЭЛа из-за механического взаимодействия металла оболочки с таблетками UO_2 и о мерах предотвращения таких повреждений.
34. Из-за чего происходит заклинивание таблеток и их последующее разрушение? Какие меры применяют для устранения такого дефекта? Из-за чего происходит смятие оболочек ТВЭЛа? Какие меры применяют для устранения такого дефекта?
35. Чем вызывается коррозионное растрескивание оболочек ТВЭЛа? Какие меры применяют для устранения такого дефекта? Какие меры применяют для избежания охрупчивания сварных швов оболочки ТВЭЛа и для избежания изгиба ТВЭЛов?
36. Что является процессом замедления нейтронов? Какие вещества называют замедлителями? Какую долю энергии теряет нейтрон при одном упругом соударении? На каких ядрах замедление происходит быстрее? Какими качествами должны обладать материалы-замедлители? Какие материалы распространены в качестве замедлителей и отражателей?
37. Что представляет собой отражатель нейтронов? Каково его назначение? Из каких веществ изготавливаются отражатели тепловых и промежуточных реакторов? В чем особенность отражателя в реакторе на быстрых нейтронах?
38. Почему обычный графит не может быть использован в качестве замедлителя и отражателя? Как изменяется прочность графита с ростом температуры? Чем это объясняется? Что происходит в кристаллической решетке графита под облучением?
40. Что является основным следствием деформации кристаллической решетки графита при облучении? Как устраняются эти последствия в графитовых стержнях? Как происходит изменение размеров графитовых стержней при облучении и термоциклировании? Как действует нейтронное облучение свойства графита? Какая энергия может накапливаться в кристаллической решетке графита в процессе облучения? К чему это может привести? В чем проявляется повышенная реакционная способность графита в условиях повышенных температур?
41. Из каких стадий состоит процесс коррозии графита? Чем определяется скорость коррозии графита в зависимости от температуры? Как действует облучение на взаимодействие графита с кислородом? Какие меры принимают для защиты графитовой кладки от окисления?

42. Какие свойства делают бериллий перспективным реакторным материалом? Какие свойства ограничивают применение бериллия в качестве реакторного материала? Какие реакции протекают в бериллии под действием облучения? Расскажите о совместимости бериллия с другими материалами. Расскажите о коррозионной стойкости бериллия. Какие меры принимают для защиты бериллия от коррозии?
43. Какие требования предъявляют к материалам теплоносителей?
44. Какие требования предъявляют к воде как к теплоносителю, и какие качества воды при этом нормируются? От чего зависит водородный показатель воды? Как подготавливают воду для использования ее в качестве теплоносителя? Что происходит с водой под действием облучения?
45. Перечислите преимущества и недостатки жидких металлов по сравнению с водой при использовании их в качестве теплоносителей. Какие виды коррозии могут происходить при контакте конструкционных материалов с жидкометаллическими теплоносителями? Расскажите о способах снижения коррозии конструкционных материалов в жидких металлах.
46. Расскажите о преимуществах и недостатках натрия, калия и лития, висмута и свинца в качестве жидкометаллического теплоносителя.
47. Расскажите о преимуществах и недостатках газовых теплоносителей. Расскажите о классификации газов, применяемых в качестве теплоносителей, по структуре, по химическому составу, по молекулярной массе, по степени активации под действием нейтронов, по сечению поглощения нейтронов, по агрессивности и по теплопередающим свойствам.
48. Расскажите об углекислом газе как о теплоносителе.
49. Расскажите о гелии как о теплоносителе.
50. Расскажите о достоинствах и недостатках органических теплоносителей, о процессах, происходящих в органических теплоносителях при облучении. Расскажите о дифениле как органическом теплоносителе.
51. Посредством чего достигается регулирование и аварийная защита ядерных реакторов? Какой материал является наиболее эффективным? Назовите типы используемых регулирующих стержней.
52. Какие материалы, с каким сечением поглощения нейтронов используют для изготовления стержней аварийной защиты и регулирования?
53. Расскажите о боре и боросодержащих материалах в качестве материалов регулирования и аварийной защиты.
54. Расскажите о кадмии, гафнии и сплавах серебра в качестве материалов регулирования и аварийной защиты.
55. Расскажите о редкоземельных элементах в качестве материалов регулирования и аварийной защиты.
56. Какие виды защиты необходимо предусмотреть в конструкции реактора для ослабления излучения? Каким требованиям должна удовлетворять система защиты реактора? На какие группы в соответствии с назначением защиты можно разделить материалы, используемые в реакторе?
57. Расскажите о тяжелых элементах, предназначенных для ослабления γ -излучения. Расскажите о водородсодержащих материалах (воде и гидридах металлов, бетонах) для замедления быстрых нейтронов. Расскажите о тепловой защите и материалах, охлаждающих тепловую защиту.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.