

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0820-573.1

от 31.08.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТВЕРДОЕ ТЕЛО В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Направление подготовки
(специальность)

22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	3	108	32	0	16	24	0	Э
Итого	3	108	32	0	16	24	0	

АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина «Специальные вопросы радиационного материаловедения» изучает современное состояние радиационного материаловедения ядерных реакторов различного назначения

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Специальные вопросы радиационного материаловедения» являются ознакомление студентов с современным состоянием радиационного материаловедения ядерных реакторов различного назначения; рассмотрение основных материалов активных зон и других конструкций ядерных реакторов, а также воздействия ядерных излучений на материалы, тенденций развития и совершенствование материалов для ядерных реакторов.

Задачи дисциплины:

Задачей освоения дисциплины является ознакомление студентов с наиболее современными и актуальными проблемами радиационного материаловедения ядерных реакторов, с целью ускорения их адаптации при работе в области исследования материалов ядерных реакторов, их разработки и применения.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в образовательный модуль Дисциплины специализации ДС.Ф.4 «Специальные вопросы радиационного материаловедения» по направлению подготовки 150702.28 (070928) «Твердое тело в экстремальных условиях» профиля подготовки специалистов по специальности 150702 (070900)«Физика металлов» направления 150700 (651800) «Физическое материаловедение».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин ООП подготовки специалиста по направлению «Физическое материаловедение»: «Физика конденсированных сред» (дефекты кристаллической структуры, физика конденсированного состояния), «Физическое материаловедение» (конструкционные и функциональные материалы), «Физика прочности сплавов и композитов» (физика прочности и механические свойства), «Взаимодействие излучения с веществом», «Радиационная физика твердого тела», «Ядерная физика и реакторы».

Данная дисциплина является завершающей при подготовке специалистов по направлению «Реакторное материаловедение». Знание ее материалов необходимо при выполнении курсового и дипломного проектирования, УИР, а также при практической работе выпускников по специальности.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п. п	Наименов ание раздела учебной дисциплин ы	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/0/8	Кл-8	25		
2	Раздел 2	9-12	16/0/8	ЛР-12	25		
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/16		50		
	Контрольн ые мероприят ия за 7 Семестр			Э	50		

* – сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозна чение	Полное наименование
Кл	Коллоквиум
ЛР	Лабораторная работа
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	0	16
1-8	Раздел 1	16	0	8
1 - 2	Общие сведения об атомной энергетике и ядерных реакторах Общие сведения об атомной энергетике и ядерных реакторах. Место атомной энергетики в топливно-энергетическом балансе России. Структура атомной энергетики сегодня, в обозримом и более отдаленном будущем. Типы реакторов, эксплуатируемых в настоящее	Всего аудиторных часов		

	время и в ближайшей перспективе. Реакторы 4-го поколения. Основные параметры и материалы.			
3 - 4	<p>Материалы незаменяемых конструкций водо-водяных реакторов</p> <p>Материалы незаменяемых конструкций водо-водяных реакторов. Стали для корпусов реакторов (КР). Критерии безопасности КР, вязкость разрушения как критический параметр, критическая температура хрупкости. Закономерности охрупчивания КР под облучением. Влияние различных факторов на охрупчивание. Способы представления дозы облучения, влияние спектра и интенсивности облучения (эффект флакса). Проблема продления срока службы КР первого поколения (ВВЭР-440/230).</p>	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
5 - 6	<p>Материалы КР второго поколения (ВВЭР-1000 и ВВЭР-440/213)</p> <p>Материалы КР второго поколения (ВВЭР-1000 и ВВЭР-440/213). Особенности российских сталей для КР и особенности их поведения под облучением. Возможности продления срока службы КР до 60 лет. Направления разработки новых сталей КР с повышенным сроком службы.</p>	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
7 - 8	<p>Механизмы радиационного охрупчивания КР</p> <p>Механизмы радиационного охрупчивания КР. Преципитаты, образование в каскадных процессах и за счет радиационно-стимулированной диффузии, структура и состав преципитатов.</p> <p>Внутрикорпусные устройства (ВКУ), конструкция, материалы, проблемы распухания и охрупчивания.</p>	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
9-12	Раздел 2	16	0	8
9 - 11	<p>Материалы технологических каналов (ТК) реакторов канального типа</p> <p>Материалы технологических каналов (ТК) реакторов канального типа. Принципы выбора материалов ТК, условия эксплуатации и требования, основные критерии работоспособности. Радиационная ползучесть и радиационный рост. Влияние текстуры, структурный фактор. Способы повышения эксплуатационных свойств. Трещиностойкость, замедленное гидридное растрескивание. Обеспечение безопасности эксплуатации ТК. Свойства в аварийных ситуациях.</p>	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
12 - 14	<p>Ознакомление с оборудованием "горячих" камер</p> <p>Ознакомление с оборудованием «горячих» камер, установкой ТОКАМАК-10 и синхротронным источником и работами, производящимися на этих установках.</p> <p>Ядерный графит как конструкционный материал.</p> <p>Представление о технологии производства, основные свойства. Основные закономерности изменения свойств под действием облучения. Механизмы радиационного повреждения графита. Монокристаллический и поликристаллический графит. Деградация свойств поликристаллического графита. Критический флюенс,</p>	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		

	влияние температуры. Возможности повышения радиационной стойкости графита. Направления разработки графита для высокотемпературных реакторов.			
15 - 16	Критерии работоспособности графитовых кладок Критерии работоспособности графитовых кладок. Целостность графитовых блоков. Механизмы деградации графитовых кладок как конструкции. Предельное состояние и предельный радиационный ресурс. Влияние режима эксплуатации (мощность, температура) на срок службы. Возможность продления срока службы графитовых кладок.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		

Сокращенные наименования онлайн опций:

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Специальные вопросы реакторного материаловедения» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий проводятся в форме лекций, практических (семинарских) занятий и лабораторных занятий. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса и приема домашнего задания широко используются тестовые технологии, то есть специальный банк вопросов в открытой и закрытой форме, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам, а также выполнение расчетов по лабораторным работам.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения
--------------------	----------------------------

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко иочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89		B	
75-84		C	
70-74	4 – «хорошо»	D	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			
60-64	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.6 Конструкционные материалы ядерной техники, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.7 Ядерные топливные материалы, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т. 6 Ч. 1: Конструкционные материалы ядерной техники, , Москва: МИФИ, 2008
2. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т. 6 Ч. 2: Ядерные топливные материалы, , Москва: МИФИ, 2008
3. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т. 6,ч.2 Ядерные топливные материалы, , Москва: МИФИ, 2008
4. 621.039 Ч-49 Поведение гелия в конструкционных материалах ядерных и термоядерных реакторов : учеб.-метод. пособие для вузов, И. И. Чернов, Б. А. Калин, М.: МИФИ, 2005
5. 621.039 И75 Водородное охрупчивание и гидридное растрескивание циркониевых элементов легководных реакторов : , Иолтуховский А.Г., Калин Б.А., Шмаков А.А., М.: МИФИ, 2001

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

Автор(ы):

Забусов Олег Олегович, к.т.н.

Платонов Павел Александрович, д.т.н., профессор