

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 КОМПЬЮТЕРНОГО ИНЖЕНЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (CONSTRUCTIONAL
MATERIALS AND WELDED CONNECTIONS)**

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3	5	180	16	32	0		96	0	Э
Итого	5	180	16	32	0	16	96	0	

АННОТАЦИЯ

Задачи дисциплины:

- изучение терминов, определений и принципов классификации КМ и основных нормативных требований к их использованию в составе ядерных энергетических установок;
- изучение методов сварки и наплавки и соответствующих нормативных требований к сварочным материалам и оборудованию;
- получение базовых знаний о диагностике сварных соединений и методах их контроля.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Конструкционные материалы и сварные соединения» являются:

- введение студентов в круг понятий и представлений об основных видах конструкционных материалов, используемых в реакторном машиностроении, а также в некоторых современных конструкциях объектов использования атомной энергии, помимо ядерных реакторов;
- получение студентами базовых знаний о строении, структуре и свойствах различных материалов ядерной техники и методах оценки их работоспособности при различных факторах эксплуатации в составе ЯЭУ;
- освоение студентами основных понятий о сварке конструкционных материалов, диагностике сварных соединений, об основных нормативных требованиях к сварочным материалам и сварочному оборудованию, а также производственно-технологической документации сопровождающей все этапы сварочного процесса;
- подготовка студентов для изучения последующих курсов (компьютерное моделирование, САПР).

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа соответствует требованиям образовательного стандарта высшего образования национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению 14.04.02 - Ядерные физика и технологии, «Профессиональный модуль» «Дисциплины по выбору».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-1 [1] – Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе	З-УКЦ-1 [1] – Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 [1] – Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей

выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 [1] – Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	3-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологи и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
инновационный			
Исследования и разработки, направленные на создание новой технологической платформы атомной энергетики, расчетное сопровождение энергетического оборудования, обоснование ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии.	Ядерные энерготехнологии нового поколения; функциональные и конструкционные материалы ядерных реакторов; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического анализа безопасности АЭС, объекты использования атомной энергии и ядерного наследия, в части научно-технического и организационно-правового обоснования и обеспечения	ПК-6.3 [1] - Способен к самостоятельному решению вопросов, связанных с разработкой и применением современных методов измерений и контроля параметров напряженно-деформированного состояния материалов и элементов конструкций ядерных энергетических установок. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	3-ПК-6.3[1] - Знать структуру и основные положения нормативно-правовых и нормативно-технических документов Российской Федерации, определяющих требования к выбору конструкционных материалов и оценке их работоспособности при различных условиях эксплуатации в составе ядерных установок и других объектов использования атомной энергии.; У-ПК-6.3[1] - Уметь объяснить границы применимости основных

	безопасности.		конструкционных материалов при различных видах внешних воздействий.; В-ПК-6.3[1] - Владеть методами анализа результатов диагностики и контроля сварных соединений для принятия решения о их работоспособности.
--	---------------	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Структура нормативного обеспечения применяемых материалов и технологий. Классификация КМ, структура и свойства основных КМ и пределы их применимости при эксплуатационных воздействиях.	1-8	8/16/0	КИ-8 (25)	25	КИ-8	3-ПК-6.3, У-ПК-6.3, В-ПК-6.3, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Основные виды сварки, требования к сварочным материалам и оборудованию, виды сварных швов, основные приёмы и методы сварки и наплавки, диагностика и контроль сварных соединений.	9-16	8/16/0	КИ-16 (25)	25	КИ-16	3-ПК-6.3, У-ПК-6.3, В-ПК-6.3, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2

	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э	3-ПК-6.3, У-ПК-6.3, В-ПК-6.3, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2

* – сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	16	32	0
1-8	Структура нормативного обеспечения применяемых материалов и технологий. Классификация КМ, структура и свойства основных КМ и пределы их применимости при эксплуатационных воздействиях.	8	16	0
1 - 8	Структура нормативного обеспечения применяемых материалов и технологий. Классификация КМ, структура и свойства основных КМ и пределы их применимости при эксплуатационных воздействиях. Введение. Законы Российской Федерации, Федеральные нормы и правила, документы системы стандартизации. Особенности стандартизации в области использования атомной энергии. Мировая практика нормативного обеспечения целостности конструкций ОИАЭ. Правила устройства и безопасной эксплуатации, общие положения выполнения сварных соединений и наплавки, правила контроля сварных соединений и металла с наплавкой, нормы расчёта на прочность. Основные виды КМ. Способы классификации КМ. Понятие о функциональных материалах. Металлические, неметаллические, композиционные и материалы со специальными свойствами. Металлические КМ, способы классификации сталей. Марки сталей и их обозначения. Диаграммы состояния металлических сплавов и их связь со структурой и свойствами. Фазовый состав и структура металлов и сплавов. Основные виды эксплуатационных	Всего аудиторных часов		
		8	16	0
		Онлайн		
		0	0	0

	воздействий при работе ОИАЭ. Применимость КМ в зависимости от структуры и свойств при работе в составе ЯЭУ Современные методы исследования структуры металлов и сплавов. Основы рентгеноструктурного анализа. Оптическая и электронная микроскопия металлов. Методы измерения теплофизических и физико-механических свойств.			
9-16	Основные виды сварки, требования к сварочным материалам и оборудованию, виды сварных швов, основные приёмы и методы сварки и наплавки, диагностика и контроль сварных соединений.	8	16	0
9 - 16	Основные виды сварки, требования к сварочным материалам и оборудованию, виды сварных швов, основные приёмы и методы сварки и наплавки, диагностика и контроль сварных соединений. Основные виды сварки, требования к сварочным материалам и оборудованию. Виды сварных соединений, основные приёмы и методы сварки и наплавки. Диагностика и контроль сварных соединений. Методы неразрушающего контроля. Разрушающий контроль. Нормы оценки качества сварных соединений. Классификация дефектов в КМ и их сварных соединениях и основные методы борьбы с ними.	Всего аудиторных часов		
		8	16	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

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

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
1 - 16	Конструкционные материалы и сварные соединения – изучение нормативных документов Ростехнадзора, рекомендованных лектором; – ознакомление с приборами и методами исследования теплофизических и физико-механических свойств КМ, а также с установками и приборами для исследования структуры; - ознакомление с требованиями и методами неразрушающего контроля основного металла и сварных соединений.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Конструкционные материалы и сварные соединения» используются различные образовательные технологии:

- во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме лекций и практических примеров реализации нормативных требований в атомной энергетике с использованием различных цифровых технологий;
- для контроля усвоения магистрами разделов данного курса используется Домашнее задание, вопросы при приеме которого позволяют судить об усвоении магистром данного курса, и семестровый контроль;
- самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием действующей нормативно-правовой и технической документации при выполнении Домашнего задания и подготовке к зачету по дисциплине.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-6.3	З-ПК-6.3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6.3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6.3	Э, КИ-8, КИ-16
УКЦ-1	З-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-16
УКЦ-2	З-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

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 и прочно 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	4 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ 3-55 Материаловедение : учебное пособие, Земсков Ю. П., Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ Г 15 Современные конструкционные материалы для машиностроения : учебное пособие, Галимов Э. Р., Абдуллин А. Л., Санкт-Петербург: Лань, 2020
3. ЭИ С 60 Специальные материалы в машиностроении : учебник, Пиирайнен В. Ю., Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ Ч-46 Технологические процессы в машиностроении : учебное пособие, Кузнецов В. А., Черепашин А. А., Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С87 Cracking Phenomena in Welds IV : , , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ D98 Dynamic Behavior of Materials, Volume 1 : Proceedings of the 2015 Annual Conference on Experimental and Applied Mechanics, , Cham: Springer International Publishing, 2016

3. ЭИ Н99 IIW Guidelines on Weld Quality in Relationship to Fatigue Strength : , Jonsson, Bertil. [и др.], Cham: Springer International Publishing, 2016
4. ЭИ Н71 Recommendations for Fatigue Design of Welded Joints and Components : , Hobbacher, A. F. , Cham: Springer International Publishing, 2016
5. 620 К17 Методические рекомендации к выполнению курсового проекта по учебной дисциплине "Физическое материаловедение" : , Чернов И.И., Калинин Б.А., Москва: МИФИ, 2009
6. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.2 Основы материаловедения, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
7. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т.3 Методы исследования структурно-фазового состояния материалов, , Москва: МИФИ, 2008
8. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т.6 Ч.1: Конструкционные материалы ядерной техники, , Москва: МИФИ, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Цель методических рекомендаций для студента – оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Материалы учебно-методического комплекса выдаются в электронном виде. Эти материалы не являются дословным изложением лекций и семинаров, а лишь их кратким содержанием. Они должны активно использоваться при подготовке домашних заданий и к зачету.

Следует помнить, что в вопросы на зачет не входит материал, который не был прочитан на лекциях или обсужден на семинарах. Тем не менее, для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего магистра.

Задачи домашнего задания аналогичны рассматриваемым на семинарских занятиях, поэтому рекомендуется выполнять их последовательно по мере изучения материала на занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При разработке курса использована современная отечественная и иностранная литература. Чтение лекций и проведение семинарских занятий рекомендуется проводить в дисплейных классах. Сложные и многочисленные расчеты не должны затенять сути излагаемых методов. Особое внимание студентов следует обратить на интернет ресурсы, где впоследствии они самостоятельно смогут получать актуальную информацию по читаемым темам. В конце изучения курса рекомендуется выдать студентам использованные презентации в электронном виде.

Для проверки и закрепления практических навыков студентам предлагается выполнить индивидуальные домашние задания.

Автор(ы):

Трифонов Юрий Иванович

Иванов Юрий Борисович, д.ф.-м.н.

Рецензент(ы):

профессор А.А. Солдатов