

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

15.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.16 Радиационное материаловедение

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Материаловедение и технология материалов в атомной  
энергетике

Курс 4  
Семестр 8

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	20	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	30	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	50	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	58	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	8	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью доктора наук и ученым званием "доцент"	МиМ	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра машиностроения и материаловедения

(наименование кафедры)		
07.02.2024	протокол №	7
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Копылов Владимир Иванович, генеральный директор ООО Объединение  
«Родина»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 29.02.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен использовать знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	ПК-1.1 Знает физико-химические характеристики материалов.	<b>знания:</b> физико-химических, механических, технологических и эксплуатационных свойств материалов. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-1.2 Знает методы исследований структуры и свойств сырья и исходных материалов.	<b>знания:</b> методов исследования свойств и структуры исходного сырья и материалов. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-1.3 Знает технологические процессы и режимы производства.	<b>знания:</b> технологических режимов обработки материалов. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-1.6 Подбирает технологические параметры процесса производства материалов.	<b>знания:</b> характеристик материалов. <b>умения:</b> определять факторы, влияющие на технологические параметры процесса производства. <b>навыки:</b> составления процесса производства.
2. ПК-2 Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации	ПК-2.1 Знает свойства основных и вспомогательных веществ и материалов, используемых в производстве.	<b>знания:</b> основных свойств материалов используемых на производстве. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-2.2 Знает технические требования, предъявляемые к сырью, материалам и готовой продукции.	<b>знания:</b> требований, предъявляемых к исходным материалам и готовой продукции. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-2.3 Анализирует условия эксплуатации для определения технических характеристик материалов.	<b>знания:</b> условий эксплуатации материалов, изделий в окружающей среде. <b>умения:</b> определять основные технические и технологические параметры материалов. <b>навыки:</b> определения технических характеристик материалов в условиях эксплуатации.

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.  
Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Химия металлических и неметаллических материалов (ПК-1), Химия металлов (ПК-1), Материаловедение и основы термической обработки (ПК-1), Физика и химия материалов и покрытий (ПК-1), Проектирование изделий из композиционных материалов (ПК-1), Химия металлических и неметаллических материалов (ПК-2), Химия металлов (ПК-2), Органическая химия (ПК-2), Физическая химия (ПК-2), Проектирование изделий из композиционных материалов (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка и сдача государственного экзамена (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2), Подготовка и сдача государственного экзамена (ПК-2)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основные требования к свойствам конструкционных материалов для атомной энергетики</b>	<b>52</b>	ПК-1, ПК-2
Лекция. Основные группы конструкционных материалов для атомной энергетики.	2	
Лекция. Выбор класса материалов, обоснование композиции легирования, изучение формирования структуры на макро, микро и мезоуровнях.	2	
Лекция. Изучение закономерностей поведения материалов при совместном воздействии длительных статических и циклических тепловых и механических нагрузок, нейтронного облучения и коррозионной среды.	2	
Лекция. Прогнозирования изменения служебных характеристик материалов с учетом условий эксплуатации АЭУ.	2	
Практическое занятие. Стали феррито-перлитного и феррито-мартенситного классов.	2	
Практическое занятие. Феррито-мартенситные сплавы.	4	
Практическое занятие. Нержавеющие стали и сплавы на основе никеля и хрома.	4	
Практическое занятие. Аустенитные нержавеющие стали (АНС).	4	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение тем: - Физические, химические свойства изотопов урана и тория. Получение урана. Основные области применения изотопов урана 233,235 и 238. - Общие сведения о радиоактивных излучениях. - Свойства и применение графита и тяжелой воды. - Состав и свойства реакторных материалов. - Радиационная повреждаемость конструкционных материалов.	30	
<b>Конструкционные материалы для атомной энергетики</b>	<b>56</b>	ПК-1, ПК-2
Лекция. Конструкционные материалы для перспективных атомных энергетических водо-водяных установок.	2	
Лекция. Конструкционные материалы для перспективных атомных энергетических жидкометаллических установок (теплоноситель-натрий).	4	
Лекция. Конструкционные материалы для перспективных атомных энергетических установок с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами.	4	
Лекция. Материалы для хранения и транспортировки ОЯТ и изделий судового машиностроения.	2	
Практическое занятие. Жаропрочные холоднодеформированные аустенитные стали, хромистые феррито-мартенситные стали и	4	
Практическое занятие. Малоактивируемые хромистые стали.	4	
Практическое занятие. Сплавы ванадия, легированные титаном и хромом.	4	
Практическое занятие. Циркониевые сплавы.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение тем: - Конструкционные материалы тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов). - Материалы теплообменников в реакторах АЭС. Материалы для крупных парогенераторов, с помощью которых осуществляется теплопередача от первого контура ко второму. - Корпусные материалы для изготовления обечаек корпусов атомных реакторов.	28	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Материаловедение [Текст] : лабораторный практикум : [учеб. пособие для студентов техн. специальностей] / [С. Я. Алибеков и др.] ; под общ. ред. С. Я. Алибекова; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Моск. авиац. ин-т (Нац. исслед. ун-т)", ФГБОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 156 с. ISBN 978-5-8158-0925-3. Экземпляры: всего 47.	47 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Alibekov_MU_Materialovedenie_Izдание_2011_4_2.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Alibekov_MU_Materialovedenie_Izдание_2011_4_2.pdf</a>
2.	Введение в ядерную энергетику [Текст] : учебное пособие : [по направлениям подготовки бакалавриата, специалитета и магистратуры 13.03.01, 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 14.03.12 "Ядерная физика и технологии, 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"] / В. В. Калыгин, В. А. Красноселов, А. Ф. Грачев [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 215 с. ISBN 978-5-8158-1955-9. Экземпляры: всего 15.	15
3.	Материаловедение и технология материалов [Текст] : учебник для академического бакалавриата : [в 2 ч.] / [авт.: Г. П. Фетисов, В. М. Матюнин и др.] ; под ред. Г. П. Фетисова. - (Бакалавр. Академический курс). Ч. 1, 2017. - 383, [1] с. ISBN 978-5-534-01987-2. Экземпляры: всего 10.	10
4.	Земсков, Ю. П. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Земсков Ю. П. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 188 с. ISBN 978-5-8114-3392-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/364784">https://e.lanbook.com/book/364784</a>
5.	Лебедев, В. А. Ядерные энергетические установки [Электронный ресурс] / Лебедев В. А. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 192 с. ISBN 978-5-8114-1868-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/212147">https://e.lanbook.com/book/212147</a>
6.	Акимов, М. Н. Природные и техногенные источники неионизирующих излучений [Электронный ресурс] /	<a href="https://e.lanbook.com/book/3">https://e.lanbook.com/book/3</a>

Акимов М. Н., Аполлонский С. М. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 212 с. ISBN 978-5-507-47196-6.	41165
---	-------

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	141a (I)	Весы лабораторные EL-600 (2), Весы лабораторные ВК-300 (1), Вискозиметр ВЗ-246 (1), Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R (1), Комплект кодотран материаловедени (1), Комплект кодотран основы метролог (1), Комплект кодотран. литейное произ (1), Компьютер AMDX2 4200/4Gb/250Gb/DVD-RW/FDD/Монитор 17"Samsung клв.мышь (1), МИКРОСКОП МЕТАМ РВ-22 (1), Ноутбук Lenovo (G500) 15,6" HD (1), Оверхед-проектор Medium портативный (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ ПМ-8 (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ СНОЛ 8,2/1100 (2), Печь муфельная СНОЛ-6,7/1300 (1), Принтер лазерн. Хегох 3122 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Станок шлифовально-полировальный ШЛИФ-2М-V (1), СТИЛОСКОП СЛ-13 (1), Стол лабораторный СЛМ-1Н (1), Стол химический пристенный СХП -2Н (1), Термодат-11М3 /4УВ/4Р регулятор температуры (1), Термодат-25У1-РМ /8У/8С/ВР регулятор температуры (1), Толщиномер Константа К-5 (1), Толщиномер покрытий ТТ100 (1), Универсальный измеритель-регулятор ТРМ138Р (1), Установка для индукционного нагрева металла i-Ductor (1), ШКАФ ВЫТЯЖНОЙ (1), Щит управления (1714,4) (1), Экран настенный рулонный 200х200 см (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
  - умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
  - умение применять теоретические знания при решении практических заданий.
- Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### Тест №0 Примеры тестовых заданий к разделу № 1

«Основные требования к свойствам конструкционных материалов для атомной энергетики.»

1. Какие основные требования предъявляют к конструкционным материалам для атомной энергетики?
2. Основные группы конструкционных материалов для атомной энергетики.
3. Как изменяются свойства материалов при совместном воздействии длительных статических и циклических тепловых и механических нагрузок, нейтронного облучения и коррозионной среды.
4. Свойства и применение графита в атомной энергетике.
5. Общие сведения материалах для защиты от радиоактивных излучений.

...

Критерий оценивания

2 балла за каждый правильный вопрос

*Пороговый уровень (5 – 6 балла за тест)*

*Продвинутый уровень (7 – 8 баллов за тест)*

*Высокий уровень (9 - 10 баллов за тест)*

Тест №0 Примеры тестовых заданий к разделу №2

«Конструкционные материалы для атомной энергетики».

1. Основные марки, термообработка и свойства аустенитных нержавеющей стали(АНС)- для использования в активных зонах ядерных реакторов.
2. Основные физико-механические свойства и особенности термообработки сталей феррито-перлитного классов для изготовления корпусов водо-водяных реакторов.
3. Основные физико-механические свойства никелевых сплавов для быстрых реакторов, работающих при высоких температурах и энергонапряженности.
4. Основные физико-механические свойства сплавов ванадия, легированных титаном и хромом - для первой стенки термоядерного реактора при охлаждении литием.
5. **Какие материалы используют для изготовления обечаек корпусов атомных реакторов.**

...

Критерий оценивания

2 балла за каждый правильный вопрос

*Пороговый уровень (5 – 6 балла за тест)*

*Продвинутый уровень (7 – 8 баллов за тест)*

*Высокий уровень (9 - 10 баллов за тест)*

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

6. Основные требования к свойствам конструкционных материалов для атомной энергетики.
7. Основные группы конструкционных материалов для атомной энергетики
8. Выбор класса материалов, обоснование композиции легирования, изучение формирования структуры на макро, микро и мезоуровнях.
9. Изучение закономерностей поведения материалов при совместном воздействии длительных статических и циклических тепловых и механических нагрузок, нейтронного облучения и коррозионной среды.
10. Прогнозирования изменения служебных характеристик материалов с учетом условий

эксплуатации АЭУ.

11. Стали феррито-перлитного и феррито-мартенситного классов -основные материалы для изготовления корпусов водо-водяных реакторов.
12. Феррито-мартенситные сплавы - приоритетные материалы для оболочек и чехлов быстрых реакторов и первой стенки термоядерных реакторов.
13. Нержавеющие стали и сплавы на основе никеля и хрома - в качестве оболочек поглощающих элементов, пружинных элементов твэлов и ТВС и в отдельных случаях для дистанционирующих решеток ТВС.
14. Аустенитные нержавеющие стали(АНС)-основной материал для использования в активных зонах, эксплуатируемых и разрабатываемых ядерных реакторов.
15. Физические, химические свойства изотопов урана и тория. Получение урана. Основные области применения изотопов урана 233, 235 и 238.
16. Общие сведения о радиоактивных излучениях.
17. Свойства и применение графита и тяжелой воды.
18. Состав и свойства реакторных материалов.
19. Радиационная повреждаемость конструкционных материалов.
20. Конструкционные материалы для атомной энергетики.
21. Конструкционные материалы для перспективных атомных энергетических водо-водяных установок.
22. Конструкционные материалы для перспективных атомных энергетических жидкометаллических установок (теплоноситель-натрий).
23. Конструкционные материалы для перспективных атомных энергетических установок с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами.
24. Материалы для хранения и транспортировки ОЯТ и изделий судового машиностроения.
25. Жаропрочные холоднодеформированные аустенитные стали, хромистые феррито-мартенситные стали и никелевые сплавы - для быстрых реакторов, работающих при более высоких температурах и энергонапряженности.
26. Малоактивируемые хромистые стали -для первой стенки термоядерного реактора с гелиевым охлаждением.
27. Сплавы ванадия, легированные титаном и хромом - для первой стенки термоядерного реактора при охлаждении литием.
28. Циркониевые сплавы -основной конструкционный материал активных зон реакторов на тепловых нейтронах с водным теплоносителем.
29. Конструкционные материалы тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов).
30. Материалы теплообменников в реакторах АЭС. Материалы для крупных парогенераторов, с помощью которых осуществляется теплопередача от первого контура ко второму.
31. Корпусные материалы для изготовления обечаек корпусов атомных реакторов.

