

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 31.08.2023 10:27:15

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Материалы атомной и термоядерной энергетики

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения и физики прочности

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Инновационные конструкционные материалы

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

110

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	110	110	110	110
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*дтн, профессор, Беломытцев Михаил Юрьевич*

Рабочая программа

**Материалы атомной и термоядерной энергетики**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-2.plx Инновационные конструкционные материалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Инновационные конструкционные материалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения и физики прочности**

Протокол от 17.05.2022 г., №8

Руководитель подразделения проф. С.А. Никулин

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Дать студентам профессиональные теоретические и практические знания по сортаменту, обработке, применению, выбору материалов для атомной и термоядерной энергетике для требуемой совокупности условий эксплуатации с учётом экономической целесообразности.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Управление качеством материалов и экспертиза металлопродукции	
2.1.2	Учебная практика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-5-31	Основные классы современных конструкционных материалов, их свойства и области применения.
ПК-5-32	Понимать влияние структурных характеристик на свойства материалов.
<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку инновационных конструкционных материалов (в том числе, наноматериалов) различного назначения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31	Основы выбора жаропрочных и радиационно-стойких сплавов.
ПК-4-32	Понимать закономерности структурообразования и фазовые превращения в материалах.
<b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-5-У3	Использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики, физики, химии и экологии в обучении и профессиональной деятельности.
ПК-5-У1	Определять физические, химические и механические свойства материалов.
<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку инновационных конструкционных материалов (в том числе, наноматериалов) различного назначения</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У2	Выбирать материалы для заданных условий эксплуатации.
ПК-4-У1	Использовать стандарты и технические регламенты.
<b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-5-У2	Использовать нормативные правовые документы в своей деятельности.
<b>Владеть:</b>	
ПК-5-В1	Навыками работы на компьютере и в Интернете.
ПК-5-В2	Навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.
<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку инновационных конструкционных материалов (в том числе, наноматериалов) различного назначения</b>	

**Владеть:**

ПК-4-В1 Принципами выбора материалов.

ПК-4-В2 Методами планирования и проведения экспериментов.

ПК-4-В3 Навыками расчёта и проектирования конструкций, оборудования и технологических процессов.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Теория радиационного упрочнения и разупрочнения</b>							
1.1	1. Принципы работы и виды атомных реакторов. 2. Физические основы взаимодействия излучения с веществом. 3. Показатели повреждаемости твёрдых тел. 4. Механизмы радиационного упрочнения. 5. Механизмы радиационного разупрочнения. 6. Механизмы радиационного разрушения. 7. Радиационная ползучесть. 8. Радиационно-стимулируемое изменение химического состава. /Лек/	3	8	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1,К М4	
1.2	1. Физические основы взаимодействия излучения с веществом. 2. Явления при взаимодействии излучения с конструкционными материалами. 3. Принципы работы и виды атомных реакторов. 4. К.р. №1 /Пр/	3	7	ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			Р1
1.3	1. Принципы работы и виды атомных реакторов. 2. Физические основы взаимодействия излучения с веществом. 3. Показатели повреждаемости твёрдых тел. 4. Механизмы радиационного упрочнения. 5. Механизмы радиационного разупрочнения. 6. Механизмы радиационного разрушения. 7. Радиационная ползучесть. 8. Радиационно-стимулируемое изменение химического состава. /Ср/	3	46	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1,К М4	Р1

1.4	Подготовка к контрольной работе № 1, д.з. №1 /Ср/	3	3	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У2 ПК-4-В3 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	
<b>Раздел 2. Основы классификации конструкционных сталей и материалов в РФ.</b>								
2.1	1. Основы классификации конструкционных сталей и материалов в РФ. 2. Основы классификации жаропрочных сталей и материалов в РФ. 3. Общая классификация материалов для атомной энергетики. /Лек/	3	3	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2,К М4	
2.2	1. Основы классификации жаропрочных сталей и материалов в РФ. 2. Общая классификация материалов для атомной энергетики. 3. К.р. №2 /Пр/	3	4	ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-У3 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			Р2
2.3	1. Основы классификации конструкционных сталей и материалов в РФ. 2. Основы классификации жаропрочных сталей и материалов в РФ. 3. Общая классификация материалов для атомной энергетики. /Ср/	3	19	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2,К М4	Р2
2.4	Подготовка к контрольной работе № 2, д.з. №2 /Ср/	3	3	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У2 ПК-4-В3 ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	
<b>Раздел 3. Отечественные и зарубежные реакторные стали и сплавы</b>								
3.1	1. Условия работы конструкционных материалов в ядерных энергетических установках (ЯЭУ). Воздействие радиации на металлические материалы. 2. Циркониевые сплавы, применяемые в ядерно-энергетических установках. 3. Жаропрочные стали для атомных реакторов. 4. Коррозионно-стойкие стали для атомных реакторов. 5. Алюминиевые сплавы, применяемые в ЯЭУ. Магниеые сплавы, применяемые в ЯЭУ. Сплавы бериллия и их применение. 6. Радиационная стойкость и применение тугоплавких ОЦК металлов. Реакторный графит. /Лек/	3	6	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ3,К М4	

3.2	1. Жаропрочные стали для атомных реакторов. 2. Циркониевые сплавы, применяемые в ядерно-энергетических установках. 3. Радиационная стойкость и применение тугоплавких ОЦК металлов. Реакторный графит. 4. К.р. №3 /Пр/	3	6	ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			Р3
3.3	1. Условия работы конструкционных материалов в ядерных энергетических установках (ЯЭУ). Воздействие радиации на металлические материалы. 2. Циркониевые сплавы, применяемые в ядерно-энергетических установках. 3. Жаропрочные стали для атомных реакторов. 4. Коррозионно-стойкие стали для атомных реакторов. 5. Алюминиевые сплавы, применяемые в ЯЭУ. Магниеые сплавы, применяемые в ЯЭУ. Сплавы бериллия и их применение. 6. Радиационная стойкость и применение тугоплавких ОЦК металлов. Реакторный графит. /Ср/	3	36	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ3,К М4	Р3
3.4	Подготовка к контрольной работе № 3, д.з. №3 /Ср/	3	3	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ3	

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	КР 1	ПК-4-32;ПК-5-32;ПК-5-У1;ПК-5-У3;ПК-5-В2	<p>Контрольная работа 1. Тема: Теория радиационного упрочнения и разупрочнения.</p> <p>Вопросы для подготовки к контрольной работе 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дефекты кристаллического строения.</li> <li>2. Образование дефектов при облучении.</li> <li>3. Эволюция радиационных повреждений.</li> <li>4. Показатели повреждаемости твёрдых тел.</li> <li>5. Механизмы радиационного упрочнения.</li> <li>6. Механизмы радиационного разрушения</li> </ol> <p>Пример билета по контрольной работе 1: Вариант 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вакансия и межузельный атом находятся на расстоянии 1 мкм друг от друга. Как они взаимодействуют - отталкиваются, притягиваются, не взаимодействуют? Почему?</li> <li>2. Расставьте в порядке возрастания первого члена в разложении межатомного потенциала по смещениям ОЦК металлы Fe<math>\alpha</math>, Mo, W. По каким экспериментальным характеристикам это можно сделать?</li> <li>7. Радиационная ползучесть.</li> <li>8. Распад твёрдых растворов под облучением.</li> <li>9. Радиационно-стимулируемые сегрегации.</li> <li>10. Свеллинг и блистеринг.</li> </ol>
КМ2	КР 2	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В3;ПК-5-У2;ПК-5-В2	<p>Контрольная работа 2. Тема: Основы классификации конструкционных сталей и материалов в РФ и диаграмма «железо-углерод».</p> <p>Вопросы для подготовки к контрольной работе 2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Маркировка сталей в Российской Федерации.</li> <li>2. Поиск аналогов российских и зарубежных марок сталей.</li> <li>3. Общая классификация сталей.</li> <li>4. Классификация жаропрочных сталей и материалов.</li> <li>5. Классификация жаростойких сталей и материалов.</li> <li>6. Анализ диаграммы состояния «железо-углерод».</li> </ol> <p>Пример билета по контрольной работе 2: Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. . Какие из предложенных сталей могут относиться к конструкционным: ВСтЗсп, У13, Х6ВФ, 18Г2С? Почему Вы так решили?</li> <li>2. Какие химические элементы и в каких количествах входят в состав сплава 60ГС? Какой химический элемент является основой этого сплава? Что обозначает каждый индекс в марке этого сплава?</li> </ol>

КМЗ	КР 3	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В3;ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У3;ПК-5-В2	<p>Контрольная работа 3. Тема: Радиационно-стойкие материалы.</p> <p>Вопросы для подготовки к контрольной работе 3:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Структура и принципы легирования конструкционных сталей для ядерных реакторов.</li><li>2. Теплоустойчивые стали для атомных реакторов.</li><li>3. Виды охрупчивания реакторных материалов.</li><li>4. Структура и свойства хромистых сталей для атомной промышленности.</li><li>5. Термическая обработка 12 %-ных хромистых сталей для атомной промышленности.</li><li>6. Аустенитные стали для горячей зоны реакторов.</li></ol> <p>Пример билета по контрольной работе 3:</p> <p>Вариант 1.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.Какая термическая обработка применяется к сталям производства ТВЭЛов реакторов БН? Какая структура формируется в результате этой термообработки?</li><li>2. Какой состав имеют ферритно-мартенситные 12 %-но хромистые стали?</li></ol> <ol style="list-style-type: none"><li>7. Структура и стабильность свойств аустенитных сталей в атомной энергетике.</li><li>7. Сплавы циркония для атомной промышленности.</li><li>8. Термическая обработка и структура сплавов никеля для атомной промышленности.</li><li>9. Химический состав и структура сплавов тугоплавких металлов для радиационного применения.</li></ol>
-----	------	---	--



КМ4	Экзамен	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В2;ПК-4-В3;ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У1;ПК-5-У2;ПК-5-У3;ПК-5-В1;ПК-5-В2	<p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дефекты кристаллического строения.</li> <li>2. Образование дефектов при облучении.</li> <li>3. Эволюция радиационных повреждений.</li> <li>4. Показатели повреждаемости твёрдых тел.</li> <li>5. Механизмы радиационного упрочнения.</li> <li>6. Механизмы радиационного разрушения.</li> <li>7. Радиационная ползучесть.</li> <li>8. Распад твёрдых растворов под облучением.</li> </ol> <p>Пример экзаменационного билета:</p> <p>кафедра МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ Курс „ Материалы для атомной и термоядерной энергетики ” И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ для группы МТ</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Радиационное упрочнение.</li> <li>10. Свеллинг и блистеринг.</li> <li>11. Маркировка сталей в Российской Федерации.</li> <li>12. Поиск аналогов российских и зарубежных марок сталей.</li> <li>13. Общая классификация сталей.</li> <li>14. Классификация жаропрочных сталей и материалов.</li> <li>15. Классификация жаростойких сталей и материалов.</li> <li>16. Анализ диаграммы состояния «железо-углерод».</li> <li>17. Структура и принципы легирования конструкционных сталей для ядерных реакторов.</li> <li>18. Теплоустойчивые стали для атомных реакторов</li> <li>20. Структура и свойства хромистых сталей для атомной промышленности.</li> <li>21. Термическая обработка 12 %-ных хромистых сталей для атомной промышленности.</li> <li>22. Аустенитные стали для горячей зоны реакторов</li> <li>24. Сплавы циркония для атомной промышленности.</li> <li>25. Термическая обработка и структура сплавов никеля для атомной промышленности.</li> <li>26. Химический состав и структура сплавов тугоплавких металлов для радиационного применения</li> </ol> <p>Пример экзаменационного билета:</p> <p>кафедра МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ Курс „ Материалы для атомной и термоядерной энергетики ” И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ для группы МТ</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Радиационное упрочнение.</li> <li>2. Циркониевые сплавы для ядерной энергетики.</li> </ol> <p>Зав. кафедрой металловедения и физики прочности ( )</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	ДЗ 1	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В3;ПК-5-31;ПК-5-У2	<p>Домашнее задание 1. Тема: Теория радиационного упрочнения и разупрочнения</p> <p>Пример формулировки домашнего задания 1: Домашняя работа № 1. В (Al, Ag, Au, Cu, Ni, <math>\gamma</math>-Fe, Pb, Pt), облучённом при (0,95; 0,9; 0,85; 0,80; 0,75) Т/Тпл и быстро закалённом имеются поры размерами (50, 100) Å в количестве (108, 1010, 1012) мм<sup>3</sup>. На сколько изменится размер пор после выдержки при комнатной (0,2 – 0,3)Тпл температуре, если все избыточные вакансии стекут в поры?</p>
P2	ДЗ 2	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В3;ПК-5-31;ПК-5-У2	<p>Домашнее задание 2. Тема: Основы классификации конструкционных сталей и материалов в РФ и диаграмма «железо-углерод».</p> <p>Пример формулировки домашнего задания 2: 1. Приведите отечественный аналог стали С10ЕU. Чьё это обозначение? Для какого класса (группы) сталей оно применяется? Что обозначает каждый индекс в марке этого сплава как в отечественном, так и в зарубежном варианте написания? 2. Приведите аналог стали 08Х18Н10Т по правилам национальной классификации США. Что обозначает каждый индекс в марке этого сплава как в отечественном, так и в зарубежном варианте написания?</p>
P3	ДЗ 3	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В3;ПК-5-31;ПК-5-У2	<p>Домашнее задание 3. Тема: Радиационно-стойкие материалы.</p> <p>Пример формулировки домашнего задания 3: 1. Выбрать стали для изготовления корпуса атомного реактора большой мощности с температурой теплоносителем в виде пароводяной смеси 370 °С. Рекомендовать режим термической обработки. Описать структуру и свойства стали после термической обработки.</p>

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По данной дисциплине предусмотрен устный экзамен. Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов по теории. Вопросы для подготовки к экзамену даны в учебнике Л1.2 (основная литература), и Л2.1, Л2.2 (дополнительная литература).

Вопрос 1 - вопрос по разделу 1 дисциплины.

Вопрос 2 - вопрос по разделам 2 и 3 дисциплины.

Пример экзаменационного билета:

кафедра МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ  
И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ

Курс „ Материалы для атомной и термоядерной энергетики ”  
для группы МТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Радиационное упрочнение.
2. Циркониевые сплавы для ядерной энергетики.

Зав. кафедрой металловедения и  
физики прочности

( )

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Допуск к экзамену осуществляется при условии выполнения всех домашних заданий и положительного решения по контрольным работам. Отметка выставляется по результату устного ответа на вопросы экзаменационного билета и соотносится с критериями уровней освоения компетенций (соотносится с уровнями: «пороговый» – оценка «3», «продвинутый» – оценка «4» и «высокий» – оценка «5»).

Оценка «отлично» ставится, если студент ответил на все вопросы экзаменационного билета.

Оценка «хорошо» ставится, если студент ответил на большую часть вопросов экзаменационного билета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент ответил хотя бы на один вопрос экзаменационного билета и показал начальный уровень знаний по остальным вопросам.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не ответил на один вопрос экзаменационного билета и не показал начальный уровень знаний ни по одному из вопросов.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г.	Специальные стали: Учебник для вузов по спец. 'Металловедение и термическая обработка металлов'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1999
Л1.2	Штремель М. А.	Т.2: Деформация: Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. 'Физика металлов', 'Металловедение и термическая обработка металлов'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1997

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И., Косолапов Г. Ф., др., Арзамасов Б. Н.	Материаловедение: Учебник	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение, 1986
Л2.2	Гуляев А. П., Гуляев А. А.	Металловедение: учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Альянс, 2011

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
А-213	Учебная аудитория	проектор мультимедийный, моноблок -1 шт, печь камерная, печь муфельная 5 ед.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно- образовательную среду университета

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов, характеризующих материалы для атомной и термоядерной энергетики. Практические занятия нацелены на формирование навыков выбора сплавов различных групп применения.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации