

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 28.07.2023 14:13:11

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)

Metallic materials: structure, properties and application / Металлические материалы: структура, свойства и применение

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения цветных металлов

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Физическое металловедение (iPhD)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

48

самостоятельная работа

60

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	48	48	48	48
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	60	60	60	60
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

ктн, доцент, Михайловская Анастасия Владимировна

Рабочая программа

Metallic materials: structure, properties and application / Металлические материалы: структура, свойства и применение

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 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-22-11.plx Физическое металловедение (iPhD), утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Физическое металловедение (iPhD), утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металловедения цветных металлов

Протокол от 29.06.2021 г., №8

Руководитель подразделения Солонин Алексей Николаевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель курса – формирование у студентов знаний, умений и навыков исследования и анализа структуры, свойств и выбора областей их применения чистых металлов и сплавов на их основе.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Основы физики металлов	
2.1.2	Прикладное материаловедение 1. Основы металловедения.	
2.1.3	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Amorphous metallic alloys / Аморфные металлические сплавы	
2.2.2	Modelling and optimization in physical metallurgy / Моделирование и оптимизация в металловедении	
2.2.3	Thermal and thermomechanical treatment of special steels and alloys / Термическая и термомеханическая обработка сталей и сплавов	
2.2.4	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.5	Конструирование металлических материалов	
2.2.6	Прикладное материаловедение 2. Неметаллические материалы.	
2.2.7	Формирование структуры металлических материалов	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания новых сплавов, керамических или композиционных материалов	
Знать:	
ПК-1-31	Закономерности влияния состава и структурных параметров на свойства материалов
ПК-3: Способен формулировать рекомендации по повышению качества выпускаемой продукции из металлов и сплавов	
Знать:	
ПК-3-31	Способы производства и обработки металлов и сплавов с заданными свойствами
ПК-2: Способен обоснованно использовать знания для анализа типовых технологических процессов металлов и сплавов, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки металлических изделий в области металловедения и технологии материалов	
Знать:	
ПК-2-31	Знать кристаллическое и фазовое строение металлических материалов, особенности формирования структуры и свойств металлических материалов в зависимости от состава и условий получения.
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях	
Знать:	
ОПК-5-31	Знать кристаллическое и фазовое строение металлических материалов и уметь его использовать для объяснения зависимостей свойств от состава сплавов.
Уметь:	
ОПК-5-У1	Осуществлять поиск данных о составах, структуре и свойствах металлических материалов и их изменении в зависимости от режимов обработки.
ПК-2: Способен обоснованно использовать знания для анализа типовых технологических процессов металлов и сплавов, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки металлических изделий в области металловедения и технологии материалов	
Уметь:	
ПК-2-У1	Уметь анализировать структуру и свойства металлических материалов в процессе кристаллизации, обработки давлением и термической обработки, и осуществлять выбор материалов различного назначения в зависимости от уровня требований области применения, включая выбор возможных способов получения и обработки материала

ПК-3: Способен формулировать рекомендации по повышению качества выпускаемой продукции из металлов и сплавов
Уметь:
ПК-3-У1 Выбирать способы и пути обработки металлов и сплавов для достижения заданных свойств
ПК-1: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания новых сплавов, керамических или композиционных материалов
Уметь:
ПК-1-У1 Использовать знание закономерностей влияния состава и структурных параметров на свойства материалов при разработке сплавов
ПК-3: Способен формулировать рекомендации по повышению качества выпускаемой продукции из металлов и сплавов
Владеть:
ПК-3-В1 Навыками повышения свойств металлических материалов и путей повышения качества выпускаемой продукции
ПК-2: Способен обоснованно использовать знания для анализа типовых технологических процессов металлов и сплавов, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки металлических изделий в области металловедения и технологии материалов
Владеть:
ПК-2-В1 Владеть навыками микроструктурного анализа и анализа свойств для оценки качества металлических материалов, навыками анализа материалов на предмет соответствия Стандартам. Владеть навыками самостоятельного анализа литературы.
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Владеть:
ОПК-5-В1 Знаниями о способах и критериях выбора материалов для различного назначения и навыками использования известные закономерностей и литературных данных при разработке новых материалов и технологий
ОПК-5-В2 Владеть навыками самостоятельного анализа литературы.
ПК-1: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания новых сплавов, керамических или композиционных материалов
Владеть:
ПК-1-В1 Навыками анализа влияния состава и структурных параметров на свойства металлических материалов при разработке сплавов

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
	Раздел 1. Формирование микроструктуры, свойств, особенностей обработки и областей применения железа, сталей и чугунов.							
1.1	Особенности кристаллического строения и свойства чистого железа. Анализ стабильной и метастабильной фазовой диаграммы Fe-C и процессов кристаллизации сталей. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э2		КМ1	
1.2	Формирование микроструктуры сталей и чугунов в зависимости от состава и условий получения. Анализ влияния легирующих элементов на структуру и свойства сталей и чугунов. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В2	Л1.1 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э2		КМ1	

1.3	Основные особенности термической обработки и области применения сталей и чугунов. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э2		КМ1	
1.4	Особенности кристаллического строения и свойства чистого железа. Анализ стабильной и метастабильной фазовой диаграммы Fe-C и процессов кристаллизации сталей. /Ср/	2	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В2	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э2			
1.5	Формирование микроструктуры сталей и чугунов в зависимости от состава и условий получения. Анализ влияния легирующих элементов на структуру и свойства сталей и чугунов. /Ср/	2	2	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э2			
1.6	Основные особенности термической обработки и области применения сталей и чугунов. /Ср/	2	2	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э2			
Раздел 2. Анализ процессов формирования микроструктуры, свойств, областей применения алюминия и сплавов на основе алюминия.								
2.1	Структура и свойства алюминия. Основные примеси и их влияния на свойства алюминия и его сплавов. Особенности применения алюминиевых сплавов. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	
2.2	Особенности кристаллизации и литой структуры сплавов на основе алюминия. Анализ состава, структуры и свойств литейных сплавов и их термообработка. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	
2.3	Особенности деформации сплавов на основе алюминия. Анализ состава, структуры и свойств деформируемых сплавов и их термообработка. /Пр/	2	4	ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	
2.4	Особенности микроструктуры, свойств, областей применения алюминия и сплавов на основе алюминия. /Ср/	2	5	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2			

	Раздел 3. Анализ особенностей строения и микроструктуры, свойств, областей применения сплавов на основе магния.							
3.1	Структура и свойства магния. Основные примеси и их влияния на свойства. Области применения магния и сплавов на его основе. Особенности структуры и деформации сплавов на основе магния. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	
3.2	Сплавы на основе магния: легирующие элементы и их влияние на свойства и структуру. Высокопрочные, жаропрочные и ультралегкие деформируемые и литейные магниевые сплавы. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	
3.3	Кристаллическая структура и фазовый состав сплавов на основе магния, области применения сплавов по отраслям промышленности. Особенности литейных, деформируемых и жаропрочных сплавов на основе магния. /Ср/	2	10	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2			
	Раздел 4. Анализ процессов формирования микроструктуры, обработки, свойств, областей применения сплавов на основе титана.							
4.1	Структура и свойства титана. Основные примеси и их влияния на свойства титановых сплавов. Области применения титановых сплавов. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В2	Л1.1 Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	
4.2	Влияние легирующих элементов на структуру и свойства титана. Сплавы на основе титана различного назначения и особенности их микроструктуры. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	
4.3	Кристаллическая структура, фазовый и химический состав сплавов на основе титана, области применения и назначения сплавов в зависимости от состава. Современные технологические решения для достижения заданного комплекса свойств. /Ср/	2	19	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.3 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2			

	Раздел 5. Анализ процессов формирования микроструктуры, свойств, областей применения меди и сплавов на основе меди.							
5.1	Структура и свойства меди. Основные примеси и их влияния на свойства чистой меди и сплавов на ее основе. Области применения меди и ее сплавов. /Пр/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	
5.2	Структура и свойства сплавов на основе меди: латуни, бронзы, медно-никелевые сплавы. /Пр/	2	4	ОПК-5-У1 ОПК-5-В2	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	
5.3	Кристаллическая структура, фазовый и химический состав сплавов на основе меди, области применения и назначения сплавов в зависимости от структуры и состава. Современные технологические решения для достижения заданного комплекса свойств. /Ср/	2	20	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Э1 Э2		КМ2	

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	Контрольная работа 1	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Стали и чугуны
КМ2	Котрольная работа 2	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Сплавы цветных металлов

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Домашние задания (ДЗ)
Контрольные работы (КР)
Доклады студентов (Д)

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

Контрольная работа (Кр)

Примеры вопросов.

1. Draw the solidification curves for low and medium carbon steels.
2. Write down all transformations with concentrations and temperatures.
3. Draw schemes of microstructure in the circle.
4. Determine mass fraction of structural features.
5. Compare mechanical properties of them.
6. Compare martensite, bainite and pearlite transformations in carbon steels and describe properties of these microstructure features.
7. Two samples of Fe – 0.2 wt% C alloy were quenched. One sample was quenched from T1 and other one from T2. Compare microstructures and properties (ductility, UTS, Kc) of both samples after quenching and tempering at 600 oC.
8. Compare microstructures and stress-strain curves at room temperature of samples (1,2) after cold rolling of 50% reduction, and annealing of 1 h at 0.7Tmelt. Explain differences.
1 - Al-5Mg
2 - Al-2Mg
9. Compare Al-Si-Cu, Al-Cu, Al-Si alloys and choose one alloy with the best combination of strength and castability.
10. Compare potential creep resistance of Ti-Al, Ti-Al-V, and Ti-Al-Sn-Zr-Mo alloys.
11. What special properties have the pure copper? (compare they with other pure metals)

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

Результаты текущего контроля знаний, умений и навыков, обеспечивающих формирование компетенции, закрепленных за данной дисциплиной, учитываются при проведении промежуточной аттестации, в том числе на основе балльно-рейтинговой системы.

Оценочные материалы текущего контроля успеваемости могут быть использованы при формировании фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации, которая оценивается в соответствии соприложенными критериями.

«Отлично» Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер

«Хорошо» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера

«Удовлетворительно» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей
Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности

«Неудовлетворительно» Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Поздняков А. В., Михайловская А. В., Яковцева О. А., др.	Материаловедение. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2016
Л1.2	Золоторевский В. С., Белов Н. А.	Металловедение цветных металлов: Разд.: Алюминиевые сплавы. Металловедение, применение, стандарты: Учеб. пособие для студ. спец. 1105	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л1.3	Золоторевский В. С., Поздняков А. В., Михайловская А. В.	Металловедение цветных металлов: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.4	Новиков И. И., Портной В. К., Михайловская А. В., др.	Металловедение. Основы микроструктурного анализа: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.5	Новиков И. И., Портной В. К., Михайловская А. В., др.	Металловедение. Микроструктуры промышленных сталей и сплавов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.6		Journal of the institute of metals	Библиотека МИСиС	,
Л1.7		Metals and alloys : 1932-1945 у.	Библиотека МИСиС	New York: Reinhold publ. corp.,
Л1.8		Transactions of American Society for metals	Библиотека МИСиС	,
Л1.9		Transactions of the American Institute of metals : 1913-1918 у.	Библиотека МИСиС	Buffalo,
Л1.10		Transactions of the Japan Institute of metals : 1975-1988 у.	Библиотека МИСиС	,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	www.scopus.com	www.scopus.com
Э2	canvas	lms.misis.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas
П.5	MS Teams
П.6	ThermoCalc

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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
К-303	Лаборатория	печь термическая СНОЛ ЭКСП-1 (5 шт.), Nabertherm Kotom модернизированный, устройство для измерения длительной твердости на базе Твердомера ТШ-2, сушильный шкаф SNOL 58/360 (2 шт.), универсальный твердомер 930N Wolpert&Wilson, машины для испытаний на многоцикловую усталость Instron RRM-A2 (2 шт.), машины для испытаний на ползучесть и длительную прочность Instron M3 (2 шт.), маятниковый копер Instron POE2000 для испытаний на ударную вязкость
К-317	Лаборатория	Световые металлографические микроскопы 16 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования: доска, экран, комплект учебной мебели
К-212	Лекционная аудитория	компьютер лектора, проекторы, интерактивная периодическая система, комплект учебной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для обсуждения заданий практических занятий необходимо использование иллюстративного материала, подготовленного преподавателем и студентами, в формате электронных презентаций. Студентами для успешного выполнения домашних заданий и подготовки рефератов и электронных презентаций помимо основной литературы должны использоваться интернет-ресурсы научных публикаций ведущих мировых высокорейтинговых журналов (например, www.sciencedirect.com, www). Для анализа микроструктур промышленных сплавов необходимо использовать

интерактивный атлас микроструктур, световые микроскопы. Для успешной самостоятельной работы студента необходимо обеспечить доступ студентов к размещенным в электронном виде требованиям к курсу, домашним заданиям и обучающим материалам, подготовленным преподавателем и содержащим основные теоретические данные о металлических материалах.

При организации НИТУ «МИСиС» в период изучения курсов международных конференций с участием приглашенных ведущих мировых ученых в области металлических материалов или курсов лекций ведущих мировых ученых, необходимо запланировать посещение таковых студентами в часы самостоятельной работы.