

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА**  
 (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
**СТИ НИТУ «МИСиС»**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ОПОП ВО



Кожухов А. А.

11 июня 2020 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора по НИИ  
 СТИ НИТУ «МИСиС»



Кожухов А. А.

11 июня 2020 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Металлургия редких металлов**

Закрепленная кафедра  
 Учебный план

**Металлургия и металловедение им. С.П. Угаровой**  
 на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

Направление подготовки  
 Направленность (профиль)  
 ОПОП

**22.06.01 Технологии материалов**  
**Обработка металлов давлением**

Квалификация  
 Форма обучения  
 Общая трудоемкость

**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**  
**очная**  
**2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 72  
 в том числе:  
 аудиторные занятия 18  
 самостоятельная работа 54  
 часов на контроль           

Форма контроля: зачет

Семестр изучения 7

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	IV		Итого
Вид занятий	УП	РП	
Семинары	18	18	18
Итого ауд.	18	18	18
Сам. работа	54	54	54
Итого:	72	72	72

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Рабочая программа разработана:

Кожухов Алексей Александрович

Заведующий кафедрой ММ, доктор технических наук, доцент



Рабочая программа дисциплины «**Металлургия редких металлов**» разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки  
22.06.01 Технологии материалов

(утвержден приказом НИТУ «МИСиС» от «02» декабря 2015 г. № 602 о.в.)

на основании учебного плана на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки  
22.06.01 Технологии материалов, Обработка металлов давлением

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Металлургия и металло-  
ведение им. С.П. Угаровой»

Протокол от 11 июня 2020 г. № 06/20

Зав. кафедрой ММ  
11 июня 2020 г.



А.А. Кожухов

Руководитель ОПОП ВО

зав. кафедрой, д.т.н., доц.  
должность, уч.ст., уч.зв. – при наличии



А.А. Кожухов  
И.О. Фамилия

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целями освоения дисциплины** являются изучение основ металлургии редких металлов, изучение способов комплексной переработки металлургического сырья и отходов производства.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** получение знаний общих закономерностей поведения редких металлов в природных условиях, знание основных способов переработки сырья и выделение металлов технической чистоты.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

**2.1 Учебная дисциплина** входит в состав Блока ФТД «Факультативы» и относится к вариативной части, является обязательной в ОПОП.

Курс «Металлургия редких металлов» предназначен для подготовки исследователей (преподаватель-исследователь) и предусматривает изучение порядка и методов проведения анализа процессов производства редких металлов.

При изучении курса необходима систематизация и алгоритмизация знаний на основе углубленного самостоятельного изучения учебной и научно-технической литературы. Непременным условием такой проработки является использование также разработанных на кафедре «Металлургия и металловедение им. С.П. Угаровой» учебных пособий, программных комплексов, имитационных моделей, заданий для практических занятий на ЭВМ и т.д.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые при изучении дисциплин:**

- Технология процессов обработки металлов и сплавов давлением;
- Новые технологии в металлургии;
- Оборудование металлургических предприятий;
- Решение температурных задач пластической деформации металлов и сплавов как фундамент для формирования заданных служебных характеристик изделий;
- Контактное упруго-пластическое взаимодействие металла и инструмента в процессах обработки металлов и сплавов давлением;
- Математическое моделирование металлургических процессов;
- Физическое моделирование металлургических процессов;
- Металлургия цветных металлов.

### **Знания:**

- металлы, относящиеся к группе редких;
- классификацию редких металлов;
- роль редких металлов в современной технике;

### **Умения:**

- оценивать исходное минеральное сырье цветной металлургии с точки зрения комплексной переработки его с извлечением редких металлов;
- предложить принципиальную технологическую схему переработки металлургического сырья и отходов производства;
- учитывать при выборе технологии вопросы охраны окружающей среды.

### **Навыки:**

- выбрать оптимальную технологию переработки сырья, содержащего элемент из группы редкие металлы, из существующих в конкретных условиях;
- выбрать оборудование в соответствии со спецификой промышленности производства металлов из группы редкие металлы.

**2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:**

- Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации);
- Подготовка и сдача государственного экзамена.

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС НИТУ «МИСиС» и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ</b>	
<i>УК-5.1 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные методологические подходы, связанные с планированием и решением задач, направленных на собственное профессиональное и личностное развитие</i>
<i>Уметь:</i>	<i>применять современные методы и приемы получения информации для решения задачи собственного профессионального и личностного развития</i>
<i>Владеть:</i>	<i>приемами составления краткосрочных и стратегических планов собственного профессионального и личностного развития</i>
<i>УК-5.2 способность к непрерывному профессиональному образованию, обновлению профессиональных знаний и навыков, к непрерывному развитию потенциала личности</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные принципы саморазвития и самореализации с использованием цифровых и сетевых технологий, базирующихся на коммуникации специалистов из различных регионов и стран.</i>
<i>Уметь:</i>	<i>применять методологию накопительного обновления знаний и навыков в области технологий и оборудования в области процессов производства металлов и сплавов в различных металлургических агрегатах.</i>
<i>Владеть:</i>	<i>навыками демонстрации своих возможностей к совершенствованию и развитию своего интеллектуального и профессионального уровня посредством вовлечения в образовательный процесс инновационных цифровых и сетевых технологий.</i>
<i>УК-6.1 способность использовать знания фундаментальных наук для проведения научных исследований и преподавательской деятельности</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные законы математики, физики и химии, наиболее часто используемые и необходимые для проведения научных исследований и преподавательской деятельности в области металлургии редких металлов.</i>
<i>Уметь:</i>	<i>обосновывать применение основных законов и положений математики, физики и химии для проведения научных исследований и преподавательской деятельности в области металлургии редких металлов.</i>
<i>Владеть:</i>	<i>приемами научного обоснования, базирующегося на основных законах и положениях математики, физики и химии, позволяющих осуществлять эволюционное развитие технологий и оборудования в области металлургии редких металлов.</i>
<i>УК-7.1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых научных идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i>	
<i>Знать:</i>	<i>уровень наилучших мировых и отечественных технологических результатов и параметров в области металлургии редких металлов, позволяющий</i>

	обоснованно выполнять критический анализ и оценку современных научных достижений; методологию генерации новых научных идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, в области металлургии редких металлов.
Уметь:	логически обосновывать положения и тезисы критическому анализу при оценке современных научных достижений в области металлургии редких металлов; на основе обобщения наилучших мировых и отечественных технологических результатов и параметров в области металлургии редких металлов, генерировать новые научные идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
Владеть:	навыками выполнения критического анализа при оценке современных научных достижений в области металлургии редких металлов, а также приемами генерации новых научных идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<b>ОПК-2.1</b> способность и готовность разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции	
Знать:	процедуры разработки и выпуска технологической документации на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции в области металлургии редких металлов.
Уметь:	разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции в области металлургии редких металлов.
Владеть:	практическими навыками разработки и выпуска технологической документации на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции в области процессов металлургии редких металлов.
<b>ОПК-3.1</b> способность и готовность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества	
Знать:	методики экономической оценки производственных и непроизводственных затрат на создание новых материалов и изделий в области процессов металлургии редких металлов, порядки проведения работ по снижению их стоимости и повышению качества
Уметь:	экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий в области процессов металлургии редких металлов, проводить работы по снижению их стоимости и повышению качества
Владеть:	подходами и приемами выполнения экономической оценки производственных и непроизводственных затрат на создание новых материалов и изделий в области процессов металлургии редких металлов, принципами проведения работ по снижению их стоимости и повышению качества
<b>ОПК-4.1</b> способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности	
Знать:	нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности в области процессов металлургии редких металлов.
Уметь:	грамотно и обоснованно использовать нормативную документацию при выборе требований, обеспечивающих безопасность производственной и эксплуатационной деятельности в области процессов металлургии редких металлов.

<i>Владеть:</i>	<i>навыками работы с нормативной документацией при формировании пакета требований, обеспечивающих безопасность производственной и эксплуатационной деятельности в области процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>ОПК-5.1 способность и готовность использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии</i>	
<i>Знать:</i>	<i>методологию понимания проблем развития материаловедения на основе интегрирования в единое целое знаний естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин</i>
<i>Уметь:</i>	<i>грамотно и обоснованно использовать интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для выдвигания новых высокоэффективных технологий</i>
<i>Владеть:</i>	<i>навыками реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии в области процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>ОПК-7.1 способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей</i>	
<i>Знать:</i>	<i>приемы проведения патентный поиск по проблемам металлургии редких металлов, а также процедуру оформления материалов для получения патентов</i>
<i>Уметь:</i>	<i>грамотно и обоснованно анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей в области процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>Владеть:</i>	<i>навыками работы при получении информации из глобальных компьютерных сетей, а также приемами ее анализа, систематизации и обобщения</i>
<i>ОПК-8.1 способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады</i>	
<i>Знать:</i>	<i>нормативные требования, регламентирующие оформление научно-технических отчетов, научных статей и докладов</i>
<i>Уметь:</i>	<i>грамотно и обоснованно использовать нормативную документацию при обработке результатов научно-исследовательской работы, оформлении научно-технических отчетов, подготовке к публикации научных статей и докладов</i>
<i>Владеть:</i>	<i>навыками работы с нормативной документацией при формировании научно-технических отчетов, научных статей и докладов</i>
<i>ОПК-10.1 способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов</i>	
<i>Знать:</i>	<i>нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности при выборе приборов, датчиков и оборудования для проведения экспериментов и регистрации их результатов</i>
<i>Уметь:</i>	<i>грамотно и обоснованно использовать нормативную документацию по эксплуатации и применению приборов, датчиков и оборудования для проведения экспериментов и регистрации их результатов</i>
<i>Владеть:</i>	<i>навыками работы с приборами, датчиками и оборудованием для проведения экспериментов и регистрации их результатов в области процессов металлургии редких металлов, обеспечивающих безопасность производственной и эксплуатационной деятельности</i>

<i>ОПК-11.1 способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные принципы и положения, связанные с разработкой технологического процесса, технологической оснастки, рабочей документации, маршрутных и операционно-технологических карт для изготовления новых изделий из перспективных материалов в области процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>Уметь:</i>	<i>разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов в области металлургии редких металлов.</i>
<i>Владеть:</i>	<i>совокупностью положений и требований, а также навыками практической разработки технологического процесса, технологической оснастки, рабочей документации, маршрутных и операционно-технологических карт для изготовления новых изделий из перспективных материалов в области процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>ОПК-12.1 способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные принципы и положения, связанные с проведением технологических экспериментов, осуществлением технологического контроля при производстве изделий с использованием процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>Уметь:</i>	<i>разрабатывать технологический эксперимент, а также карту технологического контроля при производстве изделий с использованием процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>Владеть:</i>	<i>совокупностью положений и требований, а также навыками практического проведения технологических экспериментов, осуществлением технологического контроля при производстве изделий с использованием процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>ОПК-13.1 способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные принципы и положения, связанные с проведением сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления с использованием процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>Уметь:</i>	<i>реализовывать основные принципы и положения, связанные с проведением сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления с использованием процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>Владеть:</i>	<i>совокупностью положений и требований, а также навыками практического проведения сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления с использованием металлургии редких металлов.</i>
<i>ОПК-14.1 способность и готовность оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные подходы, используемые для первичного анализа и последующего определения сфер применимости, а также оценки рисков результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области процессов металлургии редких металлов.</i>
<i>Уметь:</i>	<i>- логически обоснованно определять на основе данных системного анализа сферу применимости результатов научно-исследовательских и опытно-</i>

	<p>конструкторских работ в области процессов металлургии редких металлов;</p> <p>– на основе сегментного анализа оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
Владеть:	<p>основные подходы, используемые для первичного анализа и последующего определения сфер применимости результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области металлургии редких металлов.</p>
<p><b>ОПК-16.1</b> способность и готовность организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества</p>	
Знать:	<p>– структуру программ работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов в области процессов металлургии редких металлов.;</p> <p>– порядок разработки проектов стандартов и сертификатов, проведения сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования;</p> <p>- порядок создания систем качества на предприятиях, использующих процессы металлургии редких металлов.</p>
Уметь:	<p>разрабатывать программы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, процедуры разработки проектов стандартов и сертификатов и системы качества в области процессов металлургии редких металлов.</p>
Владеть:	<p>навыками разработки и непосредственного контроля процесса реализации программы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, процедур разработки проектов стандартов и сертификатов и системы качества в области процессов металлургии редких металлов.</p>
<p><b>ОПК-18.1</b> способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий</p>	
Знать:	<p>структуру программ по авторскому надзору при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий в области процессов металлургии редких металлов.</p>
Уметь:	<p>разрабатывать программы по авторскому надзору изготовлению, монтажу, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий в области процессов металлургии редких металлов.</p>
Владеть:	<p>навыками разработки и непосредственного контроля программы по авторскому надзору изготовлению, монтажу, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий в области процессов металлургии редких металлов.</p>
<p><b>ПК-1.1</b> способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий, вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей, обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады, разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ</p>	
Знать:	<p>– методологию выполнения расчетно-теоретических и экспериментальных исследований с применением компьютерных технологий при изучении различных процессов металлургии редких металлов;</p> <p>- методики проведения патентного поиска и порядок оформления заявки для получения патента в области металлургии редких металлов;</p>

	<p>- подходы необходимые для проведения поиска и получения необходимых данных об используемой технологии в области металлургии редких металлов;</p> <p>- приемы, методы, средства, используемые при разработке технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ. применительно к производству металлов и сплавов в различных металлургических агрегатах, обеспечивающие более корректное проведение исследований</p>
Уметь:	<p>- осуществлять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования с применением компьютерных технологий при изучении различных процессов металлургии редких металлов.;</p> <p>- осуществлять проведение патентного поиска и оформление заявки для получения патента в области металлургии редких металлов;</p> <p>– проводить поиск и получение необходимых данных об исследуемой технологии в области процессов металлургии редких металлов;</p> <p>– разрабатывать техническое задание и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ, при изучении процессов металлургии редких металлов;</p>
Владеть:	<p>–выполнения расчетно-теоретические и экспериментальные исследования с применением компьютерных технологий при изучении различных процессов металлургии редких металлов;</p> <p>- применения использования современных цифровых информационных технологий для более глубокого проведения патентного поиска при оформлении заявки для получения патента в области металлургии редких металлов.;</p> <p>– выполнения поиска и получения необходимых данных об исследуемой технологии в области процессов металлургии редких металлов.;</p> <p>– разработки технического задания и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ, при изучении процессов металлургии редких металлов.;</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины в зачетных единицах (2 **зачетных единиц**) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся составляет:

**Таблица 1. Структура и содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа	Код компетенции	Формы текущего контроля успеваемости (по темам) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	СМ	ЛР			
1	Тема 1. Введение. Цель и задачи курса.	7		2		6	УК-5.1 УК-5.2 УК-6.1 УК-9.2 ОПК-5.1	
2	Тема 2. Вольфрам	7		2		6	УК-5.1 УК-5.2	

							УК-9.2 ОПК-5.1	
3	Тема 3. Молибден	7		2		6	УК-7.1 УК-9.2 ОПК-2.1 ОПК-7.1 ОПК-8.1 ОПК-10.1 ОПК-11.1 ОПК-12.1 ОПК-14.1 ОПК-16.1 ОПК-18.1 ПК-1.1 ПК-1.2	
4	Тема 4. Титан	7		2		6	УК-7.1 УК-10.1 ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-4.1 ОПК-11.1 ОПК-13.1 ОПК-14.1 ОПК-16.1 ПК-1.1	Контрольная работа
5	Тема 5. Тантал и ниобий	7		2		6	УК-7.1 ОПК-2. ОПК-11.1 ОПК-14.1 ОПК-16.1 ПК-1.1	
6	Тема 6. Цирконий и гафний	7		4		7	УК-9.2 ОПК-2.1 ОПК-11.1 ОПК-14.1 ОПК-16.1 ПК-1.1	Домашнее задание - реферат
7	Тема 7. Ванадий	7		4		7	УК-7.1 ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-11.1 ОПК-14.1 ПК-1.1	Контрольная работа
<b>ИТОГО</b>		<b>108</b>		<b>18</b>		<b>54</b>		<b>Экзамен</b>

Примечание: Условные обозначения: Л – занятия лекционного типа; СМ– семинарские занятия, ЛР – лабораторные работы; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

## **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Металлургия редких металлов» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

### **5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины**

Экзамен (зачет с оценкой) не предусмотрен.

### **5.2. Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины**

#### ***Контрольные работы для текущей аттестации по итогам изучения дисциплины***

***Контрольная работа №1 (ОПК-5.1, УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-7.1, УК-9.2, УК-10.1, ПК-1.2).***

#### **Вариант 1**

1. Особенности металлургии редких металлов.
2. Разложение вольфрамитовых концентратов спеканием с содой и селитрой.
3. Производство чистого триоксида молибдена.

#### **Вариант 2**

1. Использование отходов и полупродуктов заводов цветной металлургии для извлечения редких и рассеянных металлов.
2. Окислительный обжиг молибденовых концентратов.
3. Производство четыреххлористого титана.

***Контрольная работа №2 (ОПК-2.1, ОПК-3.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ОПК-7.1, ОПК-8.1, ОПК-10.1, ОПК-11.1, ОПК-12.1, ОПК-13.1, ОПК-14.1, ОПК-16.1, ОПК-18.1, ПК-1.1, УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-7.1, УК-9.2, УК-10.1)***

#### **Вариант 1**

1. Переработка лопаритовых концентратов.
2. Производство губчатого циркония и гафния магниетермическим восстановлением хлорида циркония и гафния.
3. Восстановление ванадия из его пентаоксида металлическим кальцием. Получение феррованадия.

#### **Вариант 2**

1. Карботермический способ получения ниобия и тантала.
2. Восстановление циркония и гафния.
3. Получение металлического ванадия. Получение ванадия диссоциацией галогенидов.

***Темы рефератов (ОПК-5.1, ОПК-7.1, ОПК-8.1, ОПК-14.1, УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-7.1, УК-9.2, УК-10.1)***

1. Роль вольфрама при производстве стали.
2. Роль титана при производстве стали.
3. Роль ниобия при производстве стали.
4. Роль ванадия при производстве стали.
5. Роль молибдена при производстве стали.

Объём реферата составляет 20-стр. при наличии ссылок на источники не старше 10 лет (5 ссылок), а также на источники из иностранной литературы (5 ссылок).

**5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена**  
Экзамен не предусмотрен.

#### **5.4. Методика оценки результатов обучения по дисциплине**

В семестре 7 по курсу предусмотрен зачет. Возможна простановка зачета на основе результатов текущей аттестации в течение семестра 7: написания контрольных работ (№1 и №2) и реферата, написанного на определенную тему (вариативно).

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций приведены в таблице 1 и 2.

**Таблица 1. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя. Отвечает на наводящие вопросы преподавателя, в том числе показывая фрагментарное знание материала
Не зачтено	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 2. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя. Отвечает на наводящие вопросы преподавателя неполно, в том числе показывая фрагментарное знание материала без приведения конкретных примеров
Не зачтено	не способен правильно выполнить задание

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) Основная литература:**

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	В.С. Чекушин	Комплексная переработка минерального, вторичного и техногенного сырья благородных металлов	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL:	Сибирский Федеральный университет. – Красноярск: СФУ, 2017.

			<a href="http://biblio-club.ru/index.php?page=book&amp;id=497047">http://biblio-club.ru/index.php?page=book&amp;id=497047</a>	
Л 1.2	В.А. Парфенов	Редкие металлы	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: <a href="http://biblio-club.ru/index.php?page=book&amp;id=108830">http://biblio-club.ru/index.php?page=book&amp;id=108830</a>	Москва: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1954
Л 1.3	Э.Г. Раков С.В. Хаустов	Процессы и аппараты производств радиоактивных и редких металлов	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	М.: Металлургия, 1993

**б) Дополнительная литература:**

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	В. В. Крапухин	Печи для цветных и редких металлов	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	М.: Металлургия, 1993
Л 2.2	В.А. Кожемякин Г.В. Зубченко В.Л. Митник Г.Л.Вакс	Малоотходные процессы и охрана окружающей среды металлургии редких металлов	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Минск: Беларуская навука, 2015.
Л 2.3	В.Е. Плющев	Справочник по редким металлам	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: <a href="http://biblio-club.ru/index.php?page=book&amp;id=220657">http://biblio-club.ru/index.php?page=book&amp;id=220657</a>	Москва: Издательство "МИР", 1965

**в) Перечень методических материалов, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», программного обеспечения и информационных справочных систем и профессиональных баз данных, необходимый для освоения дисциплины**

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
<b>Перечень методических материалов</b>				
<b>Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
<b>Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:			

И 1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И 2	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И 3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И 4	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И 5	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Аудитория №102 - Лекционный зал.**

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Комплект мебели (25 посадочных мест)

Проектор для презентаций Epson-460 LSD

Компьютер для презентаций моноблок ASUS ET2011.

### **Помещение для самостоятельной работы обучающихся**

#### **Аудитория № 306 - Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий**

Комплект мебели (25 посадочных мест).

Проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032

Рабочая станция Core i3-4130 (компьютер преподавателя) - 1 шт

Рабочая станция Core i3-4130 (компьютер студента) - 11 шт

Программное обеспечение:

- Windows,
- Microsoft Office,
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса
- AutoCAD 2020 для образовательных учреждений,
- Matlab 2011b

В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины «Металлургия редких металлов» обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСиС» № 387о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭИОС»).
4. Отчеты по семинарским работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
5. Активно работать с научными базами в сети Интернет.
6. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.