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»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «20» июня 2023 г.
протокол № 23

Рабочая программа дисциплины

Проблемы металлургического качества стали

Закреплена за кафедрой **Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой**

Направление подготовки 22.04.02 Металлургия

Профиль Прогрессивные металлургические технологии

Квалификация **Магистр**
Форма обучения **Очная**
Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	216	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		экзамен 3
аудиторные занятия	34	
самостоятельная работа	146	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Самостоятельная работа	146	146	146	146
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Год набора 2023 г.

Программу составил(и):
доцент, кандидат технических наук, доцент
Сазонов Александр Васильевич

подпись

Рабочая программа дисциплины

Проблемы металлургического качества стали

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСИС»:

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 2023 года набора:
22.04.02 Металлургия,
Профиль: Прогрессивные металлургические технологии, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 20.06.2023г. протокол № 05.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

Протокол от «09» июня 2023 г. № 19/23

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой _____ подпись А.А.Кожухов

«09» июня 2023 г.

Руководитель ОПОП ВО
зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой, доктор технических наук, доцент _____ подпись А.А.Кожухов

«09» июня 2023 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Цель освоения дисциплины – ознакомление обучающихся с закономерностями процессов рафинирования стали; освоение основных методов повышения качества стального слитка; формирование у студента представления о влиянии вредных примесей, неметаллических включений, примесей цветных металлов на свойства стали и о способах снижения их концентрации; ознакомление с различными способами рафинирования стали; освоение переплавных процессов получения специальных сталей особо высокого качества, в частности: вакуумный дуговой переплав, электрошлаковый переплав; электроннолучевой переплав; плазменно-дуговой переплав заготовок. Задачи дисциплины: овладение знаниями об технологических процессах спецэлектрометаллургии, методами получения металлов особого качества с помощью переплавных процессов и синтеза сверхчистых металлов путем их глубокой очистки, позволяющими существенно повысить качество металла; овладение основами теории и технологии вакуумного дугового, электрошлакового, электронно-лучевого, плазменно-дугового и вакуумного индукционного переплавов, научным подходом к выбору принципиальной технологии выплавки стали с учетом условий эксплуатации.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.2	Современные проблемы металлургии и материаловедения
2.1.3	Современная теория и технология производства полупродукта
2.1.4	Современная теория и технология внепечной обработки и разливки стали
2.1.5	Совершенствование объектов и технологий при производстве стали
2.1.6	Оптимизация технологических процессов при производстве стали
2.1.7	Современные тенденции развития электросталеплавильного производства в России и мире
2.1.8	Инновации в электросталеплавильном производстве
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.5	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, включая, подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии	
Знать:	ОПК-1-З1 Основные технологические особенности спецэлектрометаллургии стали с целью решения производственных и исследовательских задач, возникающих в ходе производственной деятельности
Уметь:	ОПК-1-У1 Решать производственные (включая и исследовательские задачи) в области спецэлектрометаллургии стали на основе накопленных знаний и приобретенных навыков при изучении соответствующей дисциплины
Владеть:	ОПК-1-В1 Навыками решения производственных и исследовательских задач в ходе профессиональной деятельности при производстве стали при использовании технологических особенностей спецэлектрометаллургии
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	
Знать:	ОПК-4-З1 Основные закономерности получения готовой металлопродукции на основе технологических особенностей спецэлектрометаллургии на основе фундаментальных знаний (включая законы физической химии и тепломассопереноса) с целью решения производственных и исследовательских задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
Уметь:	ОПК-4-У1 Находить и перерабатывать (анализировать) необходимую информацию с целью принятия правильных решений при осуществлении практической деятельности, а также при проведении научных исследований
Владеть:	ОПК-4-В1 Навыками по поиску и переработке необходимой актуальной информации с целью дальнейших принятий правильных и аргументированных решений при производстве стали способами спецэлектрометаллургии (с учетом технологических особенностей)
УК-4: Способен: **- находить и получать необходимые данные об объекте исследования;** **- осуществлять поиск литературы, критически использовать базы данных и другие источники информации;** **- осуществлять моделирование объектов и процессов, а также исследовать применение новейших технологий**	
Знать:	УК-4-З1 Знать основные технологические особенности спецэлектрометаллургии для получения готовой металлопродукции с целью совершенствования технологии, включая использование новейших тепло-технологических технологий
Уметь:	УК-4-У1 Находить и получать необходимые характеристики об объекте исследования на основе осуществления поиска соответствующей литературы и при производственной необходимости осуществлять моделирование металлургических процессов в том числе при использовании новейших технологий моделирования
Владеть:	УК-4-В1 Навыком самостоятельной работы с большим объемом информации с целью ее обобщения и анализа для использования в практической деятельности

УК-5: Способен демонстрировать: **- практические навыки для решения проблем и проведения комплексных исследований;** **- системное понимание применяемых технических решений, технологий и процессов в области, соответствующей образовательной программе;** **- глубокое понимание экономических, организационных и управленческих вопросов (управление проектами, управление рисками и управление изменениями)**	
Знать:	УК-5-З1 Основные технические и организационные решения в технологических процессах спецэлектрометаллургии стали, направленные на повышение технико-экономических показателей и улучшения качества металлопродукции
Уметь:	УК-5-У1 Демонстрировать и применять практические навыки для решения проблем возникающий в ходе практической деятельности (включая проведение комплексных исследований конкретных металлургических агрегатов и процессов) на основе системного понимания технологических процессов в спецэлектрометаллургии стали;
Владеть:	УК-5-В1 Практическими навыками для решения проблем на основе системного понимания применяемых технических решений при производстве металлопродукции с целью глубокого понимания и решения экономических, организационных и управленческих вопросов
ПК-1: Анализ и совершенствование металлургических процессов	
Знать:	ПК-1-З1 Основные технологические процессы и явления, протекающие в агрегатах для получения стали специальными методами (спецэлектрометаллургии стали) с целью оценки уровня энергосбережения и влияния на окружающую среду конкретного металлургического агрегата
Уметь:	ПК-1-У1 Находить направления по совершенствованию технологического процесса с целью энергосбережения при осуществлении процессов спецэлектрометаллургии для производства готовой качественной металлопродукции
Владеть:	ПК-1-В1 Навыками самостоятельного решения технических задач по совершенствованию технологических процессов в различных металлургических агрегатах (спецэлектрометаллургии) с целью оценки возможного уровня энергоресурсосбережения и уменьшения влияния их работы на окружающую среду

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Характерные особенности процессов рафинирования сталей и сплавов					
1.1	Влияние серы Влияние фосфора Влияние водорода Влияние азота Влияние кислорода Примеси цветных металлов Неметаллические включения Влияние вакуума на поведение примесей Рафинирование стали шлаком Получение жидкой стали высокого качества/Лек/	3	3	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6	
1.2	Характерные особенности процессов рафинирования сталей и сплавов /Пр/	3	1	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-4-У1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6	
1.3	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	3	2	ОПК-4-З1 УК-4-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.6	
	Раздел 2. Вакуумный дуговой переплав					
2.1	Электрический дуговой разряд как источник теплоты Конструктивно-технологические особенности печи ВДП Энергетические особенности ВДП Характерные особенности формирования слитка Особенности протекания металлургических процессов при ВДП Критерии качества и сортамента металла, получаемого при ВДП /Лек/	3	3	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.3 Л 2.4 Л 2.6	
2.2	Расчет процесса ВДП / Пр/	3	3	ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-В1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6	
2.3	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках текущего контроля успеваемости – Раздел 1 и 2 (контрольная работа) /Ср/	3	4	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.5	

					Л 2.6	
2.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	3	2	ОПК-4-З1 УК-4-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.6	
	Раздел 3. Электрошлаковый переплав					
3.1	Шлаковая ванна как источник теплоты Схема установки и вариант технологического процесса ЭШП Энергетические особенности ЭШП Особенности формирования слитка при ЭШП Металлургические особенности ЭШП Качество и сортамент металла, полученного ЭШП /Лек/	3	3	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6	
3.2	Расчет процесса ЭШП / Пр/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-В1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6	
3.3	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	3	2	ОПК-4-З1 УК-4-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.6	
3.4	Выполнение теоретической части ДЗ /Ср/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-В1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 2.6	
	Раздел 4. Электронно-лучевой переплав					
4.1	Электронный луч как источник теплоты Варианты схем электроннолучевых установок Энергетические закономерности и особенности формирования слитка Металлургические особенности, качество и сортамент металла /Лек/	3	2	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6	
4.2	Расчет процесса ЭЛП / Пр/	3	3	ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-У1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6	
4.3	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	3	2	ОПК-4-З1 УК-4-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.6	
4.4	Выполнение практической части ДЗ /Ср/	3	7	ОПК-4-В1 УК-4-В1 УК-5-У1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6	
4.5	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках текущего контроля успеваемости – Раздел 3 и 4 (контрольная работа) /Ср/	3	4	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6	
	Раздел 5. Плазменно-дуговой переплав					
5.1	Особенности трансформации электрической энергии в тепловую в плазменной (сжатой) дуге Конструктивно-технологические особенности Энергетические закономерности и особенности формирования слитка Металлургические особенности, качество и сортамент металла/Лек/	3	3	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6	
5.2	Расчет процесса ПДП /Пр/	3	3	ОПК-4-В1 УК-4-В1 УК-5-У1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6	
5.3	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	3	2	ОПК-4-З1 УК-4-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.6	
	Раздел 6. Вакуумная индукционная плавка					

6.1	Раскисление металла углеродом в вакуумной индукционной печи Восстановление неметаллических включений и взаимодействие металла с огнеупорной футеровкой Раскисление металла газообразными реагентами Раскисление в вакууме металлическими раскислителями Процессы дегазации Испарение компонентов при плавке в вакууме Испарение из металла при плавке в вакуумной индукционной печи Десульфурация в вакууме. Принцип действия индукционных печей Классификация и обозначение индукционных плавильных электропечей /Лек/	3	3	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6	
6.2	Расчет процесса ВИП /Пр/	3	3	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6	
6.3	Подготовка к защите ДЗ /Ср/	3	2	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 2.6	
6.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	3	3	ОПК-4-З1 УК-4-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.4 Л 2.6	
6.5	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках текущего контроля успеваемости – Раздел 5 и 6 (контрольная работа) /Ср/	3	4	ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6	
7	**Часы на контроль /Контроль/**	3	36	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 2.5 Л 2.6	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачету с оценкой)

Раздел 1. Характерные особенности процессов рафинирования сталей и сплавов

1 Влияние серы на качество стали (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
2 Влияние фосфора на качество стали (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
3 Влияние водорода на качество стали (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
4 Влияние азота на качество стали (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
5 Влияние кислорода на качество стали (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
6 Влияние примесей цветных металлов на качество металла (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
7 Влияние неметаллические включения на качество стали (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
8 Влияние вакуума на поведение примесей (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
9 Рафинирование стали шлаком (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
10 Получение жидкой стали высокого качества (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

Раздел 2. Вакуумный дуговой переплав

1 Электрический дуговой разряд как источник теплоты (ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
2 Конструктивно-технологические особенности печи ВДП (ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
3 Энергетические особенности ВДП (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
4 Характерные особенности формирования слитка при плавке в ВДП (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)

5 Особенности протекания металлургических процессов при ВДП (ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
6 Критерии качества и сортамента металла, получаемого при ВДП (ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)

Раздел 3. Электрошлаковый переплав
1 Шлаковая ванна как источник теплоты (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
2 Схема установки и вариант технологического процесса ЭШП (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
3 Энергетические особенности ЭШП (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
4 Особенности формирования слитка при ЭШП (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
5 Металлургические особенности ЭШП(ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
6 Качество и сортамент металла, полученного ЭШП (ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)

Раздел 4. Электронно-лучевой переплав
1 Электронный луч как источник теплоты (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
2 Варианты схем электроннолучевых установок (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
3 Энергетические закономерности и особенности формирования слитка (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
4 Металлургические особенности, качество и сортамент металла (ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)

Раздел 5. Плазменно-дуговой переплав
1 Особенности трансформации электрической энергии в тепловую в плазменной (сжатой) дуге (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
2 Конструктивно-технологические особенности оборудования для плазменно-дугового переплава (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
3 Энергетические закономерности и особенности формирования слитка при плазменно-дуговом переплаве (УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
4 Металлургические особенности, качество и сортамент металла при плазменно-дуговом переплаве (ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)

Раздел 6. Вакуумная индукционная плавка
1 Раскисление металла углеродом в вакуумной индукционной печи (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
2 Восстановление неметаллических включений и взаимодействие металла с огнеупорной футеровкой в вакуумной индукционной печи (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
3 Раскисление металла газообразными реагентами в вакуумной индукционной печи (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
4 Раскисление в вакууме металлическими раскислителями (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
5 Процессы дегазации в вакуумной индукционной печи (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
6 Испарение компонентов при плавке в вакууме (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
7 Испарение из металла при плавке в вакуумной индукционной печи (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
8 Десульфурация в вакууме (УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)
9 Принцип действия индукционных печей (ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)
10 Классификация и обозначение индукционных плавильных электропечей (ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1ПК-1-У1 ПК-1-В1)

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 3 по курсу предусмотрен экзамен. В семестре 3 предусмотрены:
Контрольная работа № 1 по разделам 1-2 (ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1)
Контрольная работа № 2 по разделам 3-4 (ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1)
Контрольная работа № 3 по разделам 5-6 (ОПК-1-З1 ОПК-4-З1 УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1)
Возможна простановка экзамена на основе результатов текущей аттестации в течение семестра 2. С целью получения более высокой оценке по дисциплине студент имеет право сдавать экзамен.
Домашнее задание выполняется по индивидуальному заданию и включает инженерный расчет одного из видов электротехнологических установок (ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-У1
ПК-1-В1).
Типовые варианты задания:
1. Установка ЭШП.
2. Установка для вакуумно-дугового переплава слитков стали.
3. Установка для вакуумно-дугового переплава титана.
4. Электронно-лучевая установка.
Реальные варианты задания отличаются индивидуальными исходными данными.

В домашнем задании должны быть рассмотрены следующие вопросы.
1. Технологическое назначение электротехнологической установки (теоретическая часть).
2. Расчет конструктивных параметров установки (практическая часть).
3. Расчет энергетического баланса установки с выбором источника питания (практическая часть).
4. Энергетические режимы работы установки (практическая часть).
Объем отчета по домашнему заданию - 15-20 листов формата А4.
Для выполнения вычислений, анализа полученных данных возможно использование пакета прикладных программ Microsoft Excel. Оформление ДЗ в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105, ГОСТ 7.32
Выполненное домашнее задание студенту следует защищать индивидуально в предусмотренное время

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

Экзаменационный билет включает в себя 3 теоретических вопроса из установленного перечня по темам, изложенным в подразделе 5.1 данной РПД.
Билеты хранятся на кафедре и утверждены заведующим кафедрой.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Система оценивания результатов обучения по дисциплине для текущего контроля успеваемости:

№ п/п	Форма контроля	Критерий	Оценка
1	Контрольная работа	При выполнении контрольной работы студент показывает достаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет 60% и выше	зачтено
		При выполнении контрольной работы студент показывает недостаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет менее 60%	не зачтено
2	Домашнее задание	Домашнее задание оформлено в соответствии с требованиями, выполнен весь объем ДЗ, правильность выполнения составляет 75-80%, выявленные недочеты студент может устранить при защите, владеет терминологией, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, логически мыслит, показывает достаточные знания в объеме защищаемой темы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу	зачтено
		Оформление домашнего задания не соответствует требованиями, выполнены не все части ДЗ, студент не может устранить выявленные недочеты и замечания, не понимает сущности задаваемых вопросов, не ориентируется в тематике домашнего задания, допускает грубые ошибки при ответе	не зачтено
3	Экзамен	студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, дает ответы на дополнительные вопросы, знает дополнительно рекомендованную литературу	отлично
		студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал	хорошо
		студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике	удовлетворительно
		студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неправильные или неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы	неудовлетворительно
		студент на экзамен не явился	не явка

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	В.Г.	Общая металлургия	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	М. : Альянс,

	Воскобойников, В.А. Кудрин, А. М. Якушев			2017
Л 1.2	Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко	Современная технология производства стали	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	М. : Теплотехник, 2007
Л 1.3	С. В. Беляев, В.А. Героцкий	Основы теории металлургических процессов	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	Нижний Новгород: Нижегородский гос. тех. университет им. Р.Е. Алексеева, 2015
Л 1.4	П.В. Домаров, А.А. Мелешко	Установки специального электронагрева	Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228753	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Библиотека**	**Издательство, год**
Л 2.1	Ю.В. Борисоглебский, М.М. Ветюков, В.И. Москвитин, С.Н. Школьников	Теория и технология электрометаллургических процессов	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	М. : Интермет Инжиниринг, 2010
Л 2.2	А.Г. Морачевский, Е.Г. Фирсова	Термодинамика жидких металлов и сплавов	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	СПб. : "Лань", 2017
Л 2.3	А.И. Зайцев, В.С. Крапошин, И.Г. Родионова и др.	Комплексные неметаллические включения и свойства стали	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	М. : Металлургиздат, 2015
Л 2.4	А.И. Гарост	Железоуглеродистые сплавы	Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142435	Минск : Белорусская наука, 2010
Л 2.5	В.И. Лакомский, В.В. Лакомский ; Под ред. академика Б.Е. Патона	Азот в жидких сталях и шлаках	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	К. : Наукова думка, 2012
Л 2.6	Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская и др.	Фазовые равновесия в многокомпонентных системах	Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427846	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет, 2014
6.1.3 Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Microsoft Windows			
П 2	Microsoft Office			
П 3	Kaspersky Endpoint Security			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:			
И 1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/			
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСИС):			
И 2	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com			
И 3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/			

И 4	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И 5	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	**Аудитория № 301** **Лаборатория промышленной безопасности и экологии** Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, моноблок MSI AE2210 HR, проектор для презентаций Epson EB-485W.
7.2	**Помещение для самостоятельной работы обучающихся** **Аудитория № 306** **Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий** Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130, рабочая станция HP Z420, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032. 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 «Технологические особенности спецэлектрометаллургии» обучающемуся необходимо:

- Посещать все виды занятий.
- Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.
- При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
- Отчеты по практическим работам и домашнее задание рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
- Активно работать с научными базами в сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.