

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

» сентября 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.06 «Электрошлаковые и вакуумные процессы
при производстве тяжелых цветных металлов»
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:

22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль):

Metallurgy of non-ferrous metals

Программа:

Магистратура

Форма обучения:

очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в з.е/часах	5,0 (180)	5,0 (180)
Контактная работа (час.), в том числе:	72	14
лекции	34	4
лабораторные работы	-	-
практические (семинарские) занятия	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	54	130
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 54	Экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Согласовано с выпускающей кафедрой «Цветная металлургия и конструкционные материалы».

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Цветная металлургия и конструкционные материалы».

Протокол от «_____» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Цветная металлургия и конструкционные материалы».

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Цветная металлургия и конструкционные материалы».

Протокол от «_____» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Цветная металлургия и конструкционные материалы».

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы получения цветных металлов методами специальной металлургии: электрошлакового переплава, вакуумно-дугового, плазменно-дугового переплава, вакуумных процессов; особенностей конструкций агрегатов для этих процессов в народном хозяйстве.

Целью преподавания дисциплины является: рассмотрение основных процессов специальной металлургии при получении цветных металлов, изложение принципов и основ решения вопросов при получении цветных металлов методами переплава: рассмотрение основных разделов и этапов выполнения технологической части металлургии, методы разработки и оценки принимаемых решений: рассмотрение особенностей конструкций агрегатов для производства и рафинирования цветных металлов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основы процессов получения цветных металлов методами: электрошлаковым, вакуумно-дуговым, плазменно-дуговым переплавами, вакуумно-индукционным; основы рафинирования при переплавных процессах, поведение примесей при вакуумных процессах.

Уметь: осуществлять выбор конкретной технологии в соответствии с требованиями, предъявляемому к конечному продукту, выбирать оборудование для получения цветных металлов методами электрошлакового и вакуумных процессов, учитывать их влияние на окружающую среду.

Владеть: основами физико-химических процессов, протекающих в переплавных процессах, навыками расчета экономической эффективности изучаемых способов переплава.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК-2 – Способен разрабатывать предложения по повышению качества заданного вида металлопродукции в цветной металлургии.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: теория металлургических систем; конструкция и эксплуатация агрегатов цветной металлургии; цветная металлургия; металлургия легких, тяжелых и редких металлов, теплотехника; сплавы цветных металлов.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин, проведении НИРС, прохождении учебной или производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	в том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 1. Введение, цели и задачи курса. Краткая характеристика современного состояния основных методов переплавных процессов.	12/10	3/-	-/-	3/-	6/10
Тема 2. Основные этапы развития электрошлакового процесса. Принципиальная схема технологического процесса электрошлакового переплава. Конструкция установок ЭШП.	16/18	4/1	-/-	4/1	8/16
Тема 3. Гидродинамика шлаковой ванны. Формирование структуры электрошлакового слитка (отливки). Флюсы для ЭШП, их свойства.	14/15	4/-	-/-	4/1	6/14
Тема 4. Назначение процесса ЭКЛ. Принципиальная схема получения цветных металлов с применением электрошлакового кокильного литья.	16/14	4/-	-/-	4/-	8/14
Тема 5. Камерный электрошлаковый процесс. Окислительно-восстановительные процессы при ЭШП. Рафинирование от неметаллических включений. Десульфурация при ЭШП.	16/18	4/1	-/-	4/1	8/16
Тема 6. Принцип вакуумно-дугового переплава. Устройство установок ВДП с расходуемым и нерасходуемым электродом.	16/16	4/-	-/-	4/-	8/16
Тема 7. Принцип электронно-лучевого переплава. Электронные плавильные установки. Сварка электронным и лазерным лучом.	14/18	4/1	-/-	4/1	6/16
Тема 8. Теоретические основы получения низкотемпературной плазмы. Термодинамическое равновесие плазмы в электрическом разряд. Плазмообразующие и технологические газы, применяемые в плазменной металлургии.	10/15	4/1	-/-	4/-	2/14
Тема 9. Индукционная плавка. Лазерная плавка. Зонная плавка. Плавка в печах сопротивления. Особенности использования гарнисажных печей для получения титановой губки.	8/14	3/-	-/-	3/-	2/14
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Курсовая работа (проект)	-/-				-/-
Итого по видам занятий	126/144	34/4	-/-	34/4	54/130
Контроль	54/36				
Итого:	180/180				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-2	Темы 1-9

3.2 Лекции

Тема 1. Введение, цели и задачи курса. Краткая характеристика современного состояния основных методов спецметаллургии для получения цветных металлов.

Содержание темы 1: Введение, цели и задачи курса. Классификация существующих способов спецметаллургии.

Литература к теме 1: [\[1\]](#), [\[3\]](#)

Тема 2. Электрошлаковый переплав (ЭШП)

Содержание темы 2: Основные этапы развития электрошлакового процесса. Принципиальная схема технологического процесса электрошлакового переплава. Конструкция установок для электрошлакового переплава.

Литература к теме 2: [\[1\]](#), [\[3\]](#)

Тема 3. Процессы плавления и кристаллизации при ЭШП цветных металлов.

Содержание темы 3: Гидродинамика шлаковой ванны. Формирование структуры электрошлакового слитка (отливки). Флюсы для ЭШП, их свойства.

Литература к теме 3: [\[1\]](#), [\[3\]](#)

Тема 4. Электрошлаковое кокильное литье (ЭКЛ).

Содержание темы 4: Назначение процесса ЭКЛ. Принципиальная схема получения цветных металлов с применением электрошлакового кокильного литья.

Литература к теме 4: [\[1\]](#)

Тема 5. Камерный электрошлаковый процесс (КЭШЛ).

Содержание темы 5: Камерный электрошлаковый процесс. Окислительно-восстановительные процессы при ЭШП. Рафинирование от неметаллических включений. Десульфурация при ЭШП.

Литература к теме 5: [\[1\]](#)

Тема 6. Вакуумно-дуговой переплав (ВДП).

Содержание темы 6: Принцип вакуумно-дугового переплава. Устройство установок ВДП с расходуемым и нерасходуемым электродом.

Литература к теме 6: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 7. Электронно-лучевой переплав (ЭЛП).

Содержание темы 7: Принцип электронно-лучевого переплава. Электронные плавильные установки. Сварка электронным и лазерным лучом.

Литература к теме 7: [\[1\]](#), [\[3\]](#)

Тема 8. Плазменно-дуговой переплав (ПДП).

Содержание темы 8: Теоретические основы получения низкотемпературной плазмы. Термодинамическое равновесие плазмы в электрическом разряде. Плазмообразующие и технологические газы, применяемые в плазменной металлургии.

Литература к теме 8: [\[1\]](#), [\[3\]](#)

Тема 9. Вакуумные процессы.

Содержание темы 9: Индукционная плавка. Лазерная плавка. Зонная плавка. Плавка в печах сопротивления. Особенности использования гарнисажных печей для получения титановой губки.

Литература к теме 9: [1, 4]

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очная/заочная	Литература
1.	Тема 1. Введение, цели и задачи курса. Краткая характеристика современного состояния специальных методов переплава.	3/-	[1, 3]
2.	Тема 2. Основные этапы развития электрошлакового процесса. Принципиальная схема технологического процесса электрошлакового переплава. Конструкция установок ЭШП.	4/1	[1, 3]
3.	Тема 3. Гидродинамика шлаковой ванны. Формирование структуры электрошлакового слитка (отливки). Флюсы для ЭШП, их свойства.	4/1	[1, 3]
4.	Тема 4. Назначение процесса ЭКЛ. Принципиальная схема получения цветных металлов с применением электрошлакового кокильного литья.	4/-	[1]
5.	Тема 5. Камерный электрошлаковый процесс. Окислительно-восстановительные процессы при ЭШП. Рафинирование от неметаллических включений. Десульфурация при ЭШП.	4/1	[1]
6.	Тема 6. Принцип вакуумно-дугового переплава. Устройство установок ВДП с расходуемым и нерасходуемым электродом.	4/-	[1, 4]
7.	Тема 7. Принцип электронно-лучевого переплава. Электронные плавильные установки. Сварка электронным и лазерным лучом.	4/1	[1, 3]
8.	Тема 8. Теоретические основы получения низкотемпературной плазмы. Термодинамическое равновесие плазмы в электрическом разряд. Плазмообразующие и технологические газы, применяемые в плазменной металлургии.	4/-	[1, 3]
9.	Тема 9. Индукционная плавка. Лазерная плавка. Зонная плавка. Плавка в печах сопротивления. Особенности использования гарнисажных печей для получения титановой губки.	3/-	[1, 4]
Итого:		34/4	

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очная/заочная	Литература
1	учебным планом не предусмотрены		
Итого:			

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. (очная/заочная)
1	Изучение лекционного материала	34/70
3	Подготовка к лабораторным работам	-/-
2	Подготовка к практическим занятиям	20/50
4	Выполнение курсовой работы	-/-
5	Выполнение курсового проекта	-/-
6	Выполнение индивидуального задания	-/10
Итого:		54/130

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Предусмотрено выполнение индивидуального задания (контрольной работы) для заочной формы обучения. Цель – обучение основам расчета; закрепление, углубление и обобщение знаний, приобретенных при изучении теории этой дисциплины. Индивидуальное задание оказывает содействие развитию навыков самостоятельного решения технических и/или технологических задач. Развивает конструктивное отношение к методам расчетов, совершенствует навыки ведения и оформление проектной документации. О выполнении индивидуального задания сообщается студентам в начале семестра, а условия к заданию предоставляется в течение месяца после начала учебного семестра после изучения соответствующего лекционного материала и/или изучения материала, который не рассматривается на лекциях. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – не менее 9 часов. Сдача индивидуального задания осуществляется не позднее чем за две недели до окончания учебного семестра. Выполнение индивидуального задания осуществляется в часы СРС. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – 5-15 страниц формата А4 (210×297 мм).

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Как происходит нагрев и плавление электрода в печах электрошлакового переплава? Для чего необходим электрод? Из чего он изготавливается?
2. Зарисуйте и опишите схему установки ЭШП.
3. Назовите основные отличия схем процессов ЭШП с различными вариантами перемещения электрода и кристаллизатора.
4. Перечислите характеристики установок ЭШП.
5. Отличие схемы ЭШП с бифилярным подводом тока от монофилярной схемы.
6. Какие флюсы применяются в ЭШП?
7. Перечислите функции шлака в ЭШП. Свойства шлаков. Понятия «длинные» и «короткие» шлаки.
8. Какие факторы влияют на удаление серы из металла при ЭШП?
9. Как влияет ЭШП на содержание газов в металле?
10. Как влияет ЭШП на содержание неметаллических включений в расплаве?
11. Где расположены зоны максимальных температур в шлаковой ванне одноэлектродной и бифилярной печи ЭШП?
12. Как влияет скорость подачи электрода на характер его оплавления в шлаковой ванне?
13. Как влияет на форму и глубину металлической ванны напряжение питающего тока.
14. Какой расход электроэнергии на переплав 1 т сплава в ЭШП?
15. Перечислите основные отличия технологических схем ЭШП с использованием твердого и жидкого стартов.
16. Перечислите основные этапы технологии выплавки стали методом ЭШП.

17. Какой процесс является более эффективным по снижению водорода в сплаве ВДП или ЭЛП? Почему? Обоснуйте.
18. Понятие и классификация неметаллических включений. Укажите размеры крупных и мелких неметаллических включений.
19. Влияние вакуума на процесс удаления неметаллических включений.
20. Из каких основных элементов состоит вакуумно-дуговая печь?
21. Опишите принцип работы ВДП с расходуемым электродом.
22. Из чего изготавливается не расходуемый электрод? Его назначение?
23. Перечислите особенности электрического дугового разряда в вакууме.
24. Перечислите основные характеристики вакуумно-дуговой печи.
25. Типы вакуумно-дуговых печей.
26. Из каких этапов состоит технологический цикл ВДП.
27. Основные задачи подготовительных операций.
28. Как производится вакуумирование печи? Что такое внутреннее и внешнее натекание?
29. Из каких периодов состоит процесс переплава в ВДП?
30. Назовите основной показатель нормального хода плавки.
31. Особенности формирования слитка при ВДП.
32. Какие факторы влияют на глубину и форму металлической ванны?
33. Назовите оборудование, обеспечивающее систему вакуумирования ВДП.
34. Причины образования короны слитка.
35. Перечислите дефекты слитков, характерные при ВДП.
36. За счет чего обеспечивается высокое качество слитка при ВДП?
37. За счет чего происходит нагрев и плавление сплавов в электронно-лучевой печи?
38. Кратко опишите схему установки электронно-лучевого переплава с кольцевым катодом, ее достоинства и недостатки.
39. Кратко опишите схему установки электронно-лучевого переплава с электронно-лучевой пушкой, ее достоинства и недостатки.
40. Как происходит рафинирование стали и сплавов при переплаве в ЭЛП?
41. Как зависит скорость движения электронов от величины ускоряющего напряжения?
42. От чего зависит глубина проникновения электронов внутрь поверхности переплавляемой заготовки?
43. Кратко опишите схему устройства ЭЛП с ускоряющим анодом.
44. Какие у нее достоинства и недостатки?
45. Кратко опишите схему устройства ЭЛП без ускоряющего анода. Какие у нее достоинства и недостатки?
46. Кратко опишите принцип действия электронной плавильной установки с радиальными пушками.
47. Кратко опишите принцип действия установки ЭЛП с аксиальными пушками.
48. Из чего состоит конструкция плавильной камеры ЭЛП? От чего зависит скорость плавления в ЭЛП?
49. Перечислите сортамент металлов и сплавов, переплавляемых в ЭЛП.
50. Как происходит нагрев и плавление электрода в плазменно-дуговой печи?
51. Что такое плазма? Отличие высокотемпературной плазмы от низкотемпературной.
52. Как рассчитать степень ионизации газа?
53. Как зависит степень ионизации водорода от температуры и давления?
54. Классификация плазматронов.
55. Какие достоинства и недостатки плазменной плавки?
56. Кратко опишите схему плазменной плавильной установки с глуходонным кристаллизатором.
57. Кратко опишите схему плазменной плавильной установки с вытягиванием слитка из кристаллизатора.
58. Перечислите стадии процесса переплава в ПДП.

59. Как происходит нагрев и плавление сталей и сплавов в индукционных печах?
60. Перечислите достоинства и недостатки индукционных печей.
61. Кратко опишите устройство и принцип действия канальной индукционной печи.
62. Кратко опишите устройство и принцип действия тигельной индукционной печи.
63. Назовите основные периоды технологии выплавки сталей и сплавов в индукционной тигельной печи.
64. Как правильно выбрать футеровку индукционной тигельной печи?
65. Какие требования предъявляют к подготовке шихтовых материалов для выплавки стали и сплавов в индукционной тигельной печи?
66. Как проводится загрузка шихтовых материалов в индукционную тигельную печь?
67. Особенности периода плавления шихтовых материалов в индукционной тигельной печи.
68. Для чего наводят шлак в тигельной индукционной печи?
69. Перечислите задачи периода окисления в тигельной индукционной печи. В каких печах его проводят?
70. Перечислите методы раскисления стали в индукционной тигельной печи. Их достоинства и недостатки.
71. Как зависит время расплавления стали в индукционной тигельной печи от расхода электроэнергии, емкости печи и мощности трансформатора?
72. Как проводится разливка металла из тигельной печи?

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»			
Программа:	Магистратура		
	<small>(магистриат, специалитет, магистратура)</small>		
Направление подготовки	22.04.02 «Металлургия»		
	<small>(код, название)</small>		
Профиль (магистерская программа):	Металлургия цветных металлов		
	<small>(название)</small>		
Семестр:	2 (2)		
Учебная дисциплина:	Электрошлаковые и вакуумные процессы при производстве тяжелых цветных металлов		
БИЛЕТ № 1			
1. Зарисуйте и опишите схему установки ЭСП.			
2. Что такое плазма? Отличие высокотемпературной плазмы от низкотемпературной.			
3. Влияние вакуума на процесс удаления неметаллических включений.			
Утверждено на заседании кафедры		Цветная металлургия и конструкционные материалы	
		<small>(наименование кафедры полностью)</small>	
Протокол	№	от	г.
Зав. кафедрой	_____		(Ф.И.О.)
	<small>(подпись)</small>		
Экзаменатор	_____		(Ф.И.О.)
	<small>(подпись)</small>		

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента **очной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа подразделяется на текущую аудиторную работу и текущую самостоятельную работу. **Текущая аудиторная работа** предполагает текущий контроль знаний студента по результатам учебных занятий. Объектами текущего контроля являются: посещаемость аудиторных учебных занятий; работа на занятиях; текущий опрос. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями.

Показатель	Максимальное количество баллов
Текущая аудиторная работа:	
– посещаемость аудиторных учебных занятий (за все занятия)	30
– работа на занятиях (за все занятия)	30
– текущий опрос (за все опросы)	30
Текущая самостоятельная работа	
– задание (контрольная работа)	10

Текущий контроль знаний студента **заочной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа включает в себя текущую самостоятельную работу. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями.

Показатель	Максимальное количество баллов
Текущая самостоятельная работа	
– задание (контрольная работа)	100

Промежуточная аттестация студентов **очной и заочной** форм обучения осуществляется в форме экзамена: в экзаменационном билете предусмотрено два теоретических задания и задача.

Промежуточная аттестация	Максимальное количество баллов
– теоретический вопрос (за каждый вопрос)	40
– задача	20

Расчет баллов (**Б**) для студентов **очной и заочной** формы обучения определяется с учетом долевого участия текущей работы (**ТР**) и промежуточной аттестации (**ПА**):

$$Б = ТР * 0,3 + ПА * 0,7$$

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	
		неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

При невыполнении всех заданий, предусмотренных учебной программой дисциплины согласно «Положению об организации учебного процесса» студенту в ведомость по курсу ставится запись «Не допущен». Студентам, которые были допущены к сдаче экзамена, но не явились на него, в ведомости ставится запись «Не явился».

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях или лабораторных работах

На примере одной из тем:

1. Для чего необходим электрод в установке ЭШП? Из чего он изготавливается?
2. Кратко опишите устройство канальной индукционной печи.
3. Как правильно выбрать футеровку индукционной тигельной печи?
4. Какие достоинства и недостатки плазменной плавки?
5. Из каких основных элементов состоит вакуумно-дуговая печь?
6. Для чего наводят шлак в тигельной индукционной печи?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов : учебное пособие / В.А. Павлов, Е.Ю. Лозовая, А.А. Бабенко. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 168 с.
https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/60937/1/978-5-7996-2395-1_2018.pdf
2. Альперович М.Е. Вакуумный дуговой переплав и его экономическая эффективность / М.Е.Альперович. — М.: Metallurgia, 1978. - 168 с.
3. Симонян, Л. М. Современные методы и технологии специальной электрометаллургии и аддитивного производства. Теория и технология спецэлектрометаллургии : курс лекций / Л. М. Симонян, А. Е. Семин, А. И. Кочетов. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2017. — 182 с. Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — [URL: https://www.iprbookshop.ru/71682.html](https://www.iprbookshop.ru/71682.html) — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

II. Дополнительная литература

4. Лапшин, И. В. Автоматизация агрегатов внепечной обработки стали и спецэлектрометаллургии : учебное пособие / И. В. Лапшин. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2009. — 109 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — [URL: https://www.iprbookshop.ru/106917.html](https://www.iprbookshop.ru/106917.html) — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

1. Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Электрошлаковые и вакуумные процессы при производстве тяжелых цветных металлов» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. «Цветная металлургия и конструкционные материалы ; сост.: С.В.Пильгук, А.Ю.Пасечник. — Донецк : ДОННТУ, 2023. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана.
2. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Электрошлаковые и вакуумные процессы при производстве тяжелых цветных металлов» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. «Цветная металлургия и конструкционные материалы ; сост.: С.В.Пильгук, А.Ю.Пасечник. — Донецк : ДОННТУ, 2023. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. Экрана.

3. Методические указания для выполнения индивидуального задания по дисциплине Электрошлаковые и вакуумные процессы при производстве тяжелых цветных металлов» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. «Цветная металлургия и конструкционные материалы ; сост.: С.В.Пильгук, А.Ю.Пасечник. – Донецк : ДОННТУ, 2023. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

Электронно-информационные ресурсы:

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>

Периодические издания:

Известия вузов. Цветная металлургия

Металлург

Металлургическая и горнорудная промышленность

Новости черной металлургии за рубежом

Сталь

Internet-ресурсы:

Worldsteel association [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Brussels. – Режим доступа: <http://www.worldsteel.org> – Загл. с экрана.

Все о металлургии [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Москва. – Режим доступа : <http://metal-archive.ru/> . – Загл. с экрана.

Общая металлургия : металлургическое производство [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Москва. – Режим доступа: <http://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii.html>. – Загл. с экрана.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория №5.265 учебный корпус 5, для проведения занятий лекционного типа (специализированная мебель, компьютер IBM PC 2 GHz/2Gb/50Gb ОС linuxmint-17-xfce, лицензия GNU GPLv3, LibreOffice_6.2.8, лицензия GNU GPLv3, проектор, плакаты, твердомер, вакуумный насос, эталонный оптический пирометр ЭОП-66).

2. Учебная аудитория №5.252 учебный корпус 5, для проведения занятий лекционного и практического типа (специализированная мебель, компьютер Celeron 800 2 GHz/2Gb/50Gb (ОС linuxmint-17-xfce, лицензия GNU GPLv3, LibreOffice_6.2.8, лицензия GNU GPLv3), компьютер IBM AT 286/287 2 GHz/2Gb/50Gb (ОС linuxmint-17-xfce, лицензия GNU GPLv3, LibreOffice_6.2.8, лицензия GNU GPLv3), компьютер IBM PC 2 GHz/2Gb/50Gb (ОС linuxmint-17-xfce, лицензия GNU GPLv3, LibreOffice_6.2.8, лицензия GNU GPLv3), мониторы Samsung 957 DF, Samsung 755 DF, плакаты, стенды, образцы формовочных материалов, ферросплавов, лигатур, металлорежущего инструмента, угломеры, модели кристаллических решеток, образцы отливок).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.