

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 31.08.2023 15:24:38

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

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

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Основы теории литейных процессов

Закреплена за подразделением Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов

Направление подготовки 29.04.04 ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль Цифровое производство и дизайн художественных изделий и новых материалов

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 54

самостоятельная работа 54

Формы контроля в семестрах:  
зачет с оценкой 1

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	54	54	54	54
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, Юдин Василий Анатольевич; к.т.н., доцент, Баженов Вячеслав Евгеньевич; к.т.н., старший преподаватель, Титов Андрей Юрьевич*

Рабочая программа

**Основы теории литейных процессов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 29.04.04 ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 25.11.2021 г. № 456 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

29.04.04 ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ, 29.04.04-МТХОМ-23-1.plx Цифровое производство и дизайн художественных изделий и новых материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

29.04.04 ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ, Цифровое производство и дизайн художественных изделий и новых материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов**

Протокол от 22.09.2021 г., №03/21

Руководитель подразделения д.т.н., профессор Белов Владимир Дмитриевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование у студентов необходимые знания по основным свойствам металлов и элементов, входящих в состав сплавов, для осознанного выбора способов и условий приготовления сплавов, умений анализировать закономерности неравновесной кристаллизации для понимания и управления структурой сплавов в литых заготовках, а также навыком получения изделий без усадочных дефектов с необходимым уровнем рабочих свойств.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Учебная практика	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

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

**ОПК-2: Способен анализировать и использовать знания фундаментальных наук и знаний на стыке различных областей при разработке новых художественных материалов, художественно-промышленных объектов и технологий**

**Знать:**

ОПК-2-33 Основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса

ОПК-2-32 Основные закономерности процессов генерации и переноса теплоты, движения жидкости и газов

ОПК-2-31 Основные закономерности технологических процессов

**Уметь:**

ОПК-2-У3 Анализировать технологические процессы для определения влияния технологических параметров на качество получаемых изделий

ОПК-2-У2 Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах плавки и литья черных и цветных металлов

ОПК-2-У1 Анализировать результаты и формулировать выводы и рекомендации

**Владеть:**

ОПК-2-В3 Методами воздействия на структуру металлических материалов

ОПК-2-В2 Методами анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации

ОПК-2-В1 Методами контроля качества металлических расплавов

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Свойства металлов и сплавов</b>							
1.1	Температура плавления металлов и сплавов. Теплофизические свойства /Лек/	1	1	ОПК-2-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
1.2	Испарение металлов. Давление пара /Лек/	1	2	ОПК-2-31	Л1.2Л2.1			
1.3	Электрические и тепловые свойства /Лек/	1	1	ОПК-2-31	Л1.3Л2.1			
1.4	Диффузионный массоперенос /Лек/	1	2	ОПК-2-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
1.5	Проработка лекционного материала /Ср/	1	3	ОПК-2-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			

1.6	Самостоятельное изучение литературы /Ср/	1	3	ОПК-2-31	Л1.1 Л1.4Л2.1 Э1			
	<b>Раздел 2. Плавка металлов и сплавов</b>							
2.1	Приготовление сплавов в печи сопротивления и индукционной печи /Пр/	1	3	ОПК-2-У1 ОПК-2-У3 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ОПК-2-В3	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.2	Влияние скорости охлаждения сплава при его кристаллизации на размер дендритной ячейки /Пр/	1	3	ОПК-2-У1 ОПК-2-У3 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ОПК-2-В3	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.3	Тепло- и массоперенос в расплавах. Испарение металлов /Лек/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
2.4	Загрязнение расплавов. Угар /Лек/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.2Л2.1			
2.5	Плавка металлов и сплавов под защитой флюсов. Плавка в вакууме и инертных атмосферах /Лек/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.3Л2.1			
2.6	Рафинирование и модифицирование металлических расплавов /Лек/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.4Л2.1			
2.7	Расчет шихты /Пр/	1	2	ОПК-2-У2 ОПК-2-У3	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1		КМ2	
2.8	Проработка лекционного материала /Ср/	1	3	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			
2.9	Самостоятельное изучение литературы, выполнение домашнего задания /Ср/	1	8	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.4Л2.1 Э1			Р1
	<b>Раздел 3. Заполнение литейной формы расплавом</b>							
3.1	Влияние температуры перегрева и состава сплава на жидкотекучесть. /Пр/	1	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-У3 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ОПК-2-В3	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.2	Течение расплава. Заполнение литейной формы /Пр/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У2	Л1.2 Л1.4Л2.1			
3.3	Литниковые системы. Основы расчета /Пр/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У3	Л1.2 Л1.3Л2.1			
3.4	Взаимодействие расплава с формой /Пр/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-33 ОПК-2-У3	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1		КМ3	
3.5	Проработка лекционного материала /Ср/	1	3	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			
3.6	Самостоятельное изучение литературы, выполнение домашнего задания /Ср/	1	10	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			Р1
	<b>Раздел 4. Кристаллизация сплавов</b>							

4.1	Кристаллизация чистых металлов и сплавов /Лек/	1	1	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3	Л1.2 Л1.3Л2.1			
4.2	Кристаллизация сплавов. Равновесная и неравновесная кристаллизация /Лек/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3	Л1.1Л2.1			
4.3	Диффузионное переохлаждение. Дендритная кристаллизация /Пр/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3	Л1.1 Л1.4Л2.1			
4.4	Влияние скорости охлаждения на кристаллизацию /Пр/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3	Л1.1 Л1.4Л2.1		КМ4	
4.5	Выполнение домашней работы /Ср/	1	8	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.3Л2.1 Э1 Э2			Р1
4.6	Проработка лекционного материала /Ср/	1	3	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.4Л2.1 Э1			
4.7	Самостоятельное изучение литературы /Ср/	1	3	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э2			
	<b>Раздел 5. Затвердевание литых заготовок</b>							
5.1	Определение величины свободной и затруднённой линейной усадки сплавов /Пр/	1	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ОПК-2-В3	Л1.1 Л1.2Л2.1			
5.2	Определение склонности сплавов к образованию трещин при затруднённой усадке /Пр/	1	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ОПК-2-В3	Л1.1 Л1.2Л2.1			
5.3	Ликвация в отливках. Газы в отливках /Лек/	1	1	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
5.4	Объемная усадка отливок. Напряжения и трещины в отливках. Коробление отливок /Пр/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.3Л2.1			
5.5	Особенности затвердевания отливок из узко- и широко интервальных сплавов, защита домашней работы /Пр/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.4Л2.1			Р1
5.6	Питание и направленное затвердевание отливок. Прибыли и холодильники /Пр/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1			
5.7	Проработка лекционного материала /Ср/	1	5	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.2Л2.1 Э1 Э2			
5.8	Самостоятельное изучение литературы /Ср/	1	5	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.3Л2.1 Э1			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1	ОПК-2-31;ОПК-2-32	Свойства металлов и сплавов Температура плавления. Плотность. Теплофизические свойства. Давление пара. Электрическое сопротивление. Диффузионный массоперенос. Вязкость. Поверхностная энергия. О строении металлических расплавов.
КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-2-31;ОПК-2-33	Плавка металлов и сплавов Тепло- и массоперенос в расплавах. Испарение и кипение расплавов. Загрязнение расплавов и потери металлов при плавке. Плавка металлов под защитными покровами, в инертной и защитной атмосфере и в вакууме. Рафинирование металлических расплавов. Раскисление и модифицирование расплавов. Общая последовательность операций при плавке. Расчет шихты.
КМ3	Контрольная работа №3	ОПК-2-33;ОПК-2-32	Заполнение литейной формы расплавом Неподвижный расплав. Течение расплава. Сужающиеся и расширяющиеся литниковые системы. Основы расчета литниковых систем. О подсосе воздуха в литниковых системах. Взаимодействие расплава с материалами литейной формы.
КМ4	Контрольная работа №4	ОПК-2-31;ОПК-2-33	Кристаллизация сплавов Кристаллизация чистых металлов. Влияние и поведение нерастворимых примесей. Кристаллизация сплавов твердых растворов. Диффузионное переохлаждение. Дендритная кристаллизация. Кристаллизация эвтектических сплавов. Кристаллизация при очень больших скоростях охлаждения.
КМ5	Контрольная работа №5	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33	Затвердевание литых заготовок Затвердевание отливок и сплавов, не имеющих температурного интервала кристаллизации Затвердевание отливок и сплавов, обладающих температурным интервалом кристаллизации. Эмпирические закономерности процесса затвердевания отливок. Основы аналитического расчета затвердевания отливок Основы расчета затвердевания отливок численными методами Объемная усадка отливок Питание и направленное затвердевание отливок. Прибыли на отливках и основы их расчета Структура отливок. Модифицирование структуры. Ликвация в отливках. Газы в отливках Линейная усадка сплавов и отливок Напряжения в отливках. Коробление и разрушение отливок

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Домашняя работа	ОПК-2-У1;ОПК-2-33;ОПК-2-32;ОПК-2-31;ОПК-2-У2;ОПК-2-У3;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2;ОПК-2-В3	Разработка технологии приготовления расплава заданного состава. Выбор типа плавильного оборудования, защитных (покровных), рафинирующих и модифицирующих флюсов. Проработка режима ведения плавки. Взаимодействие с газами, футеровкой и т.д.

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

Экзамен не предусмотрен

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

Для получения оценки необходимо выполнить все контрольные мероприятия и работы предусмотренные курсом. Ставится средняя оценка по результатам контрольных работ. При не согласии с оценкой возможно написать зачетную работу. Билет на зачетную работу состоит из 3х вопросов из приведенного ниже списка:

Какие газы могут растворяться в жидком сплаве железо + 30% никеля?

Каково назначение выпоров в литейных формах?

Существуют ли сплавы, у которых коэффициенты распределения компонентов равны 1?

Известные Вам литейные свойства сплавов и способы их определения.

Какова плотность сплава Ti + 50% масс. Sn ? Плотность титана 4,5 г/см<sup>3</sup>, плотность олова 7,3 г/см<sup>3</sup>.

Какие металлы (указать не менее трёх) обладают температурой плавления в пределах 1000 -1500оС?

В каких жидких металлах растворяется гелий?

Что такое «зональная ликвация» в отливках?

Каков состав (в % масс.) сплава, соответствующего формуле CuZn? (мольные массы Cu и Zn примерно одинаковы).

Сколько кг алюминия можно расплавить в тигле, если он вмещает 20 кг жидкой меди?

Какой газ может содержаться в порах, возникших при кристаллизации магниевых сплавов?

Каковы виды потерь при плавке металлов и сплавов?

Какие условия необходимы для действительно равновесной кристаллизации сплавов?

Какие легирующие компоненты из перечисленных (Al, Cr, Mn, Ti, Mo, W) будут увеличивать плотность никелевых сплавов?

Какой вид энергии необходим для плавки Mo, Cr, Ti?

Каково содержание никеля в центре дендритных ячеек литого сплава медь + 10% никеля, если коэффициент распределения никеля в меди равен 2?

Какая температура держится в жидкой сердцевине затвердевающей отливки?

Какие легирующие компоненты титановых сплавов (Cr, Mn, Mo, W) будут активно испаряться при вакуумной плавке этих сплавов?

Какие сплавы нельзя готовить на футеровке, содержащей кремнезём (SiO<sub>2</sub>)?

Чем обычно раскисляют при плавке медь и её сплавы?

Каково влияние нерастворимых в расплаве частиц на процесс кристаллизации, свойства и структуру металла?

Какие причины вызывают возникновение газовой пористости в отливках?

Литниковая система, её устройство, назначение?

Какие сплавы, находясь в жидком состоянии в атмосфере сернистого газа, будут одновременно насыщаться растворёнными серой и кислородом?

Какова цель перемешивания расплава при плавке?

Что означает марка тигля «M100»?

Что такое коэффициент распределения?

Каково содержание кремния в %% масс. в сплаве, соответствующем по составу формуле Mg<sub>2</sub>Si (мольные массы Si и Mg равны 28г и 24г соответственно)?

Какова плотность расплава при разливе, если плотность сплава при 20оС принять за 1(указать приблизительно)?

Какие металлы обладают плотностью большей, чем у Fe?

Как плавят молибден и его сплавы (температура, среда, материалы плавильной ёмкости, вид энергии)?

Какие сплавы на основе меди при переплавке на воздухе будут насыщаться растворённым кислородом?

Какие условия способствуют появлению в макроструктуре отливки зоны столбчатых кристаллов?

Какие газы могут растворяться в жидком чугуна (железо +3% углерода + 2% кремния + 1% марганца)?

Почему все материалы, загружаемые в плавильную печь, и плавильный инструмент должны быть сухими?

Что такое дендритная ячейка?

Что такое двухфазная область в затвердевающей отливке?

Какие металлы при введении их в жидкий алюминий будут плавать на поверхности расплава?

Какие газы выделяются из жидкой нераскисленной углеродистой стали при кристаллизации расплава?

Нужно ли раскислять жидкий чугун перед разливкой?

Что показывает неравновесный солидус?

Каково содержание никеля в центре дендритных ячеек в сплаве Fe + 10% Ni, если коэффициент распределения никеля в железе равен 0,95?

Какой газ может содержаться в порах, образовавшихся при кристаллизации чугуна (железо + 4% углерода + 1,5% кремния + 1% марганца)?

Что такое жидкотекучесть сплавов, как её определяют?

Каков состав сплава (%% масс.), соответствующий формуле Al<sub>2</sub>CuMg? Мольные массы алюминия, меди, магния равны соответственно (г) 27, 64, 24.

Может ли содержаться кислород в порах, возникших при кристаллизации чугуна?

Какова цель использования шлаков и флюсов при плавке металлов?

Как обеспечить направленное затвердевание отливок?

Каков состав последних капель жидкости при равновесной кристаллизации сплава алюминия с 7% цинка, если коэффициент распределения цинка равен 0,5?

Каков обычный общий вид макроструктуры отливок?

Какие металлы и элементы кристаллизуются с увеличением объема?

Какие газы могут содержаться в порах, возникших в отливках из оловянных бронз?

Какие металлы при плавке никогда не раскисляют (назвать не менее 4)?

Как изменится массовая доля эвтектической составляющей в структуре сплава после кристаллизации с повышенной скоростью охлаждения по сравнению с определённой по равновесной диаграмме состояния?

Какова плотность золота 583-й пробы (плотность чистой меди 8,96 г/см<sup>3</sup>, чистого золота 19,3 г/см<sup>3</sup>)?

Имеет ли какое-либо значение температурный интервал кристаллизации сплава для качества получаемой отливки?

Какова величина изменения («+» увеличение, «-» уменьшение) удельного объёма при плавлении алюминия, висмута, железа, кремния, меди, никеля?

Какие оксиды составляют основу огнеупорных материалов, способных выдерживать воздействие металлических расплавов?

Какова величина коэффициента распределения меди в сплаве Al+10% Cu, если первые появляющиеся кристаллы содержат 1,8% Cu?

Каков механизм образования в отливках «горячих» (кристаллизационных) трещин?

По какому свойству близки Cr, Zr, V?

Что такое неравновесный солидус?

Как называются сплавы на основе меди (назвать две группы сплавов)?

В каком состоянии находятся газы, растворённые в металлах?

В чём выражается коренное различие в поведении при плавке алюминия и магния?

Какова величина коэффициента распределения углерода в сплавах железа с 2-4% этого элемента, если растворимость углерода в железе при эвтектической температуре равна 2,15%С, эвтектика содержит 4,3%С?

Что такое прибыль на отливке? Каково её назначение?

Какие металлы, находясь в жидком состоянии, способны растворять азот?

В какой период плавки производится операция модифицирования расплава?

Что можно сказать о характере кристаллизации сплава, если в его микроструктуре обнаружены дендриты?

Как соотносятся линейная усадка сплавов и линейная усадка отливок?

Добавки какого металла будут закипать при введении в жидкую медь при 1100о С?

Назовите металлы, обладающие высоким давлением пара (более 10 Па) при своей температуре плавления.

Какие оксиды составляют основу огнеупорных материалов, способных выдерживать воздействие металлических расплавов?

Что такое лигатура, каково назначение лигатур?

Как удалить дендритную ликвацию?

Какова приведённая толщина отливок: куба с ребром 10 см; цилиндра высотой 25 см, радиусом 5 см; плиты с размерами 10×40×100 см<sup>3</sup>?

Какие металлы можно расплавить в печи, имеющей температуру 800оС (указать не менее пяти)?

Какие металлы можно плавить в графитовых тиглях без опасности загрязнения расплава углеродом?

Необходим ли процесс раскисления при плавке цинковых, магниевых и алюминиевых сплавов?

Что можно сказать о коэффициентах распределения вольфрама в сплавах Fe+10%W и Fe+20%W, если на диаграмме состояния железо-вольфрам в области твёрдых растворов имеется температурный минимум на линиях ликвидуса и солидуса при 15% W?

Как получить аморфный металл?

Какой металл в сплаве Fe+20%Ni+5%Al обладает наибольшей плотностью?

Атомные массы кислорода и аргона равны соответственно 16 г и 40 г. Какова мольная масса этих элементов в газообразном состоянии?

Что такое «настыль», «козёл»?

Как изменяется температурный интервал кристаллизации сплава твёрдого раствора в условиях неравновесной кристаллизации?

Как выражается «прямая» и «обратная» зональная ликвация в отливках (показать на примерах отливок из углеродистой стали с 0,3%С и из сплава Al+5%Cu)?

Какие оксиды входят в состав огнеупорных материалов? Указать не менее пяти.

Какие металлы и сплавы можно плавить в стальных и чугунных тиглях?

Чем объясняется «кипение» расплава, залитого в литейную форму?

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Базлова Т. А., Лактионов С. В.	Металлургические технологии. Литейное производство: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Пикунов М. В.	Плавка металлов, кристаллизация сплавов, затвердевание отливок: учеб. пособие для студ. вузов спец. 150104 (110400) 'Литейное пр-во черных и цв. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л1.3	Пикунов М. В., Базлова Т. А., Матвеев С. В.	Теоретические основы литейных процессов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л1.4	Пикунов М. В., Пилецкая Е. Г., Балашова Н. П.	Теория литейных процессов. Ч. 1: Свойства металлов и сплавов. Приготовление растворов. Заливка литейных форм: сб. задач	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Флемингс М., Жуков А. А., Рабинович Б. В.	Процессы затвердевания: монография	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1977

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

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

И.1	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a> - электронная библиотека НИТУ "МИСИС"
И.2	<a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a> - «Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» для НИТУ «МИСиС»
И.3	<a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a> - базз данных издательства Elsevier в соответствии с Условиями использования электронного ресурса Freedom Collection издательства Elsevier

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-835	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, веб-камера, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Б-829	Учебная аудитория для лекционных и практических занятий:	комплект учебной мебели на 28 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ноутбук с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. Закреплена за кафедрой АСУ.
Б-829	Учебная аудитория для лекционных и практических занятий:	комплект учебной мебели на 28 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ноутбук с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. Закреплена за кафедрой АСУ.

Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к техническим наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации. Выполнение курсового проекта и домашних заданий проводится с широким использованием компьютерных программ, как для проведения расчетов, так и для их оформления.

Контроль освоения дисциплины производится через поведение контрольных работ в системе LMS Canvas, разбор заданий производится со студентами на практических занятиях. Для успешного освоения дисциплины обучающимся необходимо:

1. Посетить не менее 80% всех занятий (лекции, практические, лабораторные (при наличии));
2. Выполнить на положительную оценку все обязательные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (домашние работы, контрольные работы, тесты и т.д.);
3. Изучать рекомендованную литературу и материалы в LMS Canvas;

Все работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, должны быть оформлены в соответствии с нормами ГОСТ 7.32–2017, ГОСТ Р 7.0.5–2008, ГОСТ 7.1–2003, ГОСТ 7.80–2000, иметь титульный лист, лист задания, содержание, введение, основные разделы работы, заключение и список используемых источников.