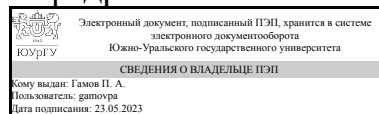


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



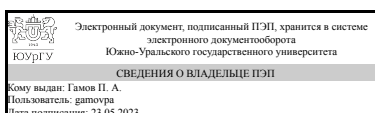
П. А. Гамов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М1.10.02 Ресурсо- и энергосбережение непрерывной разливки стали  
**для направления** 22.04.02 Metallургия  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Современные технологии в черной металлургии и литейном производстве  
**форма обучения** заочная  
**кафедра-разработчик** Пирометаллургические и литейные технологии

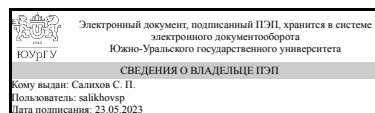
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



С. П. Салихов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Глобальная цель преподавания и изучения дисциплины - создание системы знаний по разливке стали, особенностям протекания физико-химических процессов при кристаллизации, а так же знакомство с современными тенденциями развития разливки стали.

## Краткое содержание дисциплины

Теория и технология процессов разливки. Основные технологические параметры разливки. Кристаллизация стали. Подготовка расплава к разливке. Непрерывная разливка.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен управлять современными технологическими процессами получения стали и анализировать и совершенствовать процессы производства стали	Знает: конструкцию, оборудование и технологию непрерывной разливки стали Умеет: управлять процессом непрерывной разливки стали Имеет практический опыт: расчетов теплового баланса процесса непрерывной разливки стали
ПК-3 Способен оптимизировать процесс внепечной обработки стали и управлять современным процессом рафинирования стали	Знает: влияние параметров непрерывной разливки на технико-экономические показатели работы сталеплавильного цеха в целом Умеет: решать проблемы регулирования непрерывной разливки Имеет практический опыт: оценки причин образования дефектов при кристаллизации

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Теория пирометаллургических процессов, Применение цифровых технологий для ресурсо- и энергосбережения в черной металлургии, Ресурсо- и энергосбережение в черной металлургии	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Ресурсо- и энергосбережение в черной металлургии	Знает: конструкцию, оборудование и технологию выплавки полупродукта, конструкцию, оборудование и технологию внепечной обработки стали Умеет: управлять процессом выплавки полупродукта, управлять процессом

	внепечной обработки стали Имеет практический опыт: расчетов тепловых и материальных балансов плавки полупродукта, расчетов тепловых и материальных балансов внепечной обработки стали
Теория пиromеталлургических процессов	Знает: свойства жидких сплавов железа и теории шлаков, теорию процессов обезуглероживания, десульфурации раскисления и удаления газов из стали при внепечной обработке Умеет: оценивать теоретические факторы влияющие на пиromеталлургические процессы, оптимизировать процесс внепечной обработки стали и управлять современным процессом рафинирования стали Имеет практический опыт: критического анализа теоретических данных пиromеталлургических процессов, проведения теоретических расчётов процессов рафинирования стали
Применение цифровых технологий для ресурсо- и энергосбережения в черной металлургии	Знает: набор типовых пакетов прикладных программ для создания имитационных моделей и процессов, способы анализа, моделирования и совершенствования процессов производства стали Умеет: получать, оценивать и обрабатывать обучающие наборы данных, управлять современными технологическими процессами получения стали Имеет практический опыт: разработки элемента системы для систем искусственного интеллекта, моделирования современными технологическими процессами получения стали

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 26,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	16	16	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	117,5	117,5	
Подготовка к управлению моделью непрерывной разливки	70	70	
Подготовка к экзамену	47,5	47,5	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Теория процесса кристаллизации стали	8	8	0	0
2	Технология непрерывной разливки стали	8	0	8	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в теорию процесса кристаллизации	2
2-3	1	Структура жидких расплавов.	4
4	1	Усадка, кристаллизация и ликвация в процессе кристаллизации. Изменение объёма при нагреве и плавлении металлов.	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Введение. Предмет, цель и задачи дисциплины. История развития разливки стали. Основные технологические параметры разливки. Изменение температуры и скорости разливки стали в процессе ее выпуска из ковша.	2
2	2	Структура слитка спокойной стали. Дефекты стального слитка. Управление качеством слитка. Особенности процессов образования зародышей кристаллизации. Образование твердой фазы. Распределение примесей при кристаллизации. Объемная и последовательная кристаллизация. Тепловой баланс процесса кристаллизации	2
3	2	Устройство сталеразливочного ковша и механизмов для выпуска стали из него. Огнеупорные материалы. Конструкция и параметры изложницы. Оборудование для сифонной разливки стали. Машины непрерывной разливки стали: типы машин, конструкция, вспомогательное оборудование, типы кристаллизаторов, производительность. Преимущества и недостатки различных типов МНЛЗ Технологические возможности управления процессом кристаллизации и формирования структуры слитка при разливке стали в изложницы и на МНЛЗ. Температура выпуска стали из печи и температура разливки. Влияние внепечной обработки на структуру слитка. Защита металла от окисления при разливке.	2
4	2	Моделирование непрерывной разливки	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС	
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс

Подготовка к управлению моделью непрерывной разливки	Рощин В.Е., Рощин А.В. Электрометаллургия и металлургия стали. Учебник. Челябинск: ЮУрГУ, 2013. – 572 с. <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476</a> Разделы 3, 4, 6 Сайт с металлургическими моделями <a href="https://steeluniversity.org/">https://steeluniversity.org/</a>
Подготовка к экзамену	Рощин В.Е., Рощин А.В. Электрометаллургия и металлургия стали. Учебник. Челябинск: ЮУрГУ, 2013. – 572 с. <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476</a> Разделы 3, 4, 6

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Защита лабораторной работы	1	20	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студент проводит моделирование в присутствии преподавателя. Оценивается правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 3 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены правильные методики технологических параметров – 5 баллов - правильный ответ на один вопрос – 5 баллов Максимальное количество баллов – 20	экзамен
2	4	Текущий контроль	Презентация реферата	1	20	Презентация реферата осуществляется на проекторе для всех студентов. Студентом предоставляется оформленная презентация. Оценивается качество оформления и ответы на вопросы (задаются 3 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - качество презентации – 5 баллов - правильный	экзамен

						ответ на один вопрос – 5 баллов Максимальное количество баллов – 20.	
3	4	Текущий контроль	Реферат и его защита	1	20	Защита реферата осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный реферат. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены актуальные и необходимые сведения, выводы логичны и обоснованы – 5 баллов - оформление работы соответствует требованиям – 5 баллов - правильный ответ на один вопрос – 5 баллов Максимальное количество баллов – 20.	экзамен
4	4	Бонус	активная работа на занятиях	-	20	За активное участие (работа у доски, ответы на вопросы, вопросы к докладчикам) можно получить до 2 баллов за занятие. Максимально возможная величина бонусрейтинга +20 баллов	экзамен
5	4	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40	Студент получает случайный билет с двумя вопросами. Подготавливает письменный ответ по билету. Время подготовки 30 минут. В случае необходимости устное обсуждение ответов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Правильный ответ с небольшими ошибками соответствует 15 баллам. Правильный ответ с грубыми ошибками соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 Максимальное количество баллов – 40.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>Если сумма набранных баллов за мероприятия текущего контроля больше 60%, то выставляется удовлетворительно, если больше 75% - хорошо, больше 85% - отлично. Если баллов недостаточно студент может пройти процедуру экзамена. Студент получает случайный билет с двумя вопросами. Подготавливает письменный ответ по билету. Время подготовки 30 минут. В случае необходимости устное обсуждение ответов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Правильный ответ с небольшими ошибками соответствует 15 баллам. Правильный ответ с грубыми ошибками соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 Максимальное количество баллов – 40.</p>	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: конструкцию, оборудование и технологию непрерывной разливки стали	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: управлять процессом непрерывной разливки стали	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: расчетов теплового баланса процесса непрерывной разливки стали	+	+	+	+	+
ПК-3	Знает: влияние параметров непрерывной разливки на технико-экономические показатели работы сталеплавильного цеха в целом	+	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: решать проблемы регулирования непрерывной разливки	+	+	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: оценки причин образования дефектов при кристаллизации	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Рощин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали [Текст] учебник для вузов по направлению 150400.68 - "Металлургия" В. Е. Рощин, А. В. Рощин ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 571, [1] с. ил. электрон. версия

#### б) дополнительная литература:

1. Рощин, В. Е. Физические основы плавления и отвердевания металлов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. 550500 (150100.62) и 651300 (150101.65) - "Металлургия" В. Е. Рощин, А. В. Рощин ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 128, [1] с. ил.
2. Знаменский, Л. Г. Теория литейных процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 150104 "Литейное пр-во черных и цв.

металлов" Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 146, [1] с. ил. электрон. версия

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Реферативный журнал «Металлургия».
2. «Заводская лаборатория».
3. «Известия вузов. Черная металлургия».
4. «Металлург».
5. «Порошковая металлургия».
6. «Сталь».
7. «Metallurgical and Materials Transactions».

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Семин, А.Е. Современные проблемы металлургии и материаловедения: практикум. [Электрон-ный ресурс] / А.Е. Се-мин, А.В. Алпатов, Г.И. Котельников. — Элек-трон. дан. — М. : МИ-СИС, 2015. — 56 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/69778">http://e.lanbook.com/book/69778</a> — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лузгин, В.П. Теория и технология металлургии стали. [Электронный ресурс] / В.П. Лузгин, А.Е. Семин, О.А. Комолова. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2010. — 72 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2062">http://e.lanbook.com/book/2062</a> — Загл. с экрана
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шишляев, В. Н. Основы кристаллизаций сплавов : учебное пособие / В. Н. Шишляев. — Пермь : ПНИПУ, 2006. — 161 с. — ISBN 5-88151-527-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160751">https://e.lanbook.com/book/160751</a> (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)



## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	115 (1)	персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации
Лабораторные занятия	115 (1)	персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации
Экзамен	115 (1)	персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации
Самостоятельная работа студента	115 (1)	персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации
Практические занятия и семинары	115 (1)	персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации