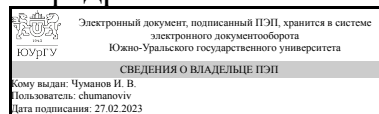


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



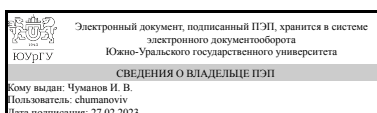
И. В. Чуманов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.08 Внепечная обработка металлов  
для направления 22.03.02 Metallurgy  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Электрометаллургия стали  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов

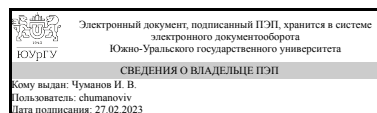
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. В. Чуманов

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



И. В. Чуманов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является сформировать мировоззрение, подготовить грамотного, эрудированного бакалавра, знающего современные тенденции развития внепечной металлургии, умеющего применять полученные знания в практической работе. Задачи дисциплины: проводить технико-экономический анализ и формулировать основные требования к технологическим процессам производства стали вне печи; выбирать необходимое внепечное оборудование с учетом решения задач энерго- и ресурсосбережения, а также защиты окружающей среды от техногенных воздействий производства; выбирать и обосновывать эффективные методы организации производства, его метрологического обеспечения, технического контроля и информационного обслуживания с использованием вычислительной техники; выполнять исследования металлургических процессов и оборудования внепечной обработки стали; оценивать воздействие принятых решений с позиций достижения качества продукции;

## Краткое содержание дисциплины

Цели и задачи внепечной обработки металлов. Теоретические основы процессов внепечной обработки металлов. Конструктивные и технологические особенности внепечных агрегатов обработки стали и чугуна. Внепечная обработка стали на МНЛЗ.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по внепечной обработке стали	Знает: Основы физико-химических процессов, происходящих при внепечной обработке расплавов; технологические основы внепечной обработки расплавов; методы расчета материальных и тепловых балансов в агрегатах внепечной обработки металлов Умеет: Выбирать необходимый способ внепечной обработки расплавов; определять необходимые условия, обеспечивающие качественную обработку расплавов; разрабатывать технологию обработки металлов на внепечных агрегатах Имеет практический опыт: Владения знанием необходимых условий обеспечения качественной обработки расплавов; конструктивных особенностей агрегатов для внепечной обработки расплавов; навыками выбора, расчета и проектирования технологического процесса и оборудования

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

Нет	Не предусмотрены
-----	------------------

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

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 82,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	72	72	
Лекции (Л)	36	36	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	36	36	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	61,5	61,5	
Подготовка к лабораторным работам	16,5	16,5	
Подготовка к зачету	25	25	
Подготовка к лекционным занятиям	20	20	
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	Цели и задачи внепечной обработки металлов	2	2	0	0
2	Теоретические основы процессов внепечной обработки металлов	33	15	0	18
3	Конструктивные и технологические особенности внепечных агрегатов обработки металлов	33	15	0	18
4	Внепечная обработка стали при разливке металлов	4	4	0	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Цели и задачи вторичной металлургии. Роль внепечной обработки в современном сталеплавильном производстве. История вопроса.	2

2	2	Механизмы удаления растворенных газов из расплавленной стали. Непосредственный переход газа из расплава в эвакуированное пространство. Дегазация металла в струе. Дегазация металла при образовании пузырей. Дегазация металла при образовании роя пузырей. Дегазация при продувке расплава инертными газами.	4
3	2	Раскисление углеродом под вакуумом. Окончательное раскисление кремнием и алюминием. Нетрадиционные раскислители. Раскисление ШЗМ, РЗМ. Их растворимость, химическая активность, технологические приемы ввода ШЗМ, РЗМ в жидкие расплавы. Раскисление стали водородом.	4
4	2	Сера в стали, влияние серы на механические и физико-химические свойства стали. Основные моменты внепечной десульфурации (теоретические основы). Способы внепечной десульфурации чугуна и стали.	3
5	2	Внепечная дефосфорация металла. Теоретические основы. Дефосфорация чугуна. Процессы SARP и ORP. Дефосфорация стали в печи продувкой порошками. Дефосфорация стали в ковше и в специализированных агрегатах.	4
6	3	Обработка в ковше без вакуумирования. Рафинировочные процессы в ковше. Продувка металла аргоном для стабилизации температуры и выравнивания химического состава металла по объему ковша. Установки LF, TN, SAB, CAS.	5
7	3	Обработка в ковше с вакуумированием. Варианты вакуумирования стали в струе и в ковше. Вакуумирование порций металла (установки DH, RH, PM). Обработка стали с подогревом в ковше (установки VAD, ASEA-SKF, SH).	5
8	3	Специальные способы обработки стали в конвертере. Процессы AOD, CLU, VODC. Обработка стали без подогрева (установки VOD, RH-OB, ASV). Современная технология производства высокохромистых и низкоуглеродистых марок стали.	5
9	4	Роль и конструкция современного промежуточного ковша. Флотация и фильтрация НВ. Взаимодействие металла с атмосферой. Обработка металлов при выпуске.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Исследование механизмов плавления и растворения ферросплавов	6
2	2	Оценка удаления растворенных газов из металла	6
3	2	Вакуумирование стали	6
4	3	Моделирование процесса вакуумирования стали в агрегате RH	6
5	3	Исследование процесса продувки стали в ковше аргоном	6
6	3	Расчет материального баланса внепечного агрегата	6

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам	Кудрин, В. А. Внепечная обработка чугуна и стали [Текст] / В. А. Кудрин. - М. : Metallurgia, 1992. - 336 с.	8	16,5

Подготовка к зачету	Кудрин, В. А. Внепечная обработка чугуна и стали [Текст] / В. А. Кудрин. - М. : Metallurgy, 1992. - 336 с.	8	25
Подготовка к лекционным занятиям	Кудрин, В. А. Внепечная обработка чугуна и стали [Текст] / В. А. Кудрин. - М. : Metallurgy, 1992. - 336 с.	8	20

## 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	Семестр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 1	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
2	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 2	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
3	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 3	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
4	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 4	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
5	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 5	0,1	10	10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов -	экзамен



ПК-4	Имеет практический опыт: Владения знанием необходимых условий обеспечения качественной обработки расплавов; конструктивных особенностей агрегатов для внепечной обработки расплавов; навыками выбора, расчета и проектирования технологического процесса и оборудования						
------	---	--	--	--	--	--	--

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Рябов, А. В. Внепечная обработка стали [Текст] : конспект лекций по специальности 150101 "Металлургия черных металлов" / А. В. Рябов, И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2011. - 81 с. : ил.
2. Рябов, А. В. Внепечная обработка стали [Текст] : учеб. пособие / А. В. Рябов, В. И. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2002. - 45 с. : ил.
3. Рябов, А. В. Расчеты материальных и энергетических балансов в сталеплавильных и внепечных агрегатах [Текст] : учеб. пособие по направлению 22.03.03 "Металлургия" / А. В. Рябов, И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Техника и технология производства материалов ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2018. - 216 с. : ил.
4. Кудрин, В. А. Внепечная обработка чугуна и стали [Текст] / В. А. Кудрин. - М. : Металлургия, 1992. - 336 с.
5. Поволоцкий, Д. Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия черных металлов" / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Роцин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. -М. : Металлургия, 1995. - 592 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" направления подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" / В. А. Кудрин. - М. : Мир : АСТ, 2003. - 527 с. : портр., ил.
2. Поволоцкий, Д. Я. Производство нержавеющей стали [Текст] / Д. Я. Поволоцкий, Ю. А. Гудим. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 1998. - 235 с.

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

1. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия [Текст] : науч.-техн. журн. / Сиб. гос. индустр.ун-т, Гос. технолог. ун-т «Моск. гос. ин-т стали и сплавов» (МИСиС). – М. : МИСИС, 1960–
2. Сталь [Текст] : ежемес. междунар. науч.-техн. и произв. журн. / Междунар. союз металлургов, Ком. Рос. Федерации по металлургии. – М., Металлургия, 1946–
3. Металлург [Текст] : науч.-техн. и произв. журн. / Центр. Совет Горно-метал. профсоюза России, Профцентр «Союзметалл», Ассоц.

промышленников горно-метал. компл. России (АМРОС), Ассоц. доменщиков (АССОД). – М., Metallургия, 1993-

4. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Metallургия [Текст] : журн. / Юж.-Урал. гос. ун-т. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2009–2012.

5. Черные металлы [Текст] : журн. по актуальным проблемам metallургии, машиностроения и приборостроения зарубеж. стран : пер. с нем. / Изд-во «Metallургия», ред. журн. – М., Metallургия, 2003-2008, 2014.

6. Новости черной metallургии за рубежом [Текст] : ежекв. журн. / Центр. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. черной metallургии. – М., 2005-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Рябов, А. В. Внепечная обработка стали [Текст] : конспект лекций по специальности 150101 "Metallургия черных металлов" / А. В. Рябов, И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ.metallургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2011. – 81 с. : ил. (82

2. Рябов, А. В. Внепечная обработка стали [Текст] : учеб. пособие /А. В. Рябов, В. И. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ.metallургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 45 с. : ил. (64)

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Рябов, А. В. Внепечная обработка стали [Текст] : конспект лекций по специальности 150101 "Metallургия черных металлов" / А. В. Рябов, И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ.metallургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2011. – 81 с. : ил. (82

2. Рябов, А. В. Внепечная обработка стали [Текст] : учеб. пособие /А. В. Рябов, В. И. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ.metallургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 45 с. : ил. (64)

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Протасов, А. В. Машины и агрегаты metallургического производства. Агрегаты внепечной обработки жидкой стали. Курс лекций. [Электронный ресурс] / А. В. Протасов, Б. А. Сивак, Н. А. Чиченев. – Электрон. дан. – М. : МИСИС, 2009. – 181 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/1847">http://e.lanbook.com/book/1847</a> – Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:



1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
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
Пересдача		Компьютерный класс
Самостоятельная работа студента		Компьютерный класс
Контроль самостоятельной работы		Компьютерный класс
Лекции		Компьютер, проектор
Лабораторные занятия		Лабораторное оборудование
Экзамен		Компьютерный класс