

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе -  
первый проректор

\_\_\_\_\_ И.В. Зоря

подпись

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория и технология производства стали

22.03.02 «Металлургия»  
(направленность (профиль): «Металлургия+»)

Квалификация выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная форма

Срок обучения 4 года

Год начала подготовки 2020

Новокузнецк  
2021

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- формирование инженерного мышления и современного представления о теории и практике технологии производства стали.

Задачами учебной дисциплины являются:

- получение обучающимися достаточно широкой теоретической подготовки в области физико-химических основ процессов производства стали, позволяющей будущим бакалаврам ориентироваться в научно-технической информации и разрабатывать инновационные технологии выплавки стали;
- выработка у обучающихся приемов и навыков совершенствования технологического процесса окислительного рафинирования металла;
- ознакомление обучающихся с перспективными направлениями повышения качества стали.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Metallургия черных металлов;
- Теория металлургических процессов.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Внепечная обработка стали;
- Современные технологии производства стали.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен определять организационно-технические меры по выполнению производственных зада-	ПК-1.1 Определяет меры по устранению причин нарушения технологий, получения брака и продукции	– знать: структуру современного металлургического производства. – уметь: корректи-

	ний для металлургии черных и цветных металлов	не по заказам	ровать технологические процессы. – владеть: навыками управления технологическими процессами металлургического производства.
--	---	---------------	--

#### 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с педагогическим работником включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическим работником. Контактная работа обучающихся с педагогическим работником может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

#### Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>6 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			экзамен, зачет с оценкой по КР
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>216</b>	216
	<i>зачетных единиц</i>	<b>6</b>	6
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>32</b>	32
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>8</b>	8
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>32</b>	32
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Курсовая работа, <i>академ. час.</i>		<b>36</b>	36
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>72</b>	72
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>36</b>	36
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0

#### Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Общая схема процессов производства стали;

Тема 1.1 Основные понятия и направления развития производства стали;

Тема 1.2 Характеристика металлической, шлаковой и газовой фаз, их взаимодействие и изменение;

Раздел 2 Строение и свойства жидких металлов и шлаков;

Тема 2.1 Строение и свойства жидкого железа и стали;

Тема 2.2 Строение и свойства жидких шлаков;

Тема 2.3 Оксиды железа в жидких шлаках;

Раздел 3 Термодинамика и кинетика окислительного рафинирования металла;

Тема 3.1 Окисление углерода;

Тема 3.2 Окисление марганца и кремния;

Тема 3.3 Окисление-восстановление фосфора;

Тема 3.4 Удаление серы;

Тема 3.5 Особенности поведения примесей цветных металлов;

Раздел 4 Газы и неметаллические включения в стали;

Тема 4.1 Газы в стали. Растворимость водорода и азота в чистом железе;

Тема 4.2 Загрязненность металла неметаллическими включениями;

Раздел 5 Раскисление и легирование стали;

Тема 5.1 Осаждающее и диффузионное раскисление;

Тема 5.2 Особенности легирования стали.

## 5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Общая схема процессов производства стали		
Тема 1.1.	Производство стали в мире и в России, его объем, структура, основные направления развития	2	
Тема 1.2.	Физико-химическая сущность сталеплавильных процессов. Металлическая, шлаковая и газовая фазы. Общее представление об их взаимодействии и изменении	2	
Раздел 2.	Строение и свойства жидких металлов и шлаков		
Тема 2.1.	Теория строения вещества. Твердое, жидкое и газообразное состояние. Ближний и	2	

	дальний порядок. Строение жидкого же-леза. Физические свойства жид-кого железа и стали		
Тема 2.2.	Молекулярная теория. Ионная теория строения жидких шлаков. Катионы и анионы. Плотность истинная и кажущаяся. Температура плавления и влияние на нее состава шлака. Теплопроводность шлака. Растворимость оксидов в шлаках. Вязкость жидких шлаков. Поверхностное натяжение жидких систем. Адгезия, ее изменение и связь с межфазным натяжением. Когезия.	4	
Тема 2.3.	Образование оксидов железа в шлаке за счет поглощения кис-лорода из газовой фазы. Образование оксидов железа в шлаке при продувке металла кислородом. Гидродинамика продувки металла. Факторы, определяющие окисленность шлака при продувке.	2	
Раздел 3.	Термодинамика и кинетика окислительного рафинирования металла		
Тема 3.1.	Термодинамика реакций окис-ления углерода. Общая схема процесса окисления углерода в сталеплавильной ванне. Факто-ры, влияющие на скорость горения углерода. Факторы, опреде-ляющие окисленность ванны. Мощ-ность перемешивания ван-ны	2	
Тема 3.2.	Термодинамика окисления марганца под основным и кислым шлаком. Общая схе-ма процесса. Эффективность использования марганца в сталеплавильных процессах. Термодинамика окисления кремния под основным и кислым шлаком. Фронт горе-ния кремния в сталепла-вильной ванне	2	

Тема 3.3.	Термодинамика процесса окис-ления фосфора. Общая схема процесса его горения в сталеплавильной ванне. Факторы, способствующие удалению фосфора из металла. Влияние состава шлака и температуры ванны на распределение фосфора между металлом и шлаком	2	
Тема 3.4.	Растворимость серы в металле и шлаке. Типы сульфидов и их растворимость в металле и шлаке. Переход серы из печных газов в металл. Распределение серы между металлом и шлаком. Общая схема движения серы в системе металл – шлак – печные газы.	2	
Тема 3.5.	Характеристика цветных металлов. Возможный характер изменения их содержания в сталеплавильных процессах. Цель и последовательность присадки этих элементов в жидкий металл в сталеплавильных процессах. Поведение мышьяка по ходу плавки.	2	
Раздел 4.	Газы и неметаллические включения в стали		
Тема 4.1.	Влияние температуры и содержания различных элементов. Растворимость водорода и азота в шлаках. Источники водорода и азота в стали. Роль газовой фазы. Механизм передачи водорода из газовой фазы через шлак в металл. Удаление газов из металла в процессе плавки. Влияние газов на качество стали.	2	
Тема 4.2.	Неметаллические включения в стали. Классификация включений по химическому составу, форме, расположению, размеру, происхождению. Скорость всплывания дисперсных включений (уравнение Стокса). Влияние	2	

	неметаллических включений на качество и свойства стали		
Раздел 5.	Раскисление и легирование стали		
Тема 5.1.	Сущность раскисления стали. Раскислительная способность элементов-раскислителей. Изменение растворимости кислорода в жидком металле при понижении температуры. Кристаллизация металла. Основные способы раскисления. Их достоинства и недостатки. Требования к раскислителям	4	
Тема 5.2.	Характеристика легирующих элементов. Растворение ферро-сплавов в металле. Порядок присадки легирующих элементов. Микролегирование стали	2	
<b>Итого:</b>		<b>32</b>	<b>0</b>

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Тема 2.3.	Расчет активности оксидов в сталеплавильных шлаках.	8	
Тема 3.2.	Расчет равновесия в сталеплавильной системе металл-шлак (молекулярная теория строения шлаков)	8	
Тема 3.3.	Расчет равновесия в сталеплавильной системе металл-шлак (ионная теория строения шлаков)	4	
Тема 3.4.	Расчет равновесия в сталеплавильной системе металл-шлак (теория совершенных ионных и регулярных растворов)	4	
Тема 4.1.	Расчет равновесия в сталеплавильной системе металл-шлак (теория совершенных ионных и регулярных рас-	4	

	творов)		
Тема 5.1.	Расчет растворимости газов в жидком железе.	4	
<b>Итого:</b>		<b>32</b>	<b>0</b>

### 7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Тема 2.1.	Исследование скорости растворения металла в жидком расплаве	4	
Тема 2.2.	Определение температуры плавления сталеплавильных шлаков	4	
<b>Итого:</b>		<b>8</b>	<b>0</b>

### 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Тема 1.1; Тема 1.2; Раздел 2; Тема 2.1; Тема 2.2; Тема 2.3; Раздел 3; Тема 3.1; Тема 3.2; Тема 3.3; Тема 3.4; Тема 3.5; Раздел 4; Тема 4.1; Тема 4.2; Раздел 5; Тема 5.1; Тема 5.2.	Расчет материального и теплового балансов окислительного рафинирования металла, раскисления и легирования качественной стали, выплавленной в современном сталеплавильном агрегате	36	
<b>Итого:</b>		<b>36</b>	<b>0</b>

### 9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, академ. час
-----------------------------	-----------------------------	---------------------------



		<b>всего</b>	<b>в форме практической подготовки</b>
Раздел 1; Тема 1.1; Тема 1.2.	1. 1. Изучение лекционного материала;.	4	
Раздел 2; Тема 2.1.	1. 1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе..	6	
Раздел 2; Тема 2.2.	1. 1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе;.	4	
Раздел 2; Тема 2.3.	1. 1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию;.	4	
Раздел 3; Тема 3.1.	1. 1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к текущему контролю;.	6	
Раздел 3; Тема 3.2.	1. 1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию;.	4	
Раздел 3; Тема 3.3.	1. 1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию;.	4	
Раздел 3; Тема 3.4.	1. 1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию;.	6	
Раздел 3; Тема 3.5.	1. 1. Изучение лекционного материала;.	4	
Раздел 4; Тема 4.1.	1. 1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о	6	

	практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию;.		
Раздел 4; Тема 4.2.	1. 1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала;.	10	
Раздел 5; Тема 5.1.	1. 1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю;.	6	
Раздел 5; Тема 5.2.	1. 1. Изучение лекционного материала;.	8	
<i>Курсовая работа</i>	<i>Выполнение курсовой работы</i>	36	0
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	36	
<b>Итого:</b>		<b>144</b>	<b>0</b>

## 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### а) литература:

1 Беляев, С.В. Основы металлургического и литейного производства : учебное пособие / Беляев С.В., Леушин И.О. – Москва : Феникс, 2016. – 206 с. – ISBN 978-5-222-24740-2. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222247402.html> (дата обращения: 27.01.2021);

2 Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 616 с. – ISBN 978-5-8114-4960-6. – URL: <https://e.lanbook.com/book/129223> (дата обращения: 27.01.2021);

3 Еланский, Г.Н. Строение и свойства металлических расплавов : учебное пособие для вузов / Г.Н. Еланский, Д.Г. Еланский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : МГВМИ, 2006. – 227 с. : ил.;

4 Меркер, Э. Э. Физические процессы в конвертере и экологические показатели производства : монография / Э. Э. Меркер, Г. А. Карпенко. – 3-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2010. – 326 с. : ил.;

5 Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали : учебник для вузов. – Москва : Мир, 2003. – 527 с. : ил. – (Учебник для высших учебных заведений).;

6 Дюдкин, Д.А. Производство стали. Т.1 : Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки стали / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко. – Москва : Теплотехник, 2008. – 528 с. : ил.

## **б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 – ]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 ЭБС ЮРАЙТ [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 – ]. – URL: <https://umczdt.ru/books/>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.

## **в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Windows XP.

## **г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

## **11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составитель(и):

Чернышева Наталья Анатольевна

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

## Приложение А

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Теория и технология производства стали»

по направлению подготовки (специальности)  
**22.03.02 «Металлургия»**  
(направленность (профиль): «Металлургия+»)  
форма обучения – Очная форма

#### **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями учебной дисциплины являются:

- формирование инженерного мышления и современного представления о теории и практике технологии производства стали.

Задачами учебной дисциплины являются:

- получение обучающимися достаточно широкой теоретической подготовки в области физико-химических основ процессов производства стали, позволяющей будущим бакалаврам ориентироваться в научно-технической информации и разрабатывать инновационные технологии выплавки стали;
- выработка у обучающихся приемов и навыков совершенствования технологического процесса окислительного рафинирования металла;
- ознакомление обучающихся с перспективными направлениями повышения качества стали.

#### **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)**

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Metallургия черных металлов;
- Теория металлургических процессов.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Внепечная обработка стали;
- Современные технологии производства стали.

#### **3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине**

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

## – Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен определять организационно-технические меры по выполнению производственных заданий для металлургии черных и цветных металлов	ПК-1.1 Определяет меры по устранению причин нарушения технологий, получения брака и продукции не по заказам	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: структуру современного металлургического производства.</li> <li>– уметь: корректировать технологические процессы.</li> <li>– владеть: навыками управления технологическими процессами металлургического производства.</li> </ul>

### 4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>6 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен, зачет с оценкой по КР</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>216</b>	216
	<i>зачетных единиц</i>	<b>6</b>	6
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>32</b>	32
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>8</b>	8
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>32</b>	32
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Курсовая работа, <i>академ. час.</i>		<b>36</b>	36
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>72</b>	72
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>36</b>	36
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0

### 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Общая схема процессов производства стали;

Тема 1.1 Основные понятия и направления развития производства стали;

Тема 1.2 Характеристика металлической, шлаковой и газовой фаз, их взаимодействие и изменение;

Раздел 2 Строение и свойства жидких металлов и шлаков;

Тема 2.1 Строение и свойства жидкого железа и стали;

Тема 2.2 Строение и свойства жидких шлаков;

Тема 2.3 Оксиды железа в жидких шлаках;

Раздел 3 Термодинамика и кинетика окислительного рафинирования металла;

Тема 3.1 Окисление углерода;

Тема 3.2 Окисление марганца и кремния;

Тема 3.3 Окисление-восстановление фосфора;

Тема 3.4 Удаление серы;

Тема 3.5 Особенности поведения примесей цветных металлов;

Раздел 4 Газы и неметаллические включения в стали;

Тема 4.1 Газы в стали. Растворимость водорода и азота в чистом железе;

Тема 4.2 Загрязненность металла неметаллическими включениями;

Раздел 5 Раскисление и легирование стали;

Тема 5.1 Осаждающее и диффузионное раскисление;

Тема 5.2 Особенности легирования стали.

## **6 Составитель(и):**

Чернышева Наталья Анатольевна