

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

\_\_\_\_\_ М.В. Темлянецв

подпись

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ПРОГРАММА  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине - Металлургия  
черных, цветных и редких металлов

2.6.2 «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

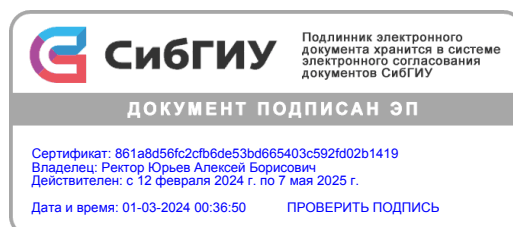
Форма обучения

Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2022

Новокузнецк  
2022



## 1 Цель экзамена по учебной дисциплине

Целью экзамена по учебной дисциплине является оценивание результатов освоения аспирантами учебной дисциплины.

## 2 Планируемые результаты освоения учебной дисциплины

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на достижение следующих образовательных результатов:

Код и наименование ОРЗ	Планируемые результаты обучения
ОРЗ: выполняет исследования и разработку современных технологических процессов черной и цветной металлургии	– знать: основные современные методы и технологические процессы при производстве металлов и сплавов.. – уметь: ориентироваться в структуре основных металлургических методов и технологий металлургических процессов, различать основные виды технологических процессов в металлургии.. – владеть: методами физического и математического моделирования и анализа металлургических процессов..

## 3 Объем и содержание экзамена по учебной дисциплине

### Объем экзамена по учебной дисциплине

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>7 семестр</b>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>18</b>	<b>18</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
	в форме практической подготовки	<b>0</b>	<b>0</b>
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
	в форме практической подготовки	<b>0</b>	<b>0</b>
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
	в форме практической подготовки	<b>0</b>	<b>0</b>
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
	в форме практической подготовки	<b>0</b>	<b>0</b>
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
	в форме практической подготовки	<b>0</b>	<b>0</b>
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
	в форме практической подготовки	<b>0</b>	<b>0</b>
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>18</b>	<b>18</b>
	в форме практической подготовки	<b>0</b>	<b>0</b>

### Содержание экзамена по учебной дисциплине

Раздел 1 Физико-химические основы производства сталей и сплавов. (Строение расплавов. Основные реакции, протекающие при производстве сталей и сплавов. Термодинамика и кинетика сталеплавильных реакций.);

Раздел 2 Вредные примеси и способы борьбы с ними. (Вредные примеси в стали. Вредные примеси в стали – фосфор, сера, азот, водород, кислород. Влияние примесей на качество сталей. Источники поступления, физико-химические закономерности их удаления.);

Раздел 3 Основные способы производства сталей. (Структура сталеплавильного производства. Кислородно-конвертерный процесс, электросталеплавильный процесс, мартеновский процесс. Преобразование энергии в сталеплавильных процессах. Особенности протекания основных реакций в процессах производства сталей.);

Раздел 4 Физико-химические основы производства ферросплавов. (Классификация ферросплавных процессов. Основные реакции и особенности процессов. Выбор восстановителя при производстве сплавов. Шлаковый и бесшлаковый процессы. Флюсовый и бесфлюсовый процессы. Непрерывный и периодический процессы.);

Раздел 5 Углеродотермические процессы. (Производство сплавов кремния, высокоуглеродистого феррохрома и ферромарганца, сплавов силикомарганца и ферросиликохрома. Физико-химические основы углеродотермических процессов. Особенности выплавки кремнистых сплавов, углеродистого феррохрома и ферромарганца, силикомарганца и ферросиликохрома.);

Раздел 6 Силикотермические процессы. (Производство средне- и низкоуглеродистого феррохрома и ферромарганца. Физико-химические основы силикотермических процессов. Особенности выплавки средне- и низкоуглеродистого ферромарганца и феррохрома. Производство металлического марганца и металлического хрома. Технология силикотермической плавки металлического марганца. Использование КХО при плавке металлического марганца. Разновидности технологии выплавки металлического хрома.);

Раздел 7 Алюминотермические процессы. (Производство сплавов ферромолибдена и ферротитана. Технология выплавки ферромолибдена, получение молибденового концентрата. Технология выплавки ферротитана.);

#### **4 Форма проведения экзамена по учебной дисциплине, оценочные средства, шкала и критерии оценивания**

Экзамен по учебной дисциплине проводится в устной форме, позволяющей оценить результаты освоения учебной дисциплины.

Оценивание результатов освоения учебной дисциплины осуществляется на основе следующей оценочной шкалы:

#### **Оценивание аспирантов на экзамене**

Требования к знаниям	Оценка
Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе,	отлично

Требования к знаниям	Оценка
последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, владеет приемами выполнения практических задач по формированию образовательных результатов.	
Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	хорошо
Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.	удовлетворительно
Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.	неудовлетворительно

**Вопросы к экзамену по учебной дисциплине приведены в приложении.**

### **5 Учебно-методическое и информационное обеспечение экзамена по учебной дисциплине**

#### **а) литература:**

1 Афанасьев, В. В. Методология и методы научного исследования : учебное пособие для вузов / В.В. Афанасьев, О.В. Грибкова, Л.И. Уколова. – Москва : Юрайт, 2022. – 154 с. – ISBN 978-5-534-02890-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/492350> (дата обращения: 01.10.2022);

2 Поляков, Е. Г. Металлургия редкоземельных металлов : учебное пособие для вузов / Е.Г. Поляков, А.В. Нечаев, А.В. Смирнов. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2022. – 501 с. – ISBN 978-5-534-12813-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/496384> (дата обращения: 01.10.2022);

3 Дрещинский, В. А. Методология научных исследований : учебник для вузов. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 274 с. – ISBN 978-5-534-07187-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/492409> (дата обращения: 01.10.2022);

4 Селетков, С. Г. Методология диссертационного исследования : учебник для вузов. – Москва : Юрайт, 2022. – 281 с. – ISBN 978-5-534-13682-1. – URL: <https://urait.ru/bcode/496644> (дата обращения: 01.10.2022);

5 Цымбал, В. П. Новые металлургические технологии : учебное пособие для вузов / В.П. Цымбал, П.А. Сеченов, И.А. Рыбенко. – Москва : Юрайт, 2022. – 260 с. – ISBN 978-5-534-15018-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/486413> (дата обращения: 01.10.2022);

6 Горовая, В. И. Научно-исследовательская работа : учебное пособие для вузов. – Москва : Юрайт, 2022. – 103 с. – ISBN 978-5-534-14688-2. – URL: <https://urait.ru/bcode/496767> (дата обращения: 01.10.2022);

7 Еланский, Г. Н. Строение и свойства металлических расплавов : учебное пособие для вузов / Г.Н. Еланский, Д.Г. Еланский. – Москва : Юрайт, 2022. – 212 с. – ISBN 978-5-534-13144-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/496026> (дата обращения: 01.10.2022);

8 Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 126 с. – ISBN 978-5-534-08475-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/490343> (дата обращения: 01.10.2022);

9 Макаров, А. Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1653-0. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168683> (дата обращения: 01.10.2022);

10 Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства. – 5-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-9041-7. – URL: <https://e.lanbook.com/book/183756> (дата обращения: 01.10.2022);

11 Роцин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали : учебник / В.Е. Роцин, А.В. Роцин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 576 с. – ISBN 978-5-9729-0630-7. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617668> (дата обращения: 01.10.2022);

12 Кузнецов, И. Н. Основы научных исследований : учебное пособие. – 6-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2021. – 282 с. – ISBN 978-5-394-04364-2. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684295> (дата обращения: 01.10.2022);

13 Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие. – 9-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 208 с. – ISBN 978-5-394-04708-4. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684505> (дата обращения: 01.10.2022);

14 Муравьева, И.В. Контроль состава веществ и материалов химическими и физико-химическими методами : учебное пособие. – Москва : МИСиС, 2021. – 70 с. – ISBN 978-5-907227-46-0. – URL:

- <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907227460.html> (дата обращения: 01.10.2022);
- 15 Золоторевский, В.С. Механические свойства металлов : практикум. – Москва : МИСиС, 2021. – 72 с. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/MISIS-2021080847.html> (дата обращения: 01.10.2022);
- 16 Верховлюк, А.М. Взаимодействие жидких и твердых фаз в металлургических процессах : монография. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 184 с. – ISBN 978-5-9729-0712-0. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907120.html> (дата обращения: 01.10.2022);
- 17 Дашевский, В.Я. Ферросплавы: теория и технология : монография. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 288 с. – ISBN 978-5-9729-0566-9. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972905669.html> (дата обращения: 01.10.2022);
- 18 Лукьяненко, В.И. Металлургическая теплотехника : учебное пособие. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 200 с. – ISBN 978-5-9729-0626-0. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972906260.html> (дата обращения: 01.10.2022);
- 19 Роцин, В.Е. Физика пирометаллургических процессов : учебник / Роцин В.Е., Роцин А.В. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 304 с. – ISBN 978-5-9729-0701-4. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907014.html> (дата обращения: 01.10.2022);
- 20 Еронько, С.П. Физическое моделирование технических систем сталеплавильного производства : учебное пособие. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 324 с. – ISBN 978-5-9729-0699-4. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972906994.html> (дата обращения: 01.10.2022);
- 21 Роцин, В.Е. Структуры стальных слитков и дефекты деформированного металла в заготовках : учебное пособие / Роцин В.Е., Роцин А.В. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 340 с. – ISBN 978-5-9729-0739-7. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907397.html> (дата обращения: 01.10.2022);
- 22 Жук, В.Л. Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях : учебное пособие / Жук В.Л., Заика В.И., Тупилко И.В. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 212 с. – ISBN 978-5-9729-0730-4. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907304.html> (дата обращения: 01.10.2022);
- 23 Муравьев, В.И. Перспективные металлургические и технологические процессы производства конструкционных материалов : монография. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 328 с. – ISBN 978-5-9729-0740-3. – URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907403.html> (дата обращения: 01.10.2022);

24 Верховлюк, А.М. Физическая химия - основа металлургических процессов : учебное пособие / Верховлюк А.М., Верховлюк Г.А. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 216 с. – ISBN 978-5-9729-0568-3. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972905683.html> (дата обращения: 01.10.2022);

25 Марукович, Е.И. Динамическая модификация металлов : учебно-методическое пособие / Марукович Е.И., Ушеренко Ю.С., Ушеренко С.М. – Москва : Белорусская наука, 2021. – 153 с. – ISBN 978-985-08-2754-8. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850827548.html> (дата обращения: 01.10.2022).

#### **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 : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство 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 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 – ]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

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

8 Электронно-библиотечная система IPRbooks : [коллекции: «Дошкольная педагогика. Педагогика школы», «Педагогика. Образование»] / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Москва, [200 – ]. –

URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

- Adobe Acrobat Reader;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7.

**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.

## **6 Материально-техническое обеспечение экзамена по учебной дисциплине**

Материально-техническое обеспечение экзамена включает учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, 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.

Программа промежуточной аттестации по учебной дисциплине составлена в соответствии с **федеральными государственными требованиями** к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Составитель(и):




доцент Фейлер Сергей Владимирович (кафедра металлургии черных металлов).

Программа промежуточной аттестации рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Главный специалист  
сталеплавильного бюро  
технического отдела  
службы технического и  
технологического развития  
АО «ЕВРАЗ ЗСМК», к.т.н.  
должность, степень, звание  
специалиста в соответствующей  
области науки

  
\_\_\_\_\_

подпись

Д.В. Бойков  
инициалы, фамилия

## Приложение

### Вопросы к экзамену по учебной дисциплине для промежуточной аттестации

- 1 Строение металлических расплавов;
- 2 Теории строения металлургических шлаков;
- 3 Физические и химические свойства шлаков;
- 4 Реакции окисления и восстановления;
- 5 Растворимость газообразующих примесей;
- 6 Распределение примесей между металлом и шлаком;
- 7 Роль атмосферы в процессах производства сталей;
- 8 Основные реакции сталеплавильного производства;
- 9 Азот в стали и методы его удаления;
- 10 Водород в стали и методы его удаления;
- 11 Кислород в стали и способы раскисления;
- 12 Сера в стали и десульфурация металла;
- 13 Фосфор в стали и дефосфорация металла;
- 14 Легирование стали;
- 15 Классификация неметаллических включений;
- 16 Удаление неметаллических включений;
- 17 Оценка загрязненности стали;
- 18 Основные сталеплавильные процессы и их особенности;
- 19 Основы конвертерного производства сталей;
- 20 Физико-химические основы производства чугуна;
- 21 Технологические особенности выплавки стали в сверхмощных дуговых сталеплавильных печах;
- 22 Закономерности выплавки высокохромистых расплавов;
- 23 Моделирование высокотемпературных взаимодействий в карбидообразующих системах в условиях плазменного потока;
- 24 Требования к углеродистым восстановителям;
- 25 Особенности протекания основных металлургических реакций в процессах производства стали;
- 26 Классификация ферросплавных процессов по виду используемого агрегата;
- 27 Непрерывные ферросплавные процессы;
- 28 Периодические ферросплавные процессы;
- 29 Классификация ферросплавных процессов в зависимости от вида восстановителя;
- 30 Технологические особенности внепечной обработки стали.