

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов

УТВЕРЖДАЮ

Директор института металлургии
и материаловедения

_____ А.А. Уманский

подпись

« _____ » _____ 20__ г.

**ПРОГРАММА
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

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

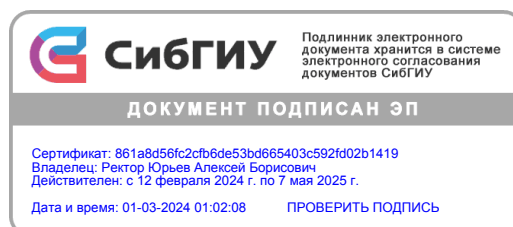
2.6.2 «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк
2023



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

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

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: 24.10.2023);

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: 24.10.2023);

3 Дрещинский, В. А. Методология научных исследований : учебник для вузов / В. А. Дрещинский. – 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: 24.10.2023);

4 Селетков, С. Г. Методология диссертационного исследования : учебник для вузов / С. Г. Селетков. – Москва : Юрайт, 2022. – 281 с. – ISBN 978-5-534-13682-1. – URL: <https://urait.ru/bcode/496644> (дата обращения: 24.10.2023);

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: 24.10.2023);

6 Гороя, В. И. Научно-исследовательская работа : учебное пособие для вузов / В. И. Гороя. – Москва : Юрайт, 2022. – 103 с. – ISBN 978-5-534-14688-2. – URL: <https://urait.ru/bcode/496767> (дата обращения: 24.10.2023);

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: 24.10.2023);

8 Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. – 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: 24.10.2023);

9 Макаров, А. Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках : учебное пособие / А. Н. Макаров. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-16 53-0. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168683> (дата обращения: 24.10.2023);

10 Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие для вузов / И. Б. Рыжков. — 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: 24.10.2023);

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: 24.10.2023);

12 Кузнецов, И. Н. Основы научных исследований : учебное пособие / И. Н. Кузнецов. – 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: 24.10.2023);

13 Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие / М. Ф. Шкляр. – 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: 24.10.2023);

14 Муравьева, И.В. Контроль состава веществ и материалов химическими и физико-химическими методами : учебное пособие / И. В. Муравьева. – Москва : МИСиС, 2021. – 70 с. – ISBN 978-5-907227-46-0. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907227460.html> (дата обращения: 24.10.2023);

15 Верховлюк, А.М. Взаимодействие жидких и твердых фаз в металлургических процессах : монография / А.М. Верховлюк. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 184 с. – ISBN 978-5-9729-0712-0. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907120.html> (дата обращения: 24.10.2023);

16 Дашевский, В.Я. Ферросплавы: теория и технология : монография / В. Я. Дашевский . – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 288 с. – ISBN 978-5-9729-0566-9. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972905669.html> (дата обращения: 24.10.2023);

17 Металлургическая теплотехника : учебное пособие / В.И. Лукьяненко, Г.Н. Мартыненко, А.В. Исанова, В.В. Черниченко. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 200 с. – ISBN 978-5-9729-0626-0. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972906260.html> (дата обращения: 24.10.2023);

18 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: 24.10.2023);

19 Физическое моделирование технических систем сталеплавильного производства : учебное пособие / С.П. Еронько, Е.В. Ошовская, М.Ю. Ткачев [и др.] . – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 324 с. – ISBN 978-5-9729-0699-4. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972906994.html> (дата обращения: 24.10.2023);

20 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: 24.10.2023);

21 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: 24.10.2023);

22 Перспективные металлургические и технологические процессы производства конструкционных материалов : монография / В.И. Муравьев, П.В. Бахматов, А.В. Фрянов, В.В. Григорьев. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 328 с. – ISBN 978-5-9729-0740-3. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907403.html> (дата обращения: 24.10.2023);

23 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: 24.10.2023);

24 Марукович, Е.И. Динамическая модификация металлов : учебно-методическое пособие / Марукович Е.И., Ушеренко Ю.С., Ушеренко С.М. – Минск : Белорусская наука, 2021. – 153 с. – ISBN 978-985-08-2754-8. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850827548.html> (дата обращения: 24.10.2023).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – 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 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 –]. – URL: <http://rusneb.ru>. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

7 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>;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: <http://eivis.ru>. – Режим доступа: по подписке;

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;
- Microsoft Windows.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки 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.

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.