

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры металлургии цветных металлов

Протокол №9 от 14 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Направление: 22.04.02 Металлургия

Совершенствование и оптимизация технологических процессов производства цветных
металлов

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Тютрин Андрей
Александрович
Дата подписания: 08.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 08.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Технологическое оборудование металлургических процессов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-4 Способен разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования в области получения металлов и сплавов	ПК-4.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-4.5	Демонстрирует способность разрабатывать предложения по модернизации конструкции и (или) оптимизации работы технологического оборудования, применяемого для осуществления металлургических процессов	Знать технологические особенности современного металлургического оборудования для гидро- и пирометаллургических процессов цветной металлургии Уметь выбирать оптимальные варианты применяемого технологического оборудования и в любом технологическом процессе цветной металлургии Владеть навыками проведения расчетов технологических показателей работы металлургического оборудования для производства цветных металлов

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Технологическое оборудование металлургических процессов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Современные проблемы металлургии», «Анализ технологического цикла получения цветных металлов», «Современные проблемы материаловедения»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	30	30

лекции	10	10
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	20	20
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	42	42
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основное оборудование гидрометаллургич еского производства	1	2			1, 2, 3	12	3, 4	14	Решение задач
2	Основное оборудование пирометаллургич еского производства	2, 3, 4	6			4	4	2, 3	22	Реферат
3	Оборудование для пылеулавливания	5	2			5	4	1, 3	6	
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		10				20		78	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Основное оборудование гидрометаллургического производства	Дробилки. Мельницы. Классифицирующие устройства. Аппараты для выщелачивания. Сгустители. Вакуум-фильтры. Сушильные аппараты. Установки для электролиза
2	Основное оборудование пирометаллургического производства	Огнеупоры. Печи для обжига. Топливные печи для плавки. Печи для электроплавки. Ковши для литья

3	Оборудование для пылеулавливания	Пылевые камеры. Циклоны. Инерционные пылеулавливатели. Рукавные фильтры. Скрубберы. Электрофильтры.
---	----------------------------------	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет теплового баланса автоклава	4
2	Расчет каскада сгустителей-отстойников при противоточной декантации	4
3	Расчет экстракторов при полном противотоке	4
4	Расчет и выбор оборудования для обжига и плавки	4
5	Расчет циклона	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Итоговый тест	4
2	Написание реферата	20
3	Подготовка к практическим занятиям	10
4	Решение специальных задач	8

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Тренинг

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Технологическое оборудование металлургических процессов : метод. указания по выполнению практических работ / сост. : А.А. Тютрин, А.Е. Патрушов – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2019

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

5.1.3.1 Подготовка к практическим занятиям

Перед проведением практического занятия обучающемуся необходимо изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего занятия.

За время, отведенное на подготовку к практическим занятиям, обучающийся должен изучить материал по теме занятия и предварительно к нему подготовиться. Перечень заданий, вопросов или тем, которые будут рассмотрены на занятиях, сообщаются

преподавателем и указаны в методических указаниях по практическим работам.

5.1.3.2 Написание реферата

В реферате обучающийся должен показать умение самостоятельно подбирать и анализировать материал по избранной теме. Темы работ обучающийся выбирает из перечня, представленного преподавателем.

Реферат должен быть написан самостоятельно, строго соответствовать поставленным вопросам, быть кратким, конкретным и содержать необходимые примеры.

Каждый раздел работы должен иметь заголовок в соответствии с планом. В конце работы помещается список использованной при написании работы литературы. Кроме рекомендуемой литературы, обучающийся может использовать дополнительную литературу и интернет – источники по своему усмотрению.

После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду самостоятельной работы в виде реферата (текст реферата должен быть выполнен на ПК, на листах белой бумаги формата А4).

Примерная тематика рефератов

1. Вагоноопрокидыватели.
2. Питатели: конструкция и расчет.
3. Дробилки: классификация и конструкции.
4. Мельницы: классификация, устройство и расчет.
5. Неприводные грохоты: классификация и особенности расчета.
6. Приводные грохоты, классификация, особенности расчета.
7. Смесители.
8. Барабанные и чашевые грануляторы.
9. Агломерационные машины: конструкция и расчет.
10. Конвейера для подачи шихтовых материалов.
11. Конвейерный колошниковый подъемник.
12. Оборудование для забивки и вскрытия летки доменной печи.
13. Разливочная машина
14. Оборудования для подготовки металлического лома к плавке.
15. Миксеры
16. Завалочные машины.
17. Конструкция дуговых электроплавильных печей
18. Оборудование для обслуживания электропечей
19. Классификация и конструкция машин непрерывного литья заготовок.
20. Литейно-прокатные агрегаты.
21. Виды литейных ковшов для разливки продуктов

Критерии оценки качества выполнения данного вида СРС: Полнота раскрытия темы, предлагаемой для написания реферата; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

5.1.3.3 Решение специальных задач

Обучающийся по тематике задач самостоятельно решает свой вариант задачи и сдает преподавателю на проверку. Необходимо выполнить «Расчет и выбор оборудования для флотационного обогащения», «Расчет и выбор оборудования для выщелачивания», указания для выполнения которых представлены в методических указаниях:

Оборудование металлургического производства : метод. указания по выполнению практических работ / сост. : А.А. Тютрин – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Реферат

Описание процедуры.

Описание процедуры:

После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду СРС в виде реферата (текст реферата должен быть выполнен на ПК, на листах белой бумаги формата А4).

Вопросы для контроля:

Примерная тематика реферата приведена в п. 5.1.3.2.

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы, предлагаемой для написания реферата; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

6.1.2 семестр 4 | Решение задач

Описание процедуры.

По данной тематике обучающимся выдается шаблоны задач «Расчет и выбор оборудования для флотационного обогащения», «Расчет и выбор оборудования для выщелачивания» и индивидуальное задание (согласно варианту по списку в группе) для самостоятельного ее решения. Примеры решения для выполнения представлены в методических указаниях:

Оборудование металлургического производства : метод. указания по выполнению практических работ / сост. : А.А. Тютрин – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018.

В конце семестра обучающийся сдает преподавателю выполненное задание.

Критерии оценивания.

Правильность решения задачи.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-4.5	Демонстрирует сформированные и систематические знания о технологические особенности современного металлургического оборудования, способен разрабатывать предложения по модернизации конструкции и (или) оптимизации работы технологического	Устное собеседование по вопросам экзаменационного билета

	оборудования, применяемого для осуществления металлургических процессов	
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен состоит из двух частей: первая часть проводится в форме теста, вторая – устного опроса по вопросам с предварительной подготовкой. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета. Критерии оценки ответа обучающегося на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения обучающихся до начала экзамена. Результат экзамена объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося. Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний и освоения компетенция обучающихся.

Экзаменационный тест:

- Какие реологические характеристики руды создают сложности при её переработке?
 - Содержание алюмосиликатной, глинистой фракций.
 - Крупность руды, поступающей на завод.
 - Минералогический состав руды.
- Каким образом возможно снизить расход электроэнергии (в кВт.час) на производстве?
 - Организацией самотека пульпы.
 - Установкой оборудования повышенной электрической мощности привода.
 - Применение принципа унификации при выборе оборудования.
- Какие обязательные операции переработки руды составляют технологию рудоподготовки?
 - Дробление и измельчение.
 - Предварительная отмывка руды от глины.
 - Бункерование руды после рудоподготовки.
- К какому виду электропечей относится рудноткормичская печь?
 - Сопротивления.
 - Дуговые.
 - Индукционные.
- Какие печи не используют для обжига материалов?
 - Подовые.
 - Шахтные.
 - Барабанные.
 - Кипящего слоя
- Какие огнеупоры относятся к кислым?
 - Магнезит.
 - Динас.
 - Карбидные.
 - Шамот.

Перечень вопросов к экзамену:

- Конструкции и принцип действия дробилок (щековых, конусных, валковых, ударных).

2. Аппараты для растворения (пачуки, агитаторы, пульсационные колонны). Конструкции и принцип действия.
3. Сгустители. Конструкции и принцип действия.
4. Вакуум-фильтры (ленточные, барабанные, дисковые, карусельные). Конструкции и принцип действия.
5. Сушильные аппараты (трубчатая вращающаяся печь, труба сушилка, вихревая сушилка, газовая сушилка, барабанная сушилка). Конструкции и принцип действия.
6. Автоклавы. Конструкции и принцип действия.
7. Руднотермические печи. Конструкции и принцип действия.
8. Электролизеры. Конструкции и принцип действия.
9. Циклоны и мультициклоны. Конструкции и принцип действия.
10. Мокрые пылеуловители. Конструкции и принцип действия.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует сформированные и систематические знания о технологические особенности современного металлургического оборудования, способен разрабатывать предложения по модернизации конструкции и (или) оптимизации работы технологического оборудования, применяемого для осуществления металлургических процессов.	Демонстрирует хорошие знания о технологические особенности современного металлургического оборудования, не в полной мере способен разрабатывать предложения по модернизации конструкции и (или) оптимизации работы технологического оборудования, применяемого для осуществления металлургических процессов.	Демонстрирует слабые знания о технологические особенности современного металлургического оборудования, слабо способен разрабатывать предложения по модернизации конструкции и (или) оптимизации работы технологического оборудования, применяемого для осуществления металлургических процессов.	Не демонстрирует знания о технологические особенности современного металлургического оборудования, не способен разрабатывать предложения по модернизации конструкции и (или) оптимизации работы технологического оборудования, применяемого для осуществления металлургических процессов.

7 Основная учебная литература

1. Самохвалов Г. В. Металлургические электропечи : учебное пособие для вузов по направлению 150100 Металлургия / Г. В. Самохвалов, М. В. Темлянцев, Н. В. Темлянцев; под ред. Г. В. Самохвалова, 2009. - 304.
2. Лисиенко. Оборудование промышленных предприятий : справочное издание: в 6 т. Т. 1 : Развитие цветной металлургии. Тяжелые цветные металлы, 2010. - 720.
3. Лисиенко. Оборудование промышленных предприятий : справочное издание: в 6 т. Т. 2 : Электрошлаковый переплав, 2009. - 384.

4. Процессы и аппараты цветной металлургии : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия цв. металлов" / Под ред. С. С. Набойченко, 1997. - 655.

5. Оборудование металлургического производства [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению практических работ: по направлению подготовки 22.03.02 "Металлургия" (уровень бакалавриата) / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 38.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Смирнов Игорь Иванович. Металлургическое оборудование заводов : учеб. пособие / Игорь Иванович Смирнов, Валерий Степанович Кокорин, 1986. - 167.

2. Воскобойников Виктор Григорьевич. Общая металлургия : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев, 1998. - 768.

3. Пунишко О. А. Производство благородных металлов и проектирование цехов : учебное пособие / О. А. Пунишко, А. А. Васильев, 2013. - 71.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>

2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>

2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор EPSON EB

2. Экран Projecta SlimScreen настенный

3. Полупромышленная установка для электролиза SХK-0873 Kinetics

4. Ковш литейный конический КЛК-0,025

5. Полупромышленная установка по выщелачиванию SХK-883 Kinetics