

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

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов (129)»

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: 10.06.2026

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 12.06.2026

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
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 пиromеталлургич 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 оборудования, применяемого для осуществления металлургических процессов	Устное собеседование по вопросам экзаменационного билета

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:

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

Перечень вопросов к экзамену:

1. 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.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-16760.pdf>

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.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-38492.pdf>

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

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор EPSON EB
2. Экран Projecta SlimScreen настенный
3. Полупромышленная установка для электролиза SXX-0873 Kinetics
4. Ковш литейный конический КЛК-0,025
5. Полупромышленная установка по выщелачиванию SXX-883 Kinetics