

**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

«НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ»

Направление: 22.03.02 Металлургия

Металлургия цветных, редких и благородных металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 05.05.2026

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 05.05.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Наилучшие доступные технологии в металлургии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ДК-1 Способность осуществлять деятельность, находящуюся за пределами основной профессиональной сферы	ДК-1.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ДК-1.3	Демонстрирует знания о наилучших доступных технологиях металлургического производства, разработанных с учетом экологических требований и направленных на достижение высоких технико-экономических показателей	Знать понятие «наилучшие доступные технологии» Уметь анализировать наилучшие доступные технологии в металлургии с целью возможности их внедрения в производство Владеть навыками выбора наилучшей доступной технологии для использования на действующем предприятии для решения технологических, экологических и иных проблем

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Наилучшие доступные технологии в металлургии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Экологическая безопасность», «Экология металлургического производства», «Теория гидрометаллургических процессов», «Теория пирометаллургических процессов», «Теория электрометаллургических процессов», «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика»

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	Учебный год № 4	Учебный год № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том	14	2	12

числе:			
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	8	0	8
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	90	34	56
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 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	Понятие "Наилучшие доступные технологии". Нормативная база. Этапы внедрения и области применения НДТ. Виды справочников	1	2					1, 2	34	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 5

№ 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	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 11-2022. Производство алюминия	1	2			1	6	1, 2, 3, 4, 5, 6	39	Доклад
2	Информационно-	2	2			2	2	1, 2,	17	Тест

	технический справочники по наилучшим доступным технологиям ИТС 14-2022. Производство драгоценных металлов.							3, 6	
	Промежуточная аттестация							4	Зачет
	Всего		4				8	60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Понятие "Наилучшие доступные технологии". Нормативная база. Этапы внедрения и области применения НДТ. Виды справочников	Наилучшая доступная технология (НДТ) - технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения. Этапы внедрения НДТ: разработка и публикация отраслевых справочников НДТ; утверждение технологических показателей выбросов, сбросов НДТ; формирование перечня предприятий, относящихся к I категории; разработка предприятиями программ повышения экологической эффективности; одобрение программ межведомственной комиссией; положительное заключение государственной экологической экспертизы проектов нового строительства или модернизации производств; Выдача предприятию комплексного экологического разрешения. Области применения НТД: 1. Хозяйственная и (или) иная деятельность, которая оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду. 2. Технологические процессы, оборудование, технические способы и методы, применяемые при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности. Виды ИТС: ИТС 11-2022. Производство алюминия, ИТС 26-2022. Производство чугуна, стали и ферросплавов, ИТС 14-2022. Производство драгоценных металлов. ИТС 3-2019. Производство меди. ИТС 24-2017. Производство редких и редкоземельных металлов. ИТС 12-2019. Производство никеля и кобальта. ИТС 13-2020. Производство свинца, цинка и кадмия

№	Тема	Краткое содержание
1	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 11-2022. Производство алюминия	Справочник распространяется на следующие основные виды деятельности:- производство глинозема;- производство первичного алюминия;- производство анодов и анодной массы; - производство кремния; - литейное производство (производство товарной продукции из алюминия-сырца). Справочник также распространяется на процессы, связанные с основными видами деятельности, которые могут оказать влияние на объемы эмиссий или масштабы загрязнения окружающей среды:- производственные процессы;- методы предотвращения и сокращения эмиссий и образования отходов. Раздел 1. Общая информация о рассматриваемой отрасли промышленности. Раздел 2. Описание технологических процессов, применяемых в алюминиевой промышленности. Раздел 3. Текущие уровни потребления и эмиссии в окружающую среду. Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий. Раздел 5. Наилучшие доступные технологии. Раздел 6. Экономические аспекты реализации наилучших доступных технологий. Раздел 7. Перспективные технологии
2	Информационно-технический справочники по наилучшим доступным технологиям ИТС 14-2022. Производство драгоценных металлов.	Раздел 1. общая характеристика производства цветных металлов. Раздел 2. Описание технологических процессов и методов, применяемых при производстве драгоценных металлов. Раздел. 3. Воздействие на окружающую среду. Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий. Раздел 5. Наилучшие доступные технологии. Раздел 6. Экономические аспекты реализации наилучших доступных технологий. Раздел 7. Перспективные технологии производства.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчеты в области НТД при производстве алюминия	6
2	Расчеты в области НТД при производстве	2

	драгоценных металлов	
--	----------------------	--

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	10
2	Проработка разделов теоретического материала	24

Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	6
2	Подготовка к практическим занятиям	8
3	Подготовка презентаций	16
4	Проработка разделов теоретического материала	10
5	Решение специальных задач	8
6	Тестирование по разделам дисциплин	8

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: тренинг, разбор конкретных ситуаций

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

Практические занятия предназначены для закрепления навыков решения практических технологических задач при рассмотрении наилучших доступных технологий в области металлургии.

За время, отведенное на подготовку к практическим занятиям, студент должен изучить материал по теме практического занятия и предварительно к нему подготовиться. При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо работать с источниками, указанными в списке рекомендуемой литературы, интернет-ресурсами, презентациями.

План занятий

1. Ознакомление с теоретическими аспектами темы, вынесенной на занятие.
2. Разбор конкретных примеров решения задач, обсуждение, выявление положительных и отрицательных аспектов обсуждаемой проблемы; решение задач по вариантам (по списку группы).
3. Формулировка предложений и рекомендаций.

При подготовке к практическому (семинарскому) занятию следует в первую очередь рассмотреть вопросы по теме занятия. При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать литературу, указанную преподавателем, в объеме изучаемой темы. Самостоятельное изучение разделов курса производится с использованием литературных источников и интернет-ресурсов.

Пример практического занятия на тему: «Расчеты в области НТД при производстве

алюминия» (тематика – «Производство глинозема»)

Краткие теоретические сведения

Глинозём является основным сырьём для электролитического получения алюминия.

Доминирующими являются щелочные способы получения глинозёма, которые в свою очередь, могут быть разделены на гидрохимические и термические. В гидрохимических способах оксид алюминия извлекают в раствор в виде щелочного алюмината при обработке руды раствором едкой щелочи. В термических способах оксид алюминия переводят в алюминат натрия (калия) спеканием с содой и известняком, известняк связывает оксид кремния в двухкальциевый силикат.

Наибольшее распространение из гидрохимических способов получил способ Байера, из термических - способ спекания. Способ Байера применяется при переработке высококачественных бокситов с низким содержанием кремнезёма. Способ спекания применяется к различным видам высококремнистого алюминиевого сырья.

Задание:

Рассчитать выход спёка на 1 т получаемого глинозема.

Дано:

На спекание поступает шихта следующего состава, % масс.:

Al_2O_3 – 11,3; Na_2O – 6,9; SiO_2 – 17,3; CaO – 32,4; ППП – 26,4. Рассчитать состав спёка по компонентам и расход его на 1 т глинозёма. Выход глинозёма из спёка составляет 88%.

Решение:

При спекании выход спёка из шихты меньше на величину потерь при прокаливании. Следовательно, из 100 кг шихты спёка получается $100 - 26,4 = 73,6$ кг.

Пересчитаем это количество в % масс., взяв количество спёка за 100%.

Получим следующий состав спёка по компонентам, % масс.:

Al_2O_3 – 15,3; Na_2O – 9,4; SiO_2 – 23,5; CaO – 44,0;

Из 100 кг спёка при выходе Al_2O_3 равном 88% получится глинозёма $15,3 \cdot 0,88 = 13,46$ кг

Ответ:

На 1 т глинозёма расход спёка составит:

$$P = 1 \times 100 / 15,3 \times 0,88 = 7,43 \text{ т}$$

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Обучающийся знакомится с РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы.

Критерии оценки качества выполнения задания на практическом занятии

Активная работа обучающегося на практическом занятии (анализ полученных в результате расчетов результатов, предложение путей изменения исходных данных для достижения правильности расчета, баланса и т.п.).

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

5.1.2.1 Выполнение контрольной работы

Цель работы

Приобрести опыт самостоятельной творческой деятельности, продемонстрировать способность к использованию творческого потенциала, повысить общекультурный уровень.

Задание на СРС

Данный вид СРС предполагает индивидуальное самостоятельное выполнение контрольной работы (теоретический вопрос и задача) по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемых литературы и информационных ресурсов.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов

После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы обучающийся должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду СРС (текст должен быть выполнен на ПК, на листах белой бумаги формата А4). Объем – 12-15 стр.

Рекомендации по выполнению задания

Обучающийся при выполнении данного вида СРС может пользоваться как рекомендуемыми основной и дополнительной литературой и информационными ресурсами, так и подбирать и использовать новые информационные источники по тематике теоретического вопроса (публикации в научных журналах - «Цветные металлы», «Металлург», «Известия вузов. Цветная металлургия» и др.), в материалах международных и всероссийских конференций, конгрессов (например, материалы Конгресса «Цветные металлы и минералы», г. Красноярск).

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Во время установочной сессии обучающийся выбирает одну из предложенных тем для выполнения контрольной работы. Обучающийся выбирает тематику «Наилучшая доступная технология» в той области металлургии, в которой специализируется и планирует выполнять выпускную квалификационную работу. И вариант для решения задачи.

Критерии оценки качества выполнения данного вида СРС

Полнота раскрытия темы теоретического вопроса и правильность решения задачи; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

5.1.2.2 Тестирование по разделам дисциплин

Целью подготовки к текущему контролю знаний (тестированию) является закрепление знаний по разделу «Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 11-2022. Производство алюминия».

Для текущего контроля знаний обучающихся по данной дисциплине предусмотрен тест. При подготовке к тесту обучающемуся необходимо проработать теоретический материал дисциплины.

Задание на СРС

При подготовке к тестированию самостоятельно изучить теоретический материал с помощью основной и дополнительной литературы и информационных ресурсов и прочитать конспект лекционного материала.

Рекомендации по выполнению заданий

Для успешного выполнения тестирования обучающемуся рекомендуется воспользоваться конспектом лекций и закрепить теоретические сведения изучением дополнительной литературы.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Подготовка к тестированию проводится после освоения материала раздела, для которого предусмотрен тест.

Критерии оценки качества выполнения данного вида СРС

Правильность ответов на вопросы теста – более 50%.

5.1.2.3 Подготовка к практическим занятиям

Цель

Формирование в ходе занятий компетенций, развитие навыков металлургических расчетов.

Задание на СРС

Изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего практического занятия.

Рекомендации к выполнению задания

При подготовке к практическому (семинарскому) занятию следует в первую очередь рассмотреть вопросы по теме занятия. При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать литературу, указанную преподавателем, в объеме изучаемой темы. Самостоятельное изучение разделов курса производится с использованием литературных источников и интернет-ресурсов.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Обучающийся знакомится с РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы

Активная работа обучающегося на практическом занятии (анализ полученных в результате расчетов результатов, предложение путей изменения исходных данных для достижения правильности расчета, баланса и т.п.).

5.1.2.4 Решение специальных задач

Цель

Проверить усвоение методики расчетов (балансов, расхода реагентов и т.п.) как способность выполнять необходимые расчеты в процессах – наилучших доступных технологий в металлургии.

Задание на СРС

Обучающийся после практических занятий по тематике задач самостоятельно решает свой вариант задачи и сдает преподавателю на проверку.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов

Задача решается по отдельности, оформляется как обычный текстовый документ в рукописной или компьютерной форме.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Самостоятельно выполненные задачи (по отдельным темам) сдаются преподавателю на проверку после разбора ее темы на практическом занятии или самостоятельной проработки.

Критерии оценки качества выполнения работы

Правильное решение задачи (схождение баланса и т.п.)

5.1.2.5 Подготовка к зачету

Цель

Проверка сформированности компетенций в период изучения дисциплины.

Задание на СРС.

Обучающийся получает для подготовки перечень вопросов к зачету по тематике дисциплины с учетом проверки сформированности компетенций.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов

Зачет проводится в виде устного собеседования по вопросам, вынесенным на зачет.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Подготовка к зачету осуществляется на зачетной неделе.

Критерии оценки качества выполнения работы

Зачет по дисциплине - полные ответы на вопросы.

5.1.2.6 Подготовка презентации (как результат проработки разделов теоретического материала)

По разделам дисциплины №2 «Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 11-2022. Производство алюминия» и №3 «Информационно-

технический справочники по наилучшим доступным технологиям ИТС 14-2022. Производство драгоценных металлов» обучающиеся готовят презентацию по выбранной теме (допускается подготовка 1 презентации двумя-четырьмя обучающимися).

Примерная тематика для презентации:

1. НТД при производстве глинозема.
2. НТД при литье изделий из алюминия.
3. «ЭкоСодерберг».
4. Воздействие на окружающую среду при производстве драгоценных металлов.
5. Обращение с отходами, полупродуктами и оборотными материалами при производстве драгоценных металлов.

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 учебный год 4 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Обучающиеся самостоятельно выполняют контрольную работу, которую сдают в начале сессии на 5-ом курсе.

Контрольная работа состоит из 2-х частей (по вариантам согласно порядковому номеру из списка студентов группы):

- 1 часть – теоретический вопрос.
- 2 часть - решение задачи.

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы теоретического вопроса и правильность решения задачи; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

6.1.2 учебный год 5 | Доклад

Описание процедуры.

Доклад (по презентации) . Обучающийся делает доклад по презентации (не более 5 мин., 7-10 слайдов), подготовленной в редакторе Power Point по тематике раздела. Допускается подготовка 1 презентации и доклада двумя-четырьмя обучающимися.

Примерная тематика для презентации:

1. НТД при производстве глинозема.
2. НТД при литье изделий из алюминия.
3. «ЭкоСодерберг».

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия вопроса, качество презентации (оформление, информативность), ответы на вопросы аудитории при докладе.

6.1.3 учебный год 5 | Тест

- а) 4,1 т нефелинового концентрата + 6,5 т известняка = 6,2 т спека
- б) 4,1 т нефелинового концентрата + 6,5 т известняка = 10,6 т спека
- в) 4,1 т нефелинового концентрата + 20,5 т известняка = 6,2 т спека

4. Найти неточность среди предлагаемых путей снижения расхода Al_2O_3 (из ИТС 11-2022):

- а) снижение потерь при транспортировке
- б) снижение потерь при загрузке в электролизеры
- в) снижение до оптимальных значений рабочего напряжения на ванне

5. Найти неточность среди предлагаемых путей снижения расхода фторидов (из ИТС 11-2022):

- а) повышение качества сырья
- б) понижение температуры электролита
- в) снижение до оптимальных значений рабочего напряжения на ванне

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Понятие «наилучшая доступная технология», привести примеры
2. Основные задачи бюро НТД, назвать этапы внедрения НТД.
3. Разбор конкретной ситуации: основные экологические проблемы при производстве глинозема.
4. Разбор конкретной ситуации: основные экологические проблемы при производстве первичного алюминия.
5. Разбор конкретной ситуации: основные экологические проблемы при производстве обожженных анодов.
6. Разбор конкретной ситуации: основные экологические проблемы при производстве анодной массы.
7. Разбор конкретной ситуации: основные экологические проблемы при литейном производстве.
8. Разбор конкретной ситуации: основные экологические проблемы при производстве кремния
9. Разбор конкретной ситуации: основные экологические проблемы при производстве драгоценных металлов.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Способен предлагать пути улучшения методов получения металлов (сплавов) с учетом требований технологии, качества конечной продукции и охраны окружающей среды на основе наилучших доступных технологий	Не способен предлагать пути улучшения методов получения металлов (сплавов) с учетом требований технологии, качества конечной продукции и охраны окружающей среды на основе наилучших доступных технологий

7 Основная учебная литература

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

2. Справочник металлурга по цветным металлам. Производство алюминия / А. А. Костюков [и др.], 1971. - 560.

3. Воскобойников В. Г. Общая металлургия : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев, 2005. - 764.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Масленицкий И. Н. Металлургия благородных металлов : учебник / И. Н. Масленицкий, Л. В. Чугаев, 1972. - 367.

2. Котляр. Металлургия благородных металлов [Текст] : учебник для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" : в 2 кн. Кн. 1, 2005. - 431.

3. Котляр. Металлургия благородных металлов [Текст] : учебник для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" : в 2 кн. Кн. 2, 2005. - 391.

4. Благородные металлы : справочник / Под ред. Е. М. Савицкого, 1984. - 592.

5. Ойкс Г. Н. Производство стали: (Расчеты) : учеб. пособие / Г. Н. Ойкс, Х. М. Иоффе; Ред. Г. Н. Ойкс, 1975. - 480.

6. Курс лекций по дисциплине "Наилучшие доступные технологии /зеленые технологии/" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т недропользования, Каф. пром. экологии и безопасности жизнедеятельности, 2015. - 40.

7. Справочник металлурга. Производство алюминия и сплавов на его основе / И.С. Гринберг [и др.], 2005. - 691.

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. Мультимедиа-проектор Acer XD1150 ADV.DLP.ZOOM.SVGA800*600