

**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  
Протокол №09 от 09 февраля 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ»**

---

Направление: 22.03.02 Metallургия

---

Металлургия цветных, редких и благородных металлов

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой электронной подписью  
Составитель программы: Немчинова Нина Владимировна  
Дата подписания: 30.04.2026

Документ подписан простой электронной подписью  
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина Владимировна  
Дата подписания: 30.04.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 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	<b>Знать</b> понятие «наилучшие доступные технологии» <b>Уметь</b> анализировать наилучшие доступные технологии в металлургии с целью возможности их внедрения в производство <b>Владеть</b> 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», «Металлургия вторичных металлов», «Металлургические технологии», «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	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	32	32
лекции	16	16
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч.	76	76

курсовое проектирование)		
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 7

№ 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 НДТ. Области применения НТД в металлургии. Отраслевые справочные документы (международные)	1	4					2, 3, 5	40	Реферат
2	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 11-2022. Производство алюминия	2	6			1	4	1, 4	8	Доклад
3	Информационно-технический справочники по наилучшим доступным технологиям ИТС 14-2022. Производство драгоценных металлов.	3	2					1	4	Тест
4	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 26-2022. Производство	4	2			2	2	4	2	Решение задач

	чугуна, стали и ферросплавов.									
5	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 3-2019. Производство меди.					3	4	4, 6	10	Решение задач
6	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 24-2020. Производство редких и редкоземельных металлов	5	2					4	2	Доклад
7	ИТС 12-2019. Производство никеля и кобальта. ИТС 13-2020. Производство свинца, цинка и кадмия					4, 5	6	4, 6	10	Решение задач
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				16		76	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Понятие "Наилучшие доступные технологии". Нормативная база. Этапы внедрения НДТ. Области применения НТД в металлургии. Отраслевые справочные документы (международные)	Наилучшая доступная технология (НДТ) представляет собой технологию 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. Нормативные документы: Постановление Правительства Российской Федерации от 23.12.2014 № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям и др. Основные задачи Бюро НТД: - подготовка предложений по кандидатурам для включения в

		<p>состав рабочих групп; руководство деятельностью рабочих групп; установление сроков и этапов работ, выполняемых рабочими группами; разработка унифицированных шаблонов; организация публичных обсуждений проекта справочника на официальном сайте уполномоченного органа в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"; организация экспертизы в Техническом комитете на предмет соответствия проекта справочника требованиям, установленным к его содержанию и структуре в документах национальной системы стандартизации; представление проекта справочника в уполномоченный орган; создание и обеспечение работы информационных систем, необходимых для определения технологических процессов, оборудования, технических способов, методов в качестве наилучшей доступной технологии, а также для разработки и актуализации справочников, в рамках которых осуществляется обмен информацией между уполномоченным органом, Бюро НДТ, членами рабочей группы, секретариатом рабочей группы и руководителем секретариата рабочей группы.</p> <p>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. Срок реализации программ, льготы и санкции. 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</p> <p>Отраслевые справочные документы (международные)</p>
2	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным	Справочник распространяется на следующие основные виды деятельности:- производство глинозема;- производство первичного алюминия;- производство анодов и анодной массы;- литейное

	технологиям ИТС 11-2022. Производство алюминия	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
3	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	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 26-2022. Производство чугуна, стали и ферросплавов.	Раздел 1. Общая информация о состоянии и развитии технологий производства чугуна, стали и ферросплавов. Раздел 2. Основные технологические процессы, применяемые для производства чугуна, стали и ферросплавов. Раздел 3. Текущие уровни эмиссий и потребление ресурсов. Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий. Раздел 5. Наилучшие доступные технологии. Раздел 6. Экономические аспекты реализации НДТ. Раздел 7. Перспективные технологии в производстве чугуна, стали и ферросплавов.
5	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 3-2019. Производство меди.	Раздел 1. Общая информация о рассматриваемой отрасли промышленности. Раздел 2. Описание технологических процессов и методов, применяемых при производстве меди и ее сплавов из первичного и вторичного сырья. Раздел 3. Текущие уровни эмиссий и потребления ресурсов. Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий. Раздел 5. Наилучшие доступные

		технологии. Раздел 6. Экономические аспекты применения наилучших доступных технологий при производстве меди. Раздел 7. Перспективные технологии. Раздел 8. Производственный экологический контроль
6	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 24-2020. Производство редких и редкоземельных металлов	Раздел 1. Общая информация о редкометальной промышленности. Раздел 2. Процессы производства редких металлов. Раздел 3. Существующие уровни потребления ресурсов и выбросов в окружающую среду. Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий. Раздел 5. Наилучшие доступные технологии. Раздел 6. Перспективные технологии
7	ИТС 12-2019. Производство никеля и кобальта. ИТС 13-2020. Производство свинца, цинка и кадмия	Раздел 1. Мировое состояние никель-кобальтовой промышленности. Раздел 2. Основные технологические процессы и оборудование, применяемые в настоящее время при производстве никеля и кобальта в Российской Федерации. Текущие уровни эмиссий. Раздел 3. Определение наилучших доступных технологий. Раздел 4. Наилучшие доступные технологии. Раздел 5. Экономические аспекты применения наилучших доступных технологий при производстве никеля и кобальта. Раздел 6. Перспективные технологии при производстве никеля и кобальта. Раздел 1. Общая информация о рассматриваемой отрасли промышленности. Раздел 2. Процессы производства цинка, свинца и кадмия. Раздел 3. Существующие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду. Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий. Раздел 5. Наилучшие доступные технологии. Раздел 6. Перспективные технологии.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчеты в области НТД при производстве алюминия	4
2	Расчеты в области НТД при производстве чугуна, стали и ферросплавов	2
3	Расчеты в области НТД при производстве меди	4
4	Расчеты в области НТД при производстве никеля и кобальта	2

5	Расчеты в области НТД при производстве свинца, цинка и кадмия	4
---	---------------------------------------------------------------	---

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	8
2	Написание реферата	14
3	Подготовка к зачёту	6
4	Подготовка к практическим занятиям	16
5	Подготовка презентаций	20
6	Решение специальных задач	12

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 глинозёма.

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:

$P = 1 \times 100 / 15,3 \times 0,88 = 7,43$  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 Написание реферата

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 письменной работы (реферата) по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемых литературы и информационных ресурсов.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов

В начале семестра обучающийся выбирает одну из предложенных тем для написания реферата. 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). Допускается сдача реферата преподавателю в электронном виде. Объем реферата – 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 реферата (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

В начале семестра выдается задание на написание реферата. Обучающийся выбирает тематику «Наилучшая доступная технология» в той области металлургии, в которой специализируется и планирует выполнять выпускную квалификационную работу.

#### 5.1.2.2 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.

#### 5.1.2.3 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 в течение семестра 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.

#### 5.1.2.4 Выполнение тренировочных и обучающих тестов

Целью подготовки к текущему контролю знаний (тестированию) является закрепление знаний по разделам «Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 11-2022. Производство алюминия», «Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 14-2022. Производство драгоценных металлов».

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.

#### 5.1.2.5 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.

#### 5.1.2.6 Подготовка презентации

По разделам дисциплины «ИТС 11-2022. Производство алюминия», «ИТС 24-2020. Производство редких и редкоземельных металлов», «ИТС 12-2019. Производство никеля и кобальта», «ИТС 13-2020. Производство свинца, цинка и кадмия обучающиеся готовят презентацию по выбранной теме (допускается подготовка 1 презентации двумя-тремя 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 семестр 7 | Доклад**

##### **Описание процедуры.**

Доклад (по презентации)

Темы (разделы): по выбору обучающихся

.

Описание процедуры:

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-тремя обучающимися.

Вопросы для контроля:

Примерная тематика презентации приведена в п. 5.1.2.6.

### **Критерии оценивания.**

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

#### **6.1.2 семестр 7 | Тест**

##### **Описание процедуры.**

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

##### **Критерии оценивания.**

Правильность ответов на вопросы теста – более 50%.

#### **6.1.3 семестр 7 | Решение задач**

##### **Описание процедуры.**

По данной тематике разделов дисциплины обучающимся после разбора примера решения задачи на практическом занятии выдается индивидуальное задание (согласно варианту по списку в группе) для самостоятельного выполнения задания.

В конце семестра обучающийся сдает преподавателю выполненное задание.

##### **Критерии оценивания.**

Правильность решения задачи.

#### **6.1.4 семестр 7 | Реферат**

##### **Описание процедуры.**

Данный вид самостоятельной работы предполагает индивидуальное самостоятельное выполнение письменной работы (реферата) по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемых литературы и информационных ресурсов (как результат проработки разделов дисциплины). В начале семестра обучающийся выбирает одну из предложенных тем для написания реферата (согласно порядковому номеру в списке группы). После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра студент должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду самостоятельной работы в виде реферата (текст реферата должен быть выполнен с помощью ПК, на листах белой бумаги формата А4, оформление – согласно СТО.005-2020). Допускается сдача реферата преподавателю в электронном виде.

1. Основные экологические проблемы металлургической отрасли
2. Основные задачи Бюро НТД
3. Этапы внедрения НДТ
4. Справочные документы по наилучшим доступным технологиям (Reference Documents on Best Available Techniques).
5. Справочник по НДТ: Ferrous Metal Processing Industry (12.2001) - Обработка чёрных металлов
6. Справочник по НДТ: Iron and Steel Production (12.2001) - Производство чугуна и стали;
7. Справочник по НДТ: Non-Ferrous Metal Industries (12.2001) - Производство цветных

металлов

8. Справочник по НДТ: Smitheries and Foundries Industry (05.2005) - Кузнечное и литейное производство
9. Справочник по НДТ: Surface Treatment of Metals and Plastics (08.2006) - Обработка поверхности металлов и пластмасс
10. Справочник по НДТ: Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities (01.2009) - Обращение с «хвостами» и отработанной породой в горно-рудном производстве

### **Критерии оценивания.**

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

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

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

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ДК-1.3	Способен предлагать пути улучшения методов получения металлов (сплавов) с учетом требований технологии, качества конечной продукции и охраны окружающей среды на основе наилучших доступных технологий	Тестирование, разбор конкретной ситуации

### **6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации**

#### **6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине**

##### **6.2.2.1.1 Описание процедуры**

Зачет по дисциплине проводится в виде: 1 часть - тестирование; 2 часть – по вопросам к зачету - разбор конкретной ситуации (проблема (эколого-технологическая, получения качественной продукции и т.п.) в конкретном металлургическом процессе, предложение наилучшей доступной технологии для ее решения или снижения негативного воздействия на окружающую среду).

Пример задания:

Пример теста:

1. Найти область (материал), в которой не применяются Байеровские красные шламы:
  - а) Производство красок
  - б) Стекло
  - в) Керамическая плитка
  - г) Керамические клинкерные материалы

2. Соотнести название и формулу алюминийсодержащего минерала:

- |            |                                                                  |
|------------|------------------------------------------------------------------|
| 1. Гиббсит | а) $\text{Na}_3\text{AlF}_6$                                     |
| 2. Корунд  | б) $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  |
| 3. Берилл  | в) $\text{Al}(\text{OH})_3$                                      |
| 4. Криолит | г) $2\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ |
|            | д) $\text{Al}_2\text{O}_3$                                       |

3. При переработке нефелинового сырья найти правильное отношение исходных и конечных продуктов:

- 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  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (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

6. Выбрать регион России, имеющий минимальные запасы золота:

- А) Красноярский край
- Б) Карачаево-Черкесская Республика
- В) Иркутская область

7. Выбрать реагент, не используемый при аффинаже драгоценных металлов и, следовательно, не оказывающий негативное воздействие на окружающую среду (согласно ИТС):

- А) уксусная кислота
- Б) концентрированная азотная кислота
- В) концентрированная соляная кислота

8. Найти правильную фразу при описании технологического процесса аффинажа драгоценных металлов:

- А) переработка золотосодержащего сырья может включать гидрометаллургические стадии растворения лигатурных сплавов в уксусной кислоте
- Б) переработка золотосодержащего сырья может включать гидрометаллургические стадии растворения лигатурных сплавов в царской водке
- В) переработка золотосодержащего сырья может включать гидрометаллургические стадии растворения лигатурных сплавов в вольфрамовой кислоте

9. Какой средний удельный расход электроэнергии при производстве драгоценных металлов, кВт/кг:

- А) 7100
- Б) 0,071
- В) 7,1

10. Выбрать реагент, не используемый при аффинаже драгоценных металлов и, следовательно, не оказывающий негативное воздействие на окружающую среду (согласно

ИТС):

- А) лимонная кислота
- Б) концентрированная азотная кислота
- В) концентрированная соляная кислота

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 драгоценных металлов.
9. Разбор конкретной ситуации: основные экологические проблемы при производстве меди
10. Разбор конкретной ситуации: основные экологические проблемы при производстве чугуна, стали и ферросплавов.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

<b>Зачтено</b>	<b>Не зачтено</b>
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.
8. Комплексное устойчивое управление отходами. Металлургическая промышленность : учебное пособие для вузов по направлениям 05.03.06 – «Экология и природопользование» [и др.] / Н. В. Немчинова [и др.], 2016. - 493.

## **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. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08\_2007
2. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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