

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

«ЭКОЛОГИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Направление: 22.03.02 Metallургия

Электрометаллургия алюминия

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью
Составитель программы: Баранов Анатолий Никитич
Дата подписания: 08.05.2026

Документ подписан простой электронной подписью
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина Владимировна
Дата подписания: 08.05.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

1.1 Дисциплина «Экология алюминиевого производства» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-5 Способность применять принципы контроля качества, защиты окружающей среды, ресурсо- и/или энергосбережения в металлургическом производстве	ПКС-5.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-5.2	Применяет принципы защиты окружающей среды при производстве алюминия	Знать - способы оценки экологических рисков в производстве алюминия. Уметь - оценивать риски и определять меры по экологической безопасности на предприятиях, производящих первичный алюминий. Владеть - способами обеспечения экологической безопасности технологических процессов при производстве алюминия, сплавов, обожженных анодов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Экология алюминиевого производства» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Экологическая безопасность», «Металлургические технологии», «Металлургия легких металлов», «Наилучшие доступные технологии в металлургии», «Металлургия вторичных металлов», «Электрометаллургия алюминия и проектирование цехов электролиза»

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

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	40	40
лекции	20	20
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	20	20

Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	32	32
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 № 8

№ 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	Роль экологии в металлургии. Глобальные экологические проблемы.	1, 2, 3, 4	10			1	5	2, 3	18	Реферат
2	Экологические аспекты производства алюминия	5, 6, 7, 8	10			2, 3	15	1, 4	14	Творческое задание
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		20				20		32	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Роль экологии в металлургии. Глобальные экологические проблемы.	Прежде чем рассматривать экологические проблемы металлургического производства, логично изложить сущность собственно экологии и показать возрастающую роль экологизации металлургических производств в снижении уровня загрязнения окружающей среды. Под экологизацией производства в общем плане понимается учет возможных негативных последствий хозяйственной деятельности, при котором обеспечивалось бы включение всех видов взаимодействия с окружающей средой в естественные циклы круговорота веществ. Известно, что современное производство первичного алюминия сопровождается выбросами фтористых соединений, поэтому мы сочли необходимым в конце главы изложить исследования по временно пространственному распределению фторидов в зоне влияния

	<p>алюминиевых заводов. Глобальные экологические проблемы не имеют границ, они затрагивают интересы всего человечества Земли.</p> <p>Экологический кризис – стадия взаимодействия между обществом и природой, на которой обостряются противоречия между экономикой и экологией, экономическими интересами общества в потреблении и использовании природной среды и экологическими требованиями по охране окружающей среды. Основные экологические проблемы. Сокращение биологического разнообразия. Одна из причин исчезновения видов – сокращение мест обитания как следствие человеческой деятельности (вырубки лесов, распашка степей, строительство городов, расширение дорожных и других коммуникаций). Опустынивание – это разрушение экосистем до состояния, когда они теряют способность саморегулирования и самовосстановления. При этом растительность уничтожается, почва теряет плодородие. Исчезновение лесов. Вследствие бездумных действий человека в настоящее время практически уничтожены леса Европы и большинства центральных российских областей; велика угроза полного уничтожения лесов Бразилии, Мексики, Китая и других стран. Состояние приземного слоя воздуха в больших городских центрах характеризуется как неудовлетворительное. В атмосферном воздухе населенных пунктов содержатся диоксиды азота, углерода, серы; соединения свинца, кадмия, мышьяка, фенола; бензола, бензапирена и др. Современная деятельность человека вызывает загрязнение окружающей среды. Специальные мероприятия по охране и защите окружающей природной среды необходимы, когда ее качества не соответствуют нормативным требованиям, а экосистемы не компенсируют антропогенные нагрузки. Поэтому для принятия управленческих решений о природоохранной деятельности, прежде всего, нужна информация о фактическом состоянии природных объектов. Мониторинг – это система регулярных длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающих информацию о прошлом и настоящем состояниях окружающей среды, позволяющую прогнозировать будущее изменение ее параметров, имеющих особое значение для человечества. В зависимости от целей и объектов мониторинг наблюдения можно подразделить на санитарно-гигиенический, экологический и биосферный. Из-за воздействия</p>
--	--

		<p>человеческого фактора на природную среду, ту среду, в которой живет и проявляет себя человек, остро встал вопрос о регулировании ее качества. Нормирование качества окружающей природной среды представляет собой деятельность по установлению нормативов (показателей) предельно допустимых воздействий человека на нее. Качество окружающей природной среды зависит от состояния ее экологических систем, в которых постоянно и неизменно обеспечивается процесс обмена веществ и энергии и воспроизводится жизнь. Нормативы качества окружающей среды должны отражать требования к ней различных потребителей и обеспечивать сохранение экологического равновесия в природных экосистемах в пределах их саморегуляции. Нормативы предельно допустимых воздействий на человека. Нормирование химических показателей. ПДК – предельно допустимая концентрация химических веществ (норматив), других вредных веществ в окружающей среде, практически не влияющая на здоровье и не вызывающая неблагоприятных последствий у потомства, при постоянном контакте с этими веществами или при их воздействии за определенный промежуток времени. Нормирование загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны и населенных пунктов.</p>
2	Экологические аспекты производства алюминия	<p>Технология производства первичного алюминия путем электролитического выделения металла из криолит-глиноземного расплава сопровождается большими выделениями фтористых соединений. В связи с этим представляет интерес рассмотреть на примере крупнейшего в мире Братского алюминиевого завода (БрАЗ) распределение фтористых соединений в окружающей природной среде. БрАЗ находится в 8 км от Центрального района г. Братска. Санитарно-защитные зоны подразделяются на 5 классов по радиусу в зависимости от уровня загрязнения воздуха вблизи предприятий и его токсичности. Алюминиевые заводы имеют максимальные радиусы воздействия вредных эмиссий. Преобладающая территория СЗ3 ОАО «БрАЗ» представляет собой покрытую лесами площадь, относящихся к городским лесам г. Братска. Площадь СЗ3 составляет 3895 га, из них площадь лесов – 2642,5 га. По функциональному зонированию рекомендуется выделять следующие подзоны СЗ3: подзону «А» –при заводскую, где возможны максимальные концентрации вредных веществ относительно ПДК. Подзона «Б» – зона</p>

	<p>средних концентраций вредных веществ относительно ПДК. Зона «В» предназначена дочищать воздух и располагается непосредственно перед границей СЗЗ. Максимальное протяжение СЗЗ по преобладающему направлению ветра составляет 8 км. В процессе работы электролизера из него удаляется ряд вторичных продуктов в виде газа, пыли или твердых отходов. На каждую тонну электролитического алюминия выделяется около 4000 м³ только анодных газов (СО и СО₂), часть которых отсасывается через газоходы в систему газоочистки, а часть попадает через неплотности укрытий в атмосферу рабочей зоны, ухудшая санитарно-гигиенические условия в корпусе. Кроме того, работающий электролизер является источником большого количества тепла. Для удаления выделившихся газов и тепла требуются сравнительно большие объемы приточного воздуха, которые частично удаляются через фонарь в окружающую атмосферу, а частично – в систему газоочистки. Больше всего вентиляционного воздуха для удаления вредных газов и излишков тепла требуется в случае электролизеров с боковым токоподводом и меньше всего – в случае электролизеров с обожженными анодами. Количество же газоздушной смеси, направляемой в систему газоочистки, составляет от 16–19 тыс. нм³ (для электролизеров ВТ) до 240280 тыс. нм³ (для электролизеров БТ) на тонну произведенного алюминия. Как было сказано ранее, в процессе электролитического производства алюминия при сгорании анода и коксовании связующих анодной массы в процессе электролиза образуется СО, СО₂, SO₂, разнообразные смолистые вещества, а в результате разложения криолит-глиноземного расплава образуется фтористый водород. Вместе с этими газами уносится некоторое количество пыли криолита, глинозема, угля, фтористых солей. Часовое количество газов, отсасываемых от одной ванны, 1500 м³/час (при температуре – 150 °С) с содержанием пыли 500 мг/м³. С целью очистки этих газов в электролизных цехах алюминиевых заводов предусмотрены газоочистные установки: электрофильтры и пенные аппараты, суммарная степень очистки которых достигает порядка 96–98 %. Основное количество пыли и смолистых улавливается в электрофильтрах, HF и SO₂ поглощается содовым раствором в скрубберах или пенных аппаратах по реакциям. Пенные аппараты используются на газоочистках алюминиевых</p>
--	---

		заводов в качестве второй ступени и предназначены в основном для очистки газов колокольного отсоса от фтористого водорода. Одновременно в пенных аппаратах улавливается сернистый газ и производится доочистка газов от пыли, не уловленной в электрофильтрах. Очистка газов в пенном аппарате осуществляется за счет взаимодействия потоков газа и орошающего раствора на пенных решетках.
--	--	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Методика расчета экономического ущерба за выбросы вредных веществ в окружающую среду.	5
2	Расчет ущерба от загрязнения окружающей среды в производстве алюминия.	5
3	Расчет экономической эффективности от предлагаемых природоохранных мероприятий в производстве алюминия.	10

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)	6
2	Написание реферата	10
3	Подготовка к зачёту	8
4	Подготовка к практическим занятиям	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

1. Практические занятия предназначены для закрепления навыков решения практических технологических задач при рассмотрении экологических проблем в производстве

алюминия.

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: «Методика расчета экономического ущерба за выбросы вредных веществ в окружающую среду».

Занятие 1. Методика расчета экономического ущерба за выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Основой для экономического сравнения различных средозащитных мероприятий являются приведённые затраты:

$$З = С + Е_n * К,$$

где С – текущие затраты;

К – капитальные затраты;

Е_n – нормативный коэффициент.

Приведённые затраты, учитывающие экономический ущерб У от загрязнения, определяются как.

$$З = С + Е_n * К + У.$$

Значение приведённых затрат и ущербов позволяет провести технико-экономическое сравнение различных вариантов средозащитных мероприятий. Годовой экономический эффект Эг как разность приведённых затрат базовой и предлагаемого вариантов технического решения.

$$Эг = Зб - Зп,$$

где Зб – приведённые затраты базового варианта;

Зп – приведённые затраты предлагаемого варианта.

При равенстве затрат по базовому и предлагаемому варианту

$$Эг = Уб - Уп,$$

где Уб, Уп – ущерб по базовому и предлагаемому варианту. Рассмотрим методику расчета определения экономического ущерба.

Определение экономического ущерба от загрязнения окружающей среды.

Сумма ущерба У от загрязнения окружающей среды определяется:

$$У = У_{атм} + У_{воды} + У_{почвы},$$

где У_{атм}, У_{воды}, У_{почвы} – ущерб от загрязнения атмосферы, воды и почвы.

Согласно Методике определения предотвращенного экологического ущерба утвержденной Председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды от 30 ноября 1999 г., укрупнённая оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы и воды определяется:

$$У = Кп * Кр * М,$$

где Кп – константа включающая в себя норматив платы за выбросы одной тонны

загрязняющего вещества руб/т;

K_m – коэффициент учитывающая экологическую ситуацию района;

M – приведённая масса газового выброса из источника, усл.т/год.

Значение приведённой массы M годового выброса загрязнения в атмосферу из источника определяется:

$$M = S_{mi} / ПДК_i,$$

где: S_{mi} – масса годового выброса примеси i -го вида в атмосферу, т/год;

ПДК $_i$ – предельно допустимая концентрация i -го загрязняющего ингредиента.

Таким образом, расчет ущерба от загрязнения окружающей среды базируется на определении массы выбросов загрязняющего вещества и ПДК.

Пример практического занятия на тему: «Расчет ущерба от загрязнения окружающей среды в производстве алюминия».

Занятие 2. Рассчитать ущерб от загрязнения окружающей среды в производстве алюминия.

Рассмотрим принципиальную схему производства алюминия. При производстве 100 т/час алюминия образуется 0,9677 т. диоксида серы, 1,209 т. газообразного фтористого водорода и 0,61 т. твердых фторидов. Расчет ущерба $У$ определяется по формуле:

$$У = K_p * K_r * M,$$

$$S_{mi} = MSO_2 + MHF + MNaF = 0,9677 * 24 * 365 + 1,209 * 24 * 365 + 0,61 * 24 * 365$$

Выбираем ПДК $_i$ и подставляя в формулу получаем

$$M = S_{mi} / ПДК_i = 8470,92 / 0,05 + 10590 / 0,02 + 5343,6 / 0,05 = 805790,4 \text{ т/год}$$

Рассчитывается норматив платы :

$$K_{np} = П * ПДК = 2$$

K_r для Восточно-Сибирского района равен 1,4. Таким образом ущерб составит:

$$У = K_p * K_r * M = 2 * 1,4 * 805790,4 = 2\,256\,213 \text{ руб/год в ценах 2024 г.}$$

Для расчета на текущий год необходимо умножить на коэффициент инфляции за эти годы. Норматив платы K_p связан с ПДК уравнением

$$НП = 2 / ПДК,$$

где 2 – K_p коэффициент норматива платы в ценах 2024 г.

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:

1. Подготовка к практическим занятиям

Цель

Формирование в ходе занятий компетенций, развитие навыков металлургических расчетов на тему решения экологических вопросов.

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.).

2. Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)

В данном виде СРС по дисциплине "Экология алюминиевого производства" предполагается провести анализ научных публикаций (статей, авторефератов диссертаций, патентов и т.п.) по теме " Экологические аспекты производства алюминия". Обучающийся должен высказать свое мнение об экологической проблеме, указанной в изучаемых научных трудах, ответить письменно на вопросы.

Пример задания после ознакомления с диссертацией (авторефератом диссертации):

- сформулировать своими словами проблему, над которой работал автор;
- высказать мнение о результатах решения данной экологической проблемы.

3. 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.

4. Написание реферата

Цель

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

Задание на СРС

В начале семестра обучающийся выбирает одну из предложенных тем для написания реферата. Данный вид СРС предполагает индивидуальное выполнение письменной работы (реферата) по предложенной тематике с использованием рекомендуемых литературы и информационных ресурсов.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов. После самостоятельного изучения литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду СРС в виде реферата.

Рекомендации по выполнению задания. Обучающийся при выполнении данного вида СРС может пользоваться как рекомендуемой литературой и информационными ресурсами, так и подбирать и использовать новые информационные источники по тематике реферата.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС. В начале семестра выдается

задание на написание реферата.

Контроль за выполнением СРС: реферат.

Примерная тематика рефератов:

1. Причины изменения глобального климата.
2. Окружающая среда и здоровье человека.
3. Оценка воздействия предприятия на окружающую среду.
4. Концепция устойчивого развития.
5. Экологический кризис в России.
6. Киотский протокол о сокращении выбросов парниковых газов.
7. Экологический контроль и экологическая экспертиза.
8. Причины загрязнения атмосферы.
9. Причины загрязнения гидросферы.
10. Отходы производства и потребления, причины их образования и пути уменьшения.
11. Альтернативные источники энергии.
12. Экологическая проблема народонаселения (демографическая проблема).
13. Экологические кризисы в истории цивилизации.
14. Экологическое сознание.
15. Глобальные экологические проблемы современности.
16. Экологический аудит.
17. Экологическое страхование.
18. Разработка технических мероприятий в производстве металлов, направленных на сокращение уровня загрязнения окружающей среды.

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 8 | Творческое задание

Описание процедуры.

Обучающийся проводит обзор научных статей, патентов и/или диссертаций/авторефератов диссертаций по тематике «Экологические аспекты производства алюминия».

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы.

6.1.2 семестр 8 | 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 объемом не более 10 стр. и оформленный в соответствии с СТО.005-2020. 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). Вопросы для контроля: собеседование по тематике реферата.

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

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-5.2	Демонстрирует способность применять принципы защиты окружающей среды при производстве алюминия	Устное собеседование по вопросам к зачету

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет по дисциплине проводится в виде устного собеседования по вопросам к зачету.

Пример задания:

Перечень вопросов к зачету:

1. Токсичное воздействие на человека ионов цветных металлов.
2. Воздействие цветных металлов на животный и растительный мир.
3. Принцип нормального и ненормального распределения тяжелых металлов в растениях и животных.
4. Третичная миграция цветных металлов в результате жизнедеятельности человека.
5. Характеристика токсичного действия цветных металлов.
6. Создание замкнутых циклов на промышленных предприятиях.
7. Нормирование примесей атмосферы.
8. Нормирование качества воды в водоемах.
9. Законодательная база в области охраны окружающей среды металлургическими предприятиями.
10. Пути снижения вредных выбросов в производстве первичного алюминия.
11. Экологические проблемы вторичной переработки отходов цветных металлов.
12. Методы очистки выбросов при вторичной переработке алюминиевых отходов.
13. Сухая очистка газовых выбросов от твердых частиц (циклоны, электрофильтры, фильтры).
14. Мокрые пылеуловители (скруббера, пенные пылеуловители, туманоуловители).
15. Назначение цехов производства фтористых солей на алюминиевых заводах.

16. Получение вторичного криолита из отходов алюминиевого производства.
17. Конструкция устройство и принцип действия электрофильтров.
18. Назначение устройство и работа пенных аппаратов.
19. Получение регенерированного криолита.
20. Осветление растворов газоочистки, сгущение, фильтрация и сушка криолита.
21. Флотация угольной пены и получение флотационного криолита.
22. Физико-химические методы очистки сточных вод металлургических предприятий.
23. Обезвреживание цианосодержащих отходов металлургических производств.
24. Инженерные методы защиты окружающей среды от техногенных воздействий металлургического производства.
25. Ресурсосберегающие технологии в металлургии.
26. Расчет ущерба от загрязнения атмосферы.
27. Расчет ущерба от загрязнения водоемов.
28. Расчет ущерба от загрязнения окружающей среды твердыми отходами.
29. Определение экологической эффективности от проведенных средозащитных мероприятия на металлургических предприятиях.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Применяет принципы защиты окружающей среды, ресурсосбережения в металлургическом производстве, при выборе и реализации технологии получения алюминия электролитическим способом и(или) производства обожженных анодов и(или) литья	Не применяет принципы защиты окружающей среды, ресурсосбережения в металлургическом производстве, при выборе и реализации технологии получения алюминия электролитическим способом и(или) производства обожженных анодов и(или) литья

7 Основная учебная литература

1. Баранов А. Н. Экологические проблемы металлургического производства : учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов" / А. Н. Баранов, Л. В. Гавриленко, Н. И. Янченко, 2007. - 207.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Промышленная экология и безопасность труда / Под ред. С. В. Белова, 1988. - 136.
2. Тимофеева С. С. Современное естествознание, экология и безопасность жизнедеятельности для гуманитариев : учеб.-метод. пособие для межвуз. использования на гуманитар. специальностях ун-тов / С. С. Тимофеева, С. А. Медведева, 2000. - 95.
3. Гринберг И. С. Экология и безопасность в производстве алюминия / И. С. Гринберг, 2006. - 312.
4. Экология и безопасность : коллективная научная монография / Т. М. Архангельская, Н. Н. Баранов, В. К. Войников [и др.]; под ред. Д. В. Елисеева, 2013. - 131.

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. Проектор EPSON EB