

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 МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Направление: 22.03.02 Metallургия

Металлургия цветных, редких и благородных металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

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 металлургического производства» 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-1.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ДК-1.1	Демонстрирует способность предлагать пути решения экологических проблем металлургического производства	Знать – способы оценки экологических рисков в производстве металлов Уметь – оценивать риски и определять меры по экологической безопасности на металлургических Владеть – способами обеспечения экологической безопасности металлургических

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Экология металлургического производства» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Экологическая безопасность», «Металлургические технологии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика», «Металлургия благородных металлов», «Металлургия легких металлов», «Металлургия редких металлов», «Металлургия тяжелых цветных металлов», «Производство алюминия и магния и проектирование цехов», «Производство благородных металлов и проектирование цехов»

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 № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	14	2	12
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 № 3

№ 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	1	2					1, 2	34	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

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	Экологические принципы использования природных ресурсов и мониторинга окружающей среды.	1, 2	4			1, 2, 3	8	1, 2, 3, 4	56	Решение задач
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		4				8		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Роль экологии в металлургии	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 алюминиевых заводов.
--	--	--

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Экологические принципы использования природных ресурсов и мониторинга окружающей среды.	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

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Методика расчета экономического ущерба за выбросы вредных веществ в окружающую среду	2

2	Расчет ущерба от загрязнения окружающей среды в производстве алюминия	2
3	Расчет экономической эффективности от предлагаемых природоохранных мероприятий в производстве алюминия и на золотоизвлекательных фабриках	4

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

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

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	4
2	Подготовка к практическим занятиям	8
3	Проработка разделов теоретического материала	36
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

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

Км – коэффициент учитывающая экологическую ситуацию района;

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

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

$$М = S_{mi} / ПДК_i,$$

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:

$$У = K_{п} * K_{р} * M,$$

$$M_{\text{ми}} = MSO_2 + MNF + MNaF = 0,9677 * 24 * 365 + 1,209 * 24 * 365 + 0,61 * 24 * 365$$

Выбираем ПДК_и и подставляя в формулу получаем

$$M = M_{\text{ми}} / \text{ПДК}_{\text{и}} = 8470,92 / 0,05 + 10590 / 0,02 + 5343,6 / 0,05 = 805790,4 \text{ т/год}$$

Рассчитывается норматив платы :

$$K_{\text{нп}} = П * \text{ПДК} = 2$$

$K_{р}$ для Восточно-Сибирского района равен 1,4. Таким образом ущерб составит:

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

Для расчета на текущий год необходимо умножить на коэффициент инфляции за эти годы. Норматив платы $K_{п}$ связан с ПДК уравнением

$$\text{НП} = 2 / \text{ПДК},$$

где 2 – $K_{п}$ коэффициент норматива платы в ценах 2024 г.

Пример практического занятия на тему: «Расчет экономической эффективности от предлагаемых природоохранных мероприятий в производстве алюминия и на золотоизвлекательных фабриках».

Занятие 3. Расчет ущерба от загрязнения окружающей среды при извлечении золота.

Расчет проводится аналогичным способом как и для производства алюминия.

Рассматривается технология производства золота на золотоизвлекательной фабрике.

Определяются масса загрязняющих веществ и платежи за загрязнение окружающей среды.

Пример: Содержание цианида в хвостах золотоизвлекательной фабрики 193 мг/л. На 1 тонны руды образуется 1 МЗ пульпы при Т/Ж=1/1. Таким образом на тонну руды выбрасывается 193 г. цианида. При годовой производительности 100 000 т /год, масса цианида составит 19,3 т/год. Норматив платы за 1 т. цианида составляет 5510 руб. Таким образом, платежи за загрязнение окружающей среды цианидами золотоизвлекательной фабрики производительностью 100000 т/год составят $19,3 * 5510 = 106343$ руб. в год при условии, что они не обезвреживаются.

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. 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 (подготовка ответа на теоретический вопрос) 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, оформление – согласно СТО 005-2020.

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», «Экология и промышленность России», «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 теоретического вопроса согласно варианту из списка группы.

Критерии оценки качества выполнения данного вида СРС

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

Примерная тематика теоретического вопроса:

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.

2. 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.).

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. Решение специальных задач

Цель

Проверить усвоение методики расчетов (балансов, экономического ущерба и т.п.) как способность выполнять необходимые расчеты в металлургических процессах.

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

5. Проработка разделов теоретического материала

Задание на СРС

Изучить основную и дополнительную литературу по разделам дисциплины.

Рекомендации к выполнению задания

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 указаны темы, разделы дисциплины, рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы

Полнота ответов на вопросы на последующем зачете.

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 3 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Обучающиеся самостоятельно выполняют контрольную работу, которую сдают в начале сессии на 4-ом курсе.

Контрольная работа состоит из теоретического вопроса.

Критерии оценивания.

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

6.1.2 учебный год 4 | Решение задач

Описание процедуры.

По данной тематике обучающимся выдается шаблон задачи и индивидуальное задание (согласно варианту по списку в группе) для самостоятельного решения.

В конце семестра обучающийся сдает преподавателю выполненное задание. Допускается сдача задания преподавателю в электронном виде.

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
ДК-1.1	Демонстрирует способность применять инженерные методы защиты окружающей среды от техногенных воздействий металлургического производства используя принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	Устное собеседование по вопросам к зачету

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, 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 предприятия.
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
Демонстрирует способность применять инженерные методы защиты окружающей среды от техногенных воздействий металлургического производства используя принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	Не демонстрирует способность применять инженерные методы защиты окружающей среды от техногенных воздействий металлургического производства используя принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды

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

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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