

**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

«ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Направление: 22.04.02 Metallургия

Совершенствование и оптимизация технологических процессов производства цветных металлов

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью
Составитель программы: Тютрин Андрей Александрович
Дата подписания: 04.05.2026

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 «Основы экологически чистого производства» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-8 Способен применять принципы рационального природопользования для энерго- и ресурсосбережения технологических процессов в металлургии	ПК-8.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-8.4	Применяет принципы рационального природопользования и ресурсосбережения при изучении методов переработки техногенных отходов металлургического производства и (или) организации экологически чистого производства в металлургии	Знать основные принципы экологически чистого производства Уметь определять коэффициент безотходности и осуществлять учет и нормирование нагрузки при организации безотходного и малоотходного производства Владеть критериями оценки малоотходных и безотходных технологий

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Основы экологически чистого производства» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Новые направления в металлургии кремния», «Новые направления в металлургии тяжелых цветных металлов», «Новые направления в металлургии легких металлов», «Прогрессивные технологии производства благородных металлов», «Современные проблемы металлургии»

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

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	30	30
лекции	20	20
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	10	10
Самостоятельная работа (в т.ч.	78	78

курсовое проектирование)		
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовая работа	Экзамен, Курсовая работа

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля	
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.		
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Определения и основные принципы экологически чистого производства	1, 2	4								Устный опрос
2	Безотходное производство с замкнутым циклом и устойчивое развитие	3, 4, 5	6			1, 2	4	4	6		Устный опрос
3	Материальные потоки и управление материальными потоками	6, 7, 8, 9	8			3	4	4	6		
4	Экологически ориентированное производство в металлургической промышленности	10	2			4	2	1, 2, 3	66		Реферат
	Промежуточная аттестация								36		Экзамен, Курсовая работа
	Всего		20				10		114		

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Определения и основные принципы экологически чистого производства	Управление окружающей средой и концепция устойчивого развития. Исторические аспекты природоохранной деятельности. Международные конвенции и соглашения, посвященные проблемам охраны окружающей природной среды. Устойчивое развитие
2	Безотходное	Проблемы производства. Причины возникновения

	производство с замкнутым циклом и устойчивое развитие	проблем. Пути решения проблем. Факторы, влияющие на увеличение загрязнений, поступающих в окружающую среду. Процесс перехода от замкнутого производства к устойчивому развитию. Управление отходами сегодня. Чистое производство. Фундаментальные основы замкнутого производства и устойчивого развития. Требования для устойчивой деятельности. Систематическая последовательность экономических операций. Управление отходами в устойчивой экономике. Замкнутое производство в будущем.
3	Материальные потоки и управление материальными потоками	Цели, задачи и типы управления материальными потоками. Экологическая цель управления массовыми потоками. Анализ массовых (материальных) потоков
4	Экологически ориентированное производство в металлургической промышленности	Экологические аспекты производства цветных металлов. Интегрированные методы комплексного использования отработанного сырья и отходов. Государственный контроль над размещением отходов и сточных вод. Обращение с отходами в химической промышленности. Обработка сточных вод в химической промышленности

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Оценка экологической опасности производства	2
2	Процесс перехода от замкнутого производства к устойчивому развитию	2
3	Анализ материальных потоков при управлении отходами	4
4	Современные и перспективные металлургические производства	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Итоговый тест	4
2	Написание курсового проекта (работы)	40
3	Написание реферата	22
4	Подготовка к практическим занятиям	12

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Основы экологически чистого производства : метод. указания для выполнения курсовой работы / сост. : А. А. Тютрин, Н. В. Немчинова, В. В. Сомов – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 17 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Основы экологически чистого производства : метод. указания по выполнению практических работ / сост. : А.А. Тютрин – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

5.1.3.1. Подготовка к практическим занятиям

Перед проведением практического занятия обучающемуся необходимо изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего занятия.

За время, отведенное на подготовку к практическим занятиям, обучающийся должен изучить материал по теме занятия и предварительно к нему подготовиться. Перечень заданий, вопросов или тем, которые будут рассмотрены на занятиях, сообщаются преподавателем и указаны в методических указаниях по практическим работам.

5.1.3.2. Написание реферата

В реферате обучающийся должен показать умение самостоятельно подбирать и анализировать материал по избранной теме. Темы работ обучающийся выбирает из перечня, представленного преподавателем.

Реферат должен быть написан самостоятельно, строго соответствовать поставленным вопросам, быть кратким, конкретным и содержать необходимые примеры.

Каждый раздел работы должен иметь заголовок в соответствии с планом. В конце работы помещается список использованной при написании работы литературы. Кроме рекомендуемой литературы, обучающийся может использовать дополнительную литературу и интернет – источники по своему усмотрению.

После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду самостоятельной работы в виде реферата (текст реферата должен быть выполнен на ПК, на листах белой бумаги формата А4).

Тематика рефератов

1. Интегрированное производство в химической промышленности.
2. Экологически ориентированное производство в текстильной промышленности.
3. Интегрированное лакокрасочное производство.
4. Интегрированное сельскохозяйственное производство.
5. Устойчивое производство энергии.
6. Трехединая концепция устойчивого развития.
7. Интегрированное производство тяжелых металлов.
8. Интегрированное производство алюминия.
9. Интегрированное производство кремния.
10. Интегрированное производство золота.

Критерии оценки качества выполнения данного вида СРС: Полнота раскрытия темы, предлагаемой для написания реферата; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

5.1.3.3. Итоговый тест

Целью подготовки к итоговому тестированию является закрепление знаний по разделам. Тест выполняется при промежуточной аттестации. Для успешного выполнения тестирования обучающемуся рекомендуется воспользоваться конспектом лекций и закрепить теоретические сведения изучением дополнительной литературы.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Реферат

Описание процедуры.

Описание процедуры:

После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду СРС в виде реферата (текст реферата должен быть выполнен на ПК, на листах белой бумаги формата А4).

Вопросы для контроля:

Примерная тематика реферата приведена в п. 5.1.3.2.

Критерии оценивания.

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

6.1.2 семестр 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Описание процедуры:

После прохождения темы обучающийся отвечает на контрольные вопросы.

Вопросы для контроля:

По теме «Определения и основные принципы экологически чистого производства»

1. Какие этапы становления проблемы охраны и оздоровления окружающей человека среды?
2. Что такое принцип «end-of-pipe»?
3. Глобальные проблемы «Устойчивого развития».
4. Какие условия должны быть выполнены для устойчивого развития?
5. Что такое устойчивое развитие?
 1. Что такое интегрированное и безотходное производства?
 2. Причины возникновения проблем.
 3. Факторы, влияющие на увеличение загрязнений, поступающих в окружающую среду.
 4. Что такое «экологический рюкзак продукта»?
 5. Основные пути минимизации воздействия на окружающую среду.

Критерии оценивания.

Текущий контроль считается пройденным при правильных ответах на вопросы более 50%.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-8.4	Демонстрирует сформированные и систематические знания об экологически чистом производстве, способен анализировать и оценивать фактическую и потенциальную экологическую опасность производства. Владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач в области организации экологически чистого производства	Устное собеседование по вопросам экзаменационного билета. Защита курсовой работы

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен состоит из двух частей: первая часть проводится в форме теста, вторая – устного опроса по вопросам с предварительной подготовкой. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета. Критерии оценки ответа обучающегося на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения обучающихся до начала экзамена. Результат экзамена объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося. Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний и освоения компетенция обучающихся.

Тест:

1. Продолжите фразу:

«Экологический контроль – система мер, направленная на...»

2. Верно ли утверждение?

Сертификация может быть обязательной или добровольной.

А) да;

Б) нет.

3. Выберите правильный ответ:

«Объектами экологического аудирования являются...»

А) готовая продукция;

Б) основные системы размещения и удаления отходов;
 В) используемое сырье, материалы, реагенты, в том числе содержащие приоритетные загрязняющие вещества;

Г) все предыдущие варианты ответы правильные

4. Соотнесите цифры и буквы (одной цифре соответствует 2 буквы):

«Выгоды, получаемые предприятиями от экологически чистого производства»

1) В сфере охраны окружающей среды:

2) В сфере охраны труда:

3) В сфере экономики:

А. сокращение платежей за выбросы, сбросы и образующиеся отходы;

Б. снижение ресурсоемкости производства;

В. уменьшение риска для здоровья населения;

Г. Улучшение условий труда на рабочем месте и повышение его экологической безопасности;

Д. уменьшение транспортных расходов;

Е. рост прибыли предприятия.

5. Выберите правильный ответ:

«Проблемные переделы с экологической точки зрения...»

А. Производство кокса

Б. Вырубка лесов

Г. Падение цен на металл.

Вопросы к экзамену:

1. Основные принципы на которых базируется экологически чистое производство
2. Критерии и входящие в них показатели экологической безопасности промышленно развитого региона
3. Главные направления экологизации при переходе к экологически чистым производствам
4. Способы улучшения экологической обстановки в зоне влияния металлургических предприятий
5. Факторы, влияющие на загрязнение продуктов и отходов на металлургических предприятиях
6. Характерные типы загрязнения для металлургии
7. Наиболее распространенный способ оценки экологической опасности
8. Основные действия и мероприятия технико-технологического характера при создании экологически чистого предприятия
9. Действия и мероприятия по минимизации отходов предприятия
10. Понятие «косвенный экологический эффект»

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует сформированные и систематические знания об экологически чистом производстве, способен анализировать и	Демонстрирует хорошие знания об экологически чистом производстве, не в полной мере способен анализировать и оценивать	Демонстрирует слабые знания об экологически чистом производстве, слабо способен анализировать и оценивать фактическую и	Не демонстрирует сформированные об экологически чистом производстве, не способен анализировать и оценивать фактическую и потенциальную

оценивать фактическую и потенциальную экологическую опасность производства	фактическую и потенциальную экологическую опасность производства	потенциальную экологическую опасность производства	экологическую опасность производства
--	--	--	--------------------------------------

6.2.2.2 Семестр 4, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Необходимо выполнить расчетную курсовую работу (по вариантам) и ответить на контрольные вопросы при ее защите.

Задания и пример расчета приведены в методических указаниях (см. п. 5.1.1).

Пример вопросов к защите курсовой работы:

1. На каком предприятии (промышленном или торговом) будут сложные материальные потоки.
2. Что подразумевается под понятием экологически чистое металлургическое производство.
3. Меры для защиты окружающей среды на производстве.
4. Что такое экологический рюкзак производства?
5. Что включает экологическая безопасность алюминиевого производства?
6. Как рассчитать размер платы за размещение отходов в пределах установленных природопользователю лимитов
7. Как рассчитать размер платы за сверхлимитное размещение токсичных и нетоксичных отходов

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач в области организации экологически чистого производства	Владеет, но не в полной мере, разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач в области организации экологически чистого производства	Слабо владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач в области организации экологически чистого производства	Не владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач в области организации экологически чистого производства

7 Основная учебная литература

1. Тютрин А. А. Переработка отходов металлургического производства : учебное пособие / А. А. Тютрин, Н. В. Немчинова, 2017. - 77.

2. Старостина В. Ю. Экологически ориентированное производство и продукция : учебное пособие / В. Ю. Старостина, 2009. - 132.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Зелинская Е. В. Теория и практика управления опасными отходами на производстве : учебное пособие / Е. В. Зелинская, Н. И. Альберг, 2009. - 140.

2. Российско-европейский мост экологического образования : сборник материалов об итогах реализации международного образовательного проекта по программе Европейской Комиссии Tempus IV "Разработка курсов повышения квалификации "Комплексное устойчивое управление отходами" для сотрудников промышленных предприятий и госслужащих регионов Сибири" / проект "TIWaSIC", 2016. - 59 с., включ. обл.

3. Лотош В. Е. Экология природопользования / В. Е. Лотош, 2000. - 540.

4. Гринберг И. С. Экология и безопасность в производстве алюминия / И. С. Гринберг, 2006. - 312.

5. Янченко Н. И. Управление экологической безопасностью производства алюминия на основе распределения компонентов выбросов в атмосферных выпадениях : монография / Н. И. Янченко, А. Н. Баранов, 2012. - 156.

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. Проектор EPSON EB
2. Экран Projecta SlimScreen настенный