

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова (136)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 12 февраля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

Направление: 22.03.02 Металлургия

Электрометаллургия алюминия

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Григорьева Ольга Юрьевна
Дата подписания: 18.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 19.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 19.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

1.1 Дисциплина «Углеродные материалы» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Готовность использовать в профессиональной деятельности основные знания термодинамики, химической кинетики, электрохимии, а также знания о строении алюминиевых сплавов	ПКС-1.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-1.1	Использует основные знания в области электрохимии расплавленных солей/ свойств углеродных материалов, используемых при производстве алюминия, а также технологии их производства /строения и свойств сплавов на основе алюминия	Знать Основные свойства углеродных материалов, используемых при производстве алюминия, а также технологии их производства Уметь Использовать знания свойств углеродных материалов при производстве алюминия Владеть Владеть знаниями в области применения углеродных материалов при производстве алюминия, а также технологией их производства

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Углеродные материалы» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Химия», «Учебная практика: ознакомительная практика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Металлургия легких металлов», «Производство обожженных анодов»

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:	38	38
лекции	19	19
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	19	19
Самостоятельная работа (в т.ч.	70	70

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

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	Углерод и его аллотропные формы. Структура природных форм углерода							2	8	Устный опрос
2	Природные углеродные материалы.	2	2							Устный опрос
3	Искусственные углеродные материалы	3	2							Устный опрос
4	Конструкционные углеродные материалы	4	2			2	10			Устный опрос
5	Углеродные волокна	5	2			1	9	2	8	Устный опрос, Реферат
6	Углеродные волокна Структура и классификация углеродных волокон							2	9	Устный опрос
7	Углерод-углеродные композиционные материалы	6	2					1	10	Устный опрос
8	Искусственные алмазные материалы	7	3					1	10	Устный опрос, Реферат
9	Углеродные наноматериалы. Классификация углеродных наноматериалов	8	6					2	8	Реферат, Устный опрос
10	Углеродные наноматериалы. Классификация углеродных наноматериалов.							2	8	Реферат, Устный опрос

	Методы исследования наноструктур									
11	Состав анодной массы для анода алюминиевого электролизера							2	9	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		19				19		106	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Углерод и его аллотропные формы. Структура природных форм углерода	Алмаз, лонсдейлит, графит. Физико-химические свойства.
2	Природные углеродные материалы.	Ископаемые угли, шунгиты. Состав, структура, физико-химические свойства, применение.
3	Искусственные углеродные материалы	Пеки, коксы, технический углерод (сажа). Физикохимические свойства. Технология производства, применение
4	Конструкционные углеродные материалы	Синтез искусственного графита. Рекристаллизованный графит. Термическирасширенный графит. Стеклоуглерод. Пироуглерод, пирографит, углеситалл
5	Углеродные волокна	Структура углеродных волокон, классификация. Полиакрилонитрильные, гидратцеллюлозные, пековые, пиролитические углеродные волокна. Применение углеродных волокон
6	Углеродные волокна Структура и классификация углеродных волокон	Полиакрилонитрильные, гидратцеллюлозные, пековые, пиролитические углеродные волокна. Применение углеродных волокон
7	Углерод-углеродные композиционные материалы	Классификация, свойства, технологии производства, применение композиционных материалов.
8	Искусственные алмазные материалы	Искусственные алмазы. Алмазные пленки. Классификация. Свойства, технологии производства, применение.
9	Углеродные наноматериалы. Классификация углеродных наноматериалов	Классификация: фуллерены, нанотрубки, графен. Открытие, физико-химические свойства, технологии получения, применение углеродных наноматериалов.
10	Углеродные наноматериалы. Классификация	Углеродные наночастицы. Углеродные нанолуковицы.

	углеродных наноматериалов. Методы исследования наноструктур	
11	Состав анодной массы для анода алюминиевого электролизера	Аноды в производстве алюминия. Производство анодной массы. Конструкция электролизеров для получения алюминия.

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	Изучение требований к углеродным материалам, используемым в производстве алюминия	9
2	Изучение требований к углеродным материалам при производстве анодной массы, футеровочных материалов.	10

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	20
2	Проработка разделов теоретического материала	50

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

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

Углеродные материалы. Свойства, технологии, применения : учеб. пособ. / С.Н. Колокольцев - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. – 296 с.

Природные энергоносители и углеродные материалы. Колокольцев С.Н. / Издательство: Ленанд. 2015. – 224 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

СРС предполагает самостоятельное изучение информационных источников с использованием перечня рекомендуемой литературы и информационных ресурсов по направлению дисциплины.

Также самостоятельная работа студента включает в себя поиск, изучение, исследование

научной и технической литературы и дальнейшее написание реферата на выбранную тему студентом.

Примерный список тем реферата:

1. Роль углеродных материалов в металлургическом производстве.
2. Развитие новых углеродных материалов для металлургии.
3. Углеродные материалы в композиционных материалах для металлургического оборудования.
4. Композиционные материалы с металлической матрицей.
5. Развитие литейных технологий при формировании свойств материалов на основе алюминия с углеродом различного структурного состояния.
6. Сравнение методов получения, структуры и свойств углеродных волокон.
7. Состав бортовой футеровки алюминиевого электролизера.
8. Катодная футеровка алюминиевого электролизера.
9. Требования к каменноугольному пеку для производства анодной массы.
10. Требования к углеродным материалам (коксам) для производства анодной массы.

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 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос как контроль знаний студентов осуществляется в виде фронтальной и индивидуальной проверки. При фронтальном опросе за короткое время проверяется состояние знаний студентов всей группы по определенному вопросу или группе вопросов. Эта форма проверки используется для: выяснения готовности группы к изучению нового материала; определения сформированности понятий; проверки домашних заданий; поэтапной или окончательной проверки учебного материала, только что разобранного на занятии; при подготовке к выполнению практических и лабораторных работ. Индивидуальный устный опрос позволяет выявить правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, степень развития логического мышления, культуру речи студентов. Эта форма применяется для текущего и тематического учета, а также для отработки и развития экспериментальных умений студентов. При этом устную проверку считают эффективной, если она направлена на выявление осмысленности восприятия знаний и осознанности их использования, если она стимулирует самостоятельность и творческую активность студентов. Устный опрос осуществляется на каждом занятии, хотя оценивать знания студентов не обязательно. Главным в контроле знаний является определение проблемных мест в усвоении учебного материала и фиксирование внимания студентов на сложных понятиях, явлениях, процессах. В процессе устного опроса можно использовать коллективную работу группы, наиболее действенными приемами, которой являются: обращение с вопросом ко всей группе; конструирование ответа; рецензирование ответа; оценка ответа и ее обоснование; постановка вопросов студентам самими студентами; взаимопроверка; самопроверка.

Критерии оценивания.

Обучающийся должен продемонстрировать умение составлять полный и правильный ответ на заданные вопросы; выделять основные положения, самостоятельно подтверждать ответ конкретными примерами.

6.1.2 семестр 4 | Реферат

Описание процедуры.

Студент выбирает самостоятельно тему реферата, отражающую дисциплину. Оформляет в соответствии с СТО 005-2020. В указанный срок предоставляет преподавателю реферат в напечатанном виде, на листе формата А 4.

Критерии оценивания.

зачтено/незачтено

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-1.1	Демонстрирует основные знания в области физических, химических свойств углеродных материалов, используемых в производстве анодов и футеровочных изделий при производстве алюминия	Устный опрос

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

Для оценки знаний на экзамене предлагаются билеты. В каждом билете два вопроса, которые охватывают основные разделы дисциплины. Экзамен по дисциплине проводится с использованием фонда оценочных средств для проведения аттестации по дисциплине.

Пример задания:

Билет № 1

1 Типы гибридизации связей в углеродных материалах

2 Фуллерены. История открытия, методы получения, свойства, применение_

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и полностью	Не в полной мере демонстрирует	Недостаточно и неуверенно	Не демонстрирует основные знания в

демонстрирует основные знания в области физических, химических свойств углеродных материалов, используемых в производстве анодов и футеровочных изделий при производстве алюминия	основные знания в области физических, химических свойств углеродных материалов, используемых в производстве анодов и футеровочных изделий при производстве алюминия	демонстрирует основные знания в области физических, химических свойств углеродных материалов, используемых в производстве анодов и футеровочных изделий при производстве алюминия	области физических, химических свойств углеродных материалов, используемых в производстве анодов и футеровочных изделий при производстве алюминия
---	--	--	---

7 Основная учебная литература

1. Природные энергоносители и углеродные материалы. Колокольцев С.Н. /
Издательство: Ленанд. 2015. – 224 с.

[Сайт] – URL: ISBN:978-5-397-05656-4

2. Металлургия алюминия / Борисоглебский Ю.В., Галевский Г.В., Кулагин Н.М. [и др.]. -
Новосибирск: Наука, 1999. - 438с.

[Сайт] – URL: 686888

3. Электрометаллургия алюминия : учебное пособие для вузов по специальности
"Металлургия цветных металлов" / И. С. Гринберг [и др.], 2009. - 403.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-40602.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Колокольцев С.Н. Углеродные материалы. Свойства, технологии, применения : учеб.
пособ. / Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. – 296 с.

[Сайт] – URL: ISBN: 978-5-91559-113-3

2. Колодин Э. А. Производство обожженных анодов алюминиевых электролизеров / Э. А.
Колодин, В. А. Свердлин, Р. В. Свобода, 1980. - 84.

3. Янко Э. А. Аноды алюминиевых электролизеров / Э. А. Янко, 2001. - 670.

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. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. стол для препод.
2. Стол письменный ЛС
3. Проектор Epson EB-X8