

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

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры металлургии цветных металлов

Протокол №9 от 14 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА»

Направление: 22.03.02 Металлургия

Электрометаллургия алюминия

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Белоусова Ольга
Викторовна
Дата подписания: 02.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 02.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Организация и планирование эксперимента» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность использовать законы и модели переноса тепла и массы при изучении процессов, протекающих в пиро- и электрометаллургических агрегатах	ПКС-2.1
ПКС-3 Способность организовывать, планировать эксперименты в области электрометаллургии алюминия, обобщать данные, интерпретировать результаты и делать выводы	ПКС-3.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.1	Знает основные принципы моделирования процессов переноса тепла и массы	Знать методы решения практических задач в области металлургии-ческой теплотехники; построение и анализ математических моделей Уметь оперировать совокупностью математических выражений, отражающих существенные свойства и особенности объекта исследования; реализовывать математические модели переноса тепла и массы, а также последующую интерпретацию их результатов компьютерными средствами Владеть навыками построения стационарной модели тепло- и массопереноса для различных условий теплоотвода через стенку аппарата
ПКС-3.1	Демонстрирует навыки организации этапов исследования, планирования и проведения экспериментов, обработки и анализа результатов испытаний и измерений	Знать правила построения матрицы планирования полного факторного эксперимента; методы статистической обработки опытных данных; дробный факторный эксперимент; движение по градиенту. Уметь анализировать полученные математические модели, объяснить результаты эксперимента Владеть навыками обработки и

		интерпретации результатов эксперимента
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Организация и планирование эксперимента» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Основы научных исследований», «Химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика», «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 № 2
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	40	40
лекции	20	20
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	20	20
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	68	68
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ 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	Введение. Классическое понятие вероятности.	1	2					4	8	Устный опрос
2	Аксиоматическое определение	2	4					2, 3	14	Устный опрос

	понятия вероятности, случайные величины и законы их распределения									
3	Исследование связи между случайными величинами.	3	4			1	4	2, 3	14	Письменный опрос
4	Понятие математической модели, общие принципы и этапы ее построения, методы решения сопряженных задач	4	4			2	4	1, 3	14	Письменный опрос
5	Вычислительный эксперимент и адекватность моделей	5	4			3	4	3	10	Письменный опрос
6	Экспериментальное совершенствование технологии в условиях действующего производства.	6	2			4, 5	8	3	8	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой
	Всего		20				20		68	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Классическое понятие вероятности.	Современное металлургическое производство как сложная технологическая система. Принципы организации и функционирования производства. Основные принципы и методы анализа, моделирования и оптимизации технологических схем реального производства. Понятие "событие". Вероятность события. Совместимые, несовместимые и достоверные события. Классическое определение вероятности. Понятие геометрической вероятности.
2	Аксиоматическое определение понятия вероятности, случайные величины и законы их распределения	Случайная величина, как результат опыта. Природа измеряемых объектов, средства и методы измерения. Дискретная и непрерывная случайная величина. Закон распределения дискретной случайной величины. Доверительная вероятность или надежность. Случайная выборка и генеральная совокупность. Выборочные характеристики. Понятие случайной и систематической

		погрешности.
3	Исследование связи между случайными величинами.	Изучение функциональной или статистической связи между двумя переменными величинами. Корреляционный анализ. Коэффициенты парной корреляции. Градуировочные характеристики. Ряд Тейлора. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов. Коэффициенты регрессии
4	Понятие математической модели, общие принципы и этапы ее построения, методы решения сопряженных задач	Математическая модель - неотъемлемая часть системного подхода организации металлургического производства в современных условиях. Оптимизация технологического процесса, построение эмпирических формул, нахождение констант теоретических моделей, исследование диаграмм состав-свойство. Объект исследования, факторы и параметры оптимизации. Функция отклика. Систематизация моделей.
5	Вычислительный эксперимент и адекватность моделей	Стационарные и нестационарные системы. Задачи вычислительного эксперимента. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами. Задачи и подзадачи экспериментального исследования. Построение эффективного алгоритма решения задачи. Проверка адекватности модели с использованием статистической проверки гипотез.
6	Экспериментальное совершенствование технологии в условиях действующего производства.	Возможность эксперимента на действующем оборудовании. Ограничения по диапазону изменения параметров, срокам, затратам. Необходимость рандомизации. Адаптационные методы оптимизации технологических процессов. Заключение по курсу. Роль статистического анализа и планирования эксперимента в работе инженера-исследователя в лаборатории и на производстве. Организационное планирование и материальная подготовка эксперимента.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Выбор параметрических критериев для оценки различия и связи экспериментальных величин	4
2	Постановка задач, определение путей решения и прогнозирование результатов	4
3	Расчет по результатам эксперимента линейных и нелинейных регрессионных моделей, проверка их адекватности	4

4	Планирование факторного эксперимента для поиска оптимума, анализ полученных результатов	4
5	Использование ЭВМ и соответствующих программ для построения моделей технологических процессов	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	4
2	Подготовка к контрольным работам	8
3	Подготовка к практическим занятиям	48
4	Проработка разделов теоретического материала	8

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

Применение методов статистического анализа при моделировании технологических процессов: методические указания к практическим занятиям
[Электронный ресурс] /сост.: О.В.Белоусова- Иркутск: ИРНИТУ, 2014.- 34с

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Иркутский национальный исследовательский технический университет : офиц. сайт. – URL: [://el.istu.edu/course/view.php?id=1183](http://el.istu.edu/course/view.php?id=1183)

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 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

Обучающимся необходимо пройти устный опрос по ранее пройденным разделам и темам дисциплины являющихся базовыми для проведения математического анализа экспериментальных данных.

Критерии оценивания.

Обучающиеся должны активно участвовать в опросе и показывать базовый уровень полученных знаний и способность анализировать полученную в ходе эксперимента

информацию, выделяя важные аспекты металлургического производства цветных металлов

6.1.2 семестр 2 | Письменный опрос

Описание процедуры.

После изучения темы (раздела) обучающиеся проходят письменный опрос, закрепляя знания, полученные на лекционных и практических занятиях, а также при самостоятельном изучении материала.

Пример задания:

1. Что такое научный эксперимент?
2. Опыт и план эксперимента?
3. Представление результатов эксперимента.
4. Функция отклика.
5. Адекватность математической модели.

Критерии оценивания.

Обучающиеся полно раскрывают вопросы, показывают знание математического аппарата в организации эксперимента. Умеет тесно увязывать теоретические вопросы металлургической теплотехники с прикладными задачами, используя знания основных законов термодинамики и тепломассообмена.

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-2.1	Глубоко и прочно усвоил программный материал; последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теоретические вопросы металлургической теплотехники с прикладными задачами, используя знания основных законов термодинамики и тепломассообмена. Свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы.	Устное собеседование по вопросам зачета
ПКС-3.1	демонстрирует способность математической обработки и анализа результатов экспериментов	решение задач

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Обучающиеся проходят промежуточный контроль знаний, активно участвуют в проведении практических занятий, успешно отвечают на контрольные вопросы, выносимые на зачет

Пример задания:

1. Статистические критерии и их оценка.
2. Степень свободы. Доверительный интервал. Воспроизводимость результатов.
3. В глиноземе марки Г-1 содержание вредных примесей кремния, натрия и железа должно быть не более (%): 0.05, 0.5 и 0.05 соответственно. Качество глинозема контролируется флуоресцентным методом. Воспроизводимость методики характеризуется S_r , равным 0.08, 0.02 и 0.04 соответственно (при $f=60$).

№	Si	Na	Fe
1	0.041	0.234	0.021
2	0.054	0.271	0.063

- а) Оценить допустимое расхождение между параллельными результатами анализа.
- б) Оценить доверительный интервал среднего результата.
- в) На основе расчетов сделать вывод о возможности аттестования этого глинозема маркой Г-1.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует глубокое и прочное усвоение материала дисциплины; исчерпывающее, последовательное, четкое и логически стройное его изложение. Способен свободно справляться с вопросами металлургической теплотехники, а также	Демонстрирует прочное усвоение материала дисциплины; последовательно, четко и логически стройно его излагает. Не допускает существенных неточностей в ответах на вопросы, связанные с металлургической теплотехникой, правильно обосновывает	Демонстрирует усвоение основного материала дисциплины; не исчерпывая, с нарушением логической последовательности его излагает. Допускает неточности в ответах на вопросы, связанных с металлургической теплотехникой, затрудняется правильно обосновывать	Демонстрирует существенные неточности в ответах на вопросы, связанные с металлургической теплотехникой и не владеет базовыми знаниями закономерностей основных процессов массо- и теплопереноса. Не способен правильно обосновывать принятое решение. Не показывает навыки планирования и приемы выполнения

прикладными задачами и другими видами применения знаний, не затрудняться с ответом, может использовать в ответе материал дополнительной литературы, правильно обосновывать принятое решение. Способен формулировать цели и задачи исследований в металлургии цветных металлов, показывает навыки использования основных законов термодинамики и тепломассобмена при постановке эксперимента, а также математического анализа и интерпретации полученных в ходе решения практических задач результатов. Критически оценивает данные об объекте исследования и делает адекватные выводы	принятое решение. Показывает знания основных законов термодинамики и тепломассобмена, а также полученных в ходе решения практических задач результатов. Способен формулировать цели и задачи исследований в металлургии цветных металлов. Показывает способность критически оценивать данные об объекте исследований и делать выводы.	принятое решение. Владеет базовыми знаниями о закономерностях массо- и теплопереноса, а также математического анализа экспериментальных данных, полученных на основе этих процессов. Может формулировать цели и задачи исследований в металлургии цветных металлов. Затрудняется критически оценивать данные об объекте исследований и делать выводы.	металлургического эксперимента, а также анализа полученных в ходе решения практических задач результатов. Не способен формулировать цели и задачи исследований в металлургии цветных металлов.
--	--	--	---

7 Основная учебная литература

1. Белоусова О. В. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : курс лекций / О. В. Белоусова, 2008. - 26.
2. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания по проведению практических занятий по направлению подготовки "Технологические машины и оборудование" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 30.

3. Петровский А. А. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента : электронный курс / А. А. Петровский, 2023

4. Белай Г. Е. Организация металлургического эксперимента : учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия чер. металлов" и "Литейн. пр-во чер. и цв. металлов" / Г. Е. Белай, В. В. Дембовский, О. В. Соценко, 1993. - 254.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Организация и планирование эксперимента : методические указания к курсовой работе студентов специальности 150102 "Металлургия цветных металлов" очной формы обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2009. - 28.

2. Организация и планирование эксперимента : программа, методические указания и контрольные работы для специальности 150102 "Металлургия цветных металлов" очной формы обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2009. - 35.

3. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания для практической работы по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 "Металлургия" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 26.

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 Seven Professional [1x500] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x500])_поставка 2010
2. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер GoreDuo /2Gb/160Gb SATA/256MbGF DVDRW/FDD/клав./мышь/монитор 19
2. Компьютер I7-3820/iX79/16Gb/2Gb/GTX550Ti 1024Mb/DVD/ИБП1000WA/LCD24/кл/мышь
3. Мультимедиа-проектор Acer XD1150 ADV.DLP.ZOOM.SVGA800*600