

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.01 Планирование и анализ эксперимента

Учебный план: 2024-2025 18.04.01 ИПХиЭ ТППиКМ ОО №2-1-96.plx

Кафедра: **32** Наноструктурных волокнистых и композиционных материалов им.
А.И.Меоса

Направление подготовки:
(специальность) 18.04.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Технология получения полимерных композиционных и
(специализация) нанокomпозиционных материалов

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | | Контактная работа обучающихся | Сам. работа | Контроль, час. | Трудовой объём, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------|----------------|---------------------|--------------------------------|
| | | Практические занятия | | | | |
| 2 | УП | 34 | 37,75 | 0,25 | 2 | Зачет |
| | РПД | 34 | 37,75 | 0,25 | 2 | |
| Итого | УП | 34 | 37,75 | 0,25 | 2 | |
| | РПД | 34 | 37,75 | 0,25 | 2 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

Лысенко Владимир
Александрович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой наноструктурных волокнистых и композиционных материалов им. а.и.меоса

Лысенко Александр
Александрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Асташкина Ольга
Владимировна

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области планирования и организации эксперимента, математической обработки результатов опыта

1.2 Задачи дисциплины:

- изучение математических моделей планирования эксперимента;
- изучение принципов проектирования алгоритмов решения инженерных задач;
- изучение задачи поиска оптимальных условий эксперимента;
- изучение методов построения интерполяционных формул;
- изучение методов выбора существенных факторов эксперимента;
- изучение методов выбора параметров оптимизации.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Иностранный язык в профессиональной деятельности

Физико-химия наноструктурных наполнителей для полимерных композиционных материалов

Организация научно-исследовательской работы

Теоретические и экспериментальные методы исследований

Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))

Физико-химические основы получения полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов

Технология получения полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов

Организация опытно-конструкторских и внедренческих работ

Научно-практический семинар

Патентно-лицензионная работа и авторское право

Научно-исследовательская работа

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| |
|---|
| ПК-2: Способен разрабатывать программы исследований и проводить исследования, обеспечивающие создание и реновацию технологий полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов |
| Знать: Методы планирования экспериментов |
| Уметь: Составлять математическое описание объектов исследования и проводить статистический анализ результатов эксперимента |
| Владеть: Навыками поиска оптимальных решений с использованием различных методов планирования эксперимента |

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | СР (часы) | Инновац. формы занятий | Форма текущего контроля |
|---|---------------------------|-------------------|--------------|------------------------|-------------------------|
| | | Пр. (часы) | | | |
| Раздел 1. Планирование и организация эксперимента. | 2 | | | | Р,С |
| Тема 1. Научные наблюдения и научный эксперимент, гипотезы и открытия, научный эксперимент в системе культуры. История планирования экспериментов, предметные области планирования экспериментов. Современные области планирования экспериментов. | | 2 | 2 | ИЛ | |

| | | | | |
|---|---|---|----|-----|
| <p>Тема 2. Планирование эксперимента: основные понятия, термины и определения. Государственные стандарты и рекомендации по планированию эксперимента, обработке результатов эксперимента. Исследовательские испытания. Статистические методы. Представление презентационного плана эксперимента по своей магистерской работе</p> | 4 | 4 | | |
| <p>Тема 3. Модели и моделирование, виды моделей. Информационное моделирование. Информационная модель научного исследования и эксперимента. Информационная модель объекта исследования, техническое задание на выполнение научного эксперимента. Порядок планирования эксперимента. Обсуждение информационной модели исследований магистра на примере их тем</p> | 4 | 4 | ГД | |
| <p>Раздел 2. Основы математического планирования эксперимента.</p> | | | | Р,Т |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| <p>Тема 4. Реализация плана исследований. Особенности проведения экспериментальных исследований. Обработка результатов измерений. Прямые и косвенные измерения. Операции измерения. Точность прибора. Точность измерений. Погрешность измерения. Ошибки измерения: систематические, случайные, промахи. Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики. Основные понятия и определения теории вероятности и математической статистики. Вероятности событий, параметры распределения случайной величины. Статистическая оценка параметров распределения. Статистическая проверка гипотез. Распределение результатов измерений. Функция нормального распределения. Дисперсия, плотность распределения вероятностей, доверительный интервал. Распределение Стьюдента. Обработка результатов при малом числе измерений. Среднее арифметическое, доверительный интервал и его назначение. Обсуждение с магистрами обработку их результатов по темам исследований</p> | 4 | 4 | | |
|---|---|---|--|--|

| | | | | | |
|---|--|---|---|----|--|
| <p>Тема 5. Эксперимент как предмет исследования. Понятие эксперимента. Виды экспериментальных исследований. Кибернетическая модель эксперимента, модель «черного ящика». Активный и пассивный эксперименты. Понятие факторов эксперимента. Факторное пространство. Отклик, функции отклика, поверхности отклика. Однофакторные, многофакторные эксперименты. Математическая модель эксперимента. Параметр оптимизации Планирование эксперимента как совокупность действий, направленных на разработку стратегии экспериментирования: от получения априорной информации до создания работоспособной математической модели или определения оптимальных условий. Основные принципы планирования эксперимента. Оценка модели эксперимента в магистерских научно-исследовательских работ</p> | | 4 | 4 | | |
| <p>Тема 6. Простые сравнивающие эксперименты Предварительная обработка экспериментальных данных. Статистические гипотезы. Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания. Исключение грубых погрешностей. Сравнение двух рядов наблюдений. Сравнение двух дисперсий. Проверка гипотезы о законе распределения.</p> | | 3 | 3 | ИЛ | |
| <p>Тема 7. Анализ результатов пассивного эксперимента Общие сведения о дисперсионном анализе. Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Определение тесноты связи между случайными величинами. Парная линейная корреляция. Статистическое изучение корреляционной связи. Линейная множественная регрессия.</p> | | 3 | 3 | ИЛ | |

| | | | | |
|---|-------|-------|----|-----|
| Раздел 3. Математический анализ и интерпретация результатов эксперимента | | | | |
| Тема 8. Планы многофакторных экспериментов. Полный факторный эксперимент. Постановка задачи, выбор параметров факторов. Факторы и требования, предъявляемые к ним. Управляемость и совместимость, независимость, некоррелированность факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства. Организация проведения полного факторного эксперимента по, обработка и анализ его результатов. Кодирование факторов, матрицы планирования эксперимента, рандомизация опытов, проведение эксперимента; проверка однородности дисперсии параллельных опытов, воспроизводимости эксперимента; расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости, проверка адекватности модели. | 4 | 4 | ИЛ | Р,Т |
| Тема 9. Дробный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Основная идея ДФЭ. ДФЭ для моделей с взаимодействием. Операция смешивания оценок коэффициентов уравнения регрессии. Понятия генерирующих соотношений и определяющих контрастов. Сравнительная оценка дробных реплик. Разрешающая способность реплики. Организация проведения эксперимента по ДФЭ. обработка и анализ его результатов. Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов. | 3 | 3 | ИЛ | |
| Тема 10. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Метод по координатной оптимизации. Метод крутого восхождения. Симплексный метод планирования. | 3 | 6,75 | | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | 34 | 37,75 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | 0,25 | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | 34,25 | 37,75 | | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|---|---|
| ПК-2 | Математически и статистически описывает объект исследования Способен спланировать эксперимент Прибегает к оптимальным решениям в процессе планирования эксперимента | Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания |

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|------------------|---|-------------------|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| Зачтено | <p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям.</p> <p>Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный.</p> <p>Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.</p> <p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам.</p> <p>Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p> | |
| Не зачтено | <p>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки.</p> <p>Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины.</p> <p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).</p> <p>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p> | |

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов |
|-----------|---|
| Семестр 2 | |
| 1 | Научный эксперимент как составная часть научного исследования. |
| 2 | Построение информационной модели научного исследования. |
| 3 | Составление таблицы примеров планирования экспериментов. |
| 4 | Составление таблицы Государственных стандартов и рекомендаций по планированию эксперимента. |
| 5 | Составления таблицы основных терминов и определений по планированию эксперимента. |
| 6 | Составление информационной модели объекта исследования (эксперимента) по теме ВКР. |

| | |
|----|---|
| 7 | Формулирование технического задания по теме ВКР. |
| 8 | Порядок планирования эксперимента по теме ВКР. |
| 9 | Решение задач по технике приборных измерений и математической обработке результатов измерений. |
| 10 | Модели «черного ящика». |
| 11 | Факторы, факторное пространство, функция отклика. Математическая модели эксперимента на примере ВКР. |
| 12 | Факторы, факторное пространство, функция отклика. |
| 13 | Математическая модели эксперимента на примере ВКР. |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Решение задачи

(однофакторный эксперимент, парная регрессия и корреляция):

Определить зависимость выходного параметра от влияющего фактора.

1. Построить линейное уравнение регрессии зависимости выходного параметра y от входного параметра x .
 2. Рассчитать линейный коэффициент парной корреляции, коэффициент детерминации и среднюю ошибку аппроксимации;
 3. Оценить статистическую значимость уравнения регрессии в целом и отдельных параметров регрессии и корреляции с помощью F–критерия Фишера и t–критерия Стьюдента;
 4. Выполнить прогноз выходного параметра y при изменении прогнозного значения x .
 5. Оценить точность прогноза, рассчитав ошибку прогноза и его доверительный интервал;
 6. На одном графике зависимости y от x отложить исходные и теоретические данные
- Исследование процессов изготовления углерод-полимерного композита с использованием методов полного факторного эксперимента
Исследование процессов создания композиционного материала / углеродного волокна с использованием методов дробного факторного эксперимента
Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий симплексным методом

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Собеседование по темам занятий и решение тестовых заданий

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|--|---|--|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Химченко, А. В., Мищенко, Н. И., Быков, В. В. | Планирование эксперимента | Саратов: Вузовское образование | 2021 | https://www.iprbooks.hop.ru/110117.html |
| В. Г. Казаков, П.В. Луканин, Е.Н. Громова | Планирование экспериментальных исследований и статистическая обработка данных. Основы научных исследований в промышленной теплоэнергетике | Санкт-Петербург: СПбГУПТД | 2021 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20215050 |
| Назина, Л. И., Лихачева, Л. Б., Дворянинова, О. П. | Планирование и организация эксперимента | Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий | 2019 | https://www.iprbooks.hop.ru/88431.html |

| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Ермаков, А. С. | Планирование и организация эксперимента | и | Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ | 2014 http://www.iprbookshop.ru/25512.html |
| Харитонов, М. И., Харитонов, А. М. | Планирование и организация эксперимента | и | Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ | 2014 http://www.iprbookshop.ru/30012.html |
| Ермаков, А. С. | Планирование и организация эксперимента | и | Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ | 2015 http://www.iprbookshop.ru/30033.html |

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

- 1 Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
- 2 Научная электронная библиотека открытого доступа «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional
Microsoft Windows

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|---|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |