

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.10

Методы оптимизации

Учебный план: 2025-2026 18.04.01 ИПХиЭ ТППиКМ ОО №2-1-96.plx

Кафедра: **54** Химических технологий им. проф. А.А. Хархарова

Направление подготовки:
(специальность) 18.04.01 Химическая технология

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

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная Практ. занятия | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоём- кость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | | | | | |
| 3 | УП | 32 | 39,75 | 0,25 | Зачет |
| | РПД | 32 | 39,75 | 0,25 | |
| Итого | УП | 32 | 39,75 | 0,25 | |
| | РПД | 32 | 39,75 | 0,25 | |

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

Дянкова Тамара Юрьевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой химических технологий им.
проф. а.а. хархарова

Сашина Елена Сергеевна

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 проведения исследований при разработке новых процессов химической технологии с целью повышения эффективности производства конкурентоспособности продукции.

1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть современное состояние технологий химического производства; теорию физико-химических методов исследования; принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического исследования.

- Показать современные подходы к решению задач проектирования предприятий химической технологии, определения оптимального сочетаний факторов управления процессом для достижения заданного уровня функциональных и потребительских свойств готовой продукции.

- Изучить возможности и ограничения при выборе критериев оптимизации, нахождения компромиссных решений и инструментальных методов химического анализа для оценки их эффективности; способов обработки полученных результатов и их использования в научном исследовании.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Философские проблемы науки и техники

Информационные технологии в науке и образовании

Теоретические и экспериментальные методы исследований

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

Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2: Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты

Знать: теорию оптимизации химико-технологических процессов, моделирование технологий химического производства, прогнозирование свойств получаемой продукции

Уметь: использовать фундаментальные законы в области профессиональной деятельности.

Владеть: способами оптимизации химико-технологических процессов, продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, навыками статистической обработки полученных результатов и их использования в научном исследовании.

ОПК-4: Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

Знать: методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости; задачи моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития.

Уметь: составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием с учетом технологических, экономических, термодинамических и экологических критериев оптимальности

Владеть: способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов; способностью принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности,

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. Математическое моделирование процессов химической технологии получения полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов | 3 | | | | С |
| Тема 1. Основные положения термодинамической теории необратимых процессов. Виды изучаемых систем при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. Определения в ТНП. Понятие сил и потоков. Практическое занятие: Описание объектов оптимизируемых систем при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов | | 4 | 5 | | |
| Тема 2. Связь факторов интенсификации процессов и критериев эффективности технологий при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. Определение значимости факторов управления процессом. Практическое занятие: Описание объектов оптимизируемых систем при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. | | 3 | 6 | | |
| Тема 3. Построение матрицы планирования эксперимента. Уравнение регрессии. Скорость изменения энтропии системы при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. Практическое занятие: Подготовка объектов оптимизируемых систем при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов | | 4 | 5 | | |
| Тема 4. Примеры решения задач оптимизации по одному критерию эффективности разрабатываемого процесса при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. Переход от уровней варьирования к реализованным значениям. Практическое занятие: Подготовка объектов оптимизируемых систем при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов | | 5 | 6 | ГД | |
| Раздел 2. Решение задачи оптимизации технологического процесса получения полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|-------|-------|----|--|
| Тема 5. Применение метода нейросетевого моделирования для решения задач оптимизации процесса в многофакторном многокритериальном процессе при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. Практическое занятие: составление матрицы планирования эксперимента при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. | | 4 | 5 | | |
| Тема 6. Выполнение плана эксперимента. Последовательность экспериментов. Переход от результатов математической обработки данных дробного многофакторного эксперимента к реализованным значениям при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. Практическое занятие: Реализация плана эксперимента при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. | | 4 | 5 | ГД | |
| Тема 7. Выполнение задания по оптимизации технологического процесса при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. Практическое занятие: Мэмирование при получении полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов. | | 8 | 7,75 | ГД | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | | 32 | 39,75 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | | 0,25 | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | | 32,25 | 39,75 | | |

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 |
|-----------------|--|---|
| ОПК-2 | Перечисляет положения теории необратимых процессов; современные подходы к моделированию условий технологических операций и прогнозированию показателей эффективности производства и качества продукции. Применяет теорию и опыт проведения исследований для решения научно-технических проблем в области совершенствования химических технологий био-активных веществ, красителей и волокнистых материалов. Подбирает критерии и факторы оптимизации технологических операций с учетом назначения продукции; производит обработку результатов исследования, оценивает их точность и достоверность; предлагает план развития научного исследования. | Вопросы устного собеседования Практико-ориентированное задание |
| ОПК-4 | Излагает современные подходы к решению задач оптимизации процессов химической технологии для производства перспективной конкурентоспособной продукции Анализирует факторы и критерии методов оптимизации химических технологий для создания рациональных экологически адаптированных и прибыльных процессов производства продукции | Вопросы устного собеседования |

| | | |
|--|---|----------------------------------|
| | с заданным уровнем функциональных свойств. Составляет план эксперимента и математического моделирования, адекватно аппроксимирующего технологический процесс; находит компромиссные решения многокритериальной задачи оптимизации производственных операций для выпуска высококачественной безопасной продукции | Практико-ориентированное задание |
|--|---|----------------------------------|

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|------------------|--|-------------------|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| Зачтено | Ответ содержит всесторонние, глубокие знания. У обучающегося сформированы компетенции в области современных проблем химической технологии. | |
| Не зачтено | Ответ содержит принципиальные ошибки, и компетенции в области современных проблем химической технологии не сформированы. | |

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 3 | |
| 1 | Современные подходы к решению задач оптимизации технологических процессов. |
| 2 | Значимые факторы, с учетом которых влияние на химико-технологическую систему обеспечит эффективность процесса и конкурентоспособность продукции. |
| 3 | Выбор критериев эффективности процесса, которые необходимо учитывать при оптимизации многокритериальных технологических процессов. Количественное определение критериев оптимизации. Точность, достоверность и воспроизводимость результатов эксперимента. |
| 4 | Основы термодинамики необратимых процессов. |
| 5 | Принципы математического моделирования технологических процессов. |
| 6 | Этапы реализации плана дробного многофакторного эксперимента. |
| 7 | Уровни варьирования значений факторов и переход к реализованным параметрам оптимального сочетания по одному из критериев оптимизации. |
| 8 | Суть метода нейросетевого моделирования. |
| 9 | Нахождение компромиссных решений с помощью нейросетевого моделирования. |
| 10 | Примеры влияния химической природы полимера на функциональные свойства полимерных композиционных или наноконпозиционных материалов. |
| 11 | Примеры влияния надмолекулярного строения полимера на функциональные свойства полимерных композиционных или наноконпозиционных материалов. |
| 12 | Примеры влияния поверхностного заряда полимера на массоперенос красителей и ТВВ. |
| 13 | Примеры влияния физических свойств полимера на процессы массопереноса красителей и ТВВ в гетерогенных системах с участием твердой фазы. |
| 14 | Порядок реализации плана эксперимента. |
| 15 | Получение сканированных изображений поверхностей отклика по критериям оптимизации. |
| 16 | Обобщенные топографические изображения поверхности отклика с учётом назначения продукции. |
| 17 | Основные понятия и определения теории необратимых процессов на функциональные свойства полимерных композиционных или наноконпозиционных материалов. |
| 18 | Обоснование обобщенного критерия оптимизации на функциональные свойства полимерных композиционных или наноконпозиционных материалов. |
| 19 | Проверка адекватности математической модели аппроксимируемому процессу на функциональные свойства полимерных композиционных или наноконпозиционных материалов. |
| 20 | Выбор уровней варьирования факторов оптимизации на функциональные свойства полимерных композиционных или наноконпозиционных материалов. |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Составить матрицу планирования дробного пятифакторного эксперимента для оптимизации процесса получения трехслойного укрывочного композиционного материала.
2. Предложить алгоритм оптимизации процесса гидро-,олеофобизации пара-арамидных комплексных нитей на химическом заводе в условиях их производства.
3. Выбрать факторы и критерии оптимизации процесса повышения хладостойкости жгутов параарамидных нитей с использованием составов на основе аминформальдегидных предконденсатов и синтетических каучуков.
5. Предложить алгоритм действий для нахождения компромиссного решения задачи оптимизации полочения изделий для защиты от обнаружения тепловизорами (в пятифакторном эксперименте по восьми критериям оптимизации).
6. Составить уравнение регрессии в дробном пятифакторном эксперименте процесса получения многослойного изделия из гидрофобизированной параарамидной ткани.
7. Выбрать факторы оптимизации при получения огнезащищенного многослойного материала для спасателей МЧС и распределить по уровням матрицы планирования для пятифакторного эксперимента по одному критерию.
8. Перечислить основные положения термодинамической теории необратимых процессов и проиллюстрировать применение ТНП к решению задач оптимизации технологического процесса при получении полимерных композиционных и нанокомпозиционных материалов.
9. Перечислить этапы использования метода нейросетевого моделирования при решении задачи оптимизации технологического процесса при получении полимерных композиционных и нанокомпозиционных материалов (в рамках научного исследования).
10. Проиллюстрировать этапы процедуры мэпирования топографических изображений по двум критериям оптимизации в пятифакторном эксперименте для нахождения оптимального сочетания условий процесса с учётом назначения (в рамках научного исследования).

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

Невозможность пользоваться словарями, справочниками, иными материалами. На подготовку ответа отводится 15 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|---|--|--|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Мальгунова Н. А., Буренева О. И., Дянкова Т. Ю. | Информационные методы проектирования текстильных материалов и изделий с колористическим оформлением способом ткачества | Санкт-Петербург: СПбГУПТД | 2020 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020475 |
| Смирнов, И. Н. | Методы оптимизации сложных систем | Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна | 2017 | http://www.iprbookshop.ru/102647.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|------|---|
| Хамматова, В. В., Гайнутдинов, Р. Ф., Хамматова, Э. А., Разумеев, К. Э. | Технологии производства конкурентоспособных текстильных материалов для специальной одежды (дизайн костюма) | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2018 | http://www.iprbookshop.ru/100630.html |
|--|--|--|------|---|

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Реестр ТУ и ГОСТ РФ. <http://ts.gostinfo.ru>

Электронный каталог библиотеки СПГУПТД <http://publish.sutd.ru/>

Электронный каталог «Научные журналы СПГУПТД»: <http://journal.prouniver.ru/glavnaya/>

Электронно-библиотечная система elibrary. <http://elibrary.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

Для проведения практических занятий используется аудитория с набором химических реактивов, вытяжными шкафами, весами лабораторными, сушильными шкафами, приборами для определения потребительских и специальных свойств полимерных материалов, цветоизмерительным комплексом Color i5 ф. «Gretag Macbeth» -1

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|---|
| Компьютерный класс | Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |
| Учебная аудитория | Специализированная мебель, доска |