

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

« 28 » июня 2022 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.10** Методы оптимизации

Учебный план: 2022-2023 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) нанокomпозиционных материалов

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактн ая работа	Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Практ. занятия				
3	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	

Санкт-Петербург  
2022

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

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор \_\_\_\_\_

Дянова Тамара Юрьевна

доктор технических наук, Профессор \_\_\_\_\_

Дянова Т. Ю.

От кафедры составителя:

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

Сашина Елена Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Лысенко Александр  
Александрович

Методический отдел: Макаренко С.В.  
\_\_\_\_\_

## 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 оптимальных 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	3				С	
Тема 1. Основные положения термодинамической теории необратимых процессов. Виды изучаемых систем. Определения в ТНП. Понятие сил и потоков. Практическое занятие: Описание объектов оптимизируемых систем.		4	5			
Тема 2. Связь факторов интенсификации процессов и критериев эффективности технологий. Определение значимости факторов управления процессом. Практическое занятие: Описание объектов оптимизируемых систем.		4	5			
Тема 3. Построение матрицы планирования эксперимента. Уравнение регрессии. Скорость изменения энтропии системы. Практическое занятие: Подготовка объектов оптимизируемых систем.		4	5			
Тема 4. Примеры решения задач оптимизации по одному критерию эффективности разрабатываемого процесса. Переход от уровней варьирования к реализованным значениям. Практическое занятие: Подготовка объектов оптимизируемых систем.		6	5	ГД		
Раздел 2. Решение задачи оптимизации технологического процесса						С,К
Тема 5. Применение метода нейросетевого моделирования для решения задач оптимизации процесса в многофакторном многокритериальном процессе. Практическое занятие: составление матрицы планирования эксперимента.		4	5			
Тема 6. Выполнение плана эксперимента. Последовательность экспериментов. Переход от результатов математической обработки данных дробного многофакторного эксперимента к реализованным значениям. Практическое занятие: Реализация плана эксперимента.	4	5	ГД			
Тема 7. Выполнение задания по оптимизации технологического процесса. Практическое занятие: Мэмирование.	8	7,75	ГД			
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
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 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	Вопросы устного собеседования  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 массоперенос красителей и ТВВ в гетерогенных системах.
11	Примеры влияния надмолекулярного строения полимера на массоперенос красителей и ТВВ.
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.
18	Обоснование обобщенного критерия оптимизации.
19	Проверка адекватности математической модели аппроксимируемому процессу.
20	Выбор уровней варьирования факторов оптимизации.

### 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 крашения полиамидного волокна металлокомплексным красителем 1:1
2. Предложить алгоритм оптимизации процесса гидро-,олеофобизации пара-арамидных комплексных нитей в условиях их производства.
3. Выбрать факторы и критерии оптимизации процесса повышения хладостойкости жгутов нитей с использованием составов на основе аминокформальдегидных предконденсатов и синтетических каучуков.
5. Предложить алгоритм действий для нахождения компромиссного решения задачи оптимизации в пятифакторном эксперименте по восьми критериям оптимизации.
6. Составить уравнение регрессии в дробном пятифакторном эксперименте процесса термопереводной печати гидрофобизированной ткани из синтетических волокон.
7. Выбрать факторы оптимизации 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.
9. Перечислить этапы использования метода нейросетевого моделирования при решении задачи оптимизации технологического процесса.
10. Проиллюстрировать этапа процедуры мэпиррования топографических изображений по двум критериям оптимизации в пятифакторном эксперименте для нахождения оптимального сочетания условий процесса с учётом назначения.

### 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
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Дянкова Т. Ю.	Методы анализа красителей и текстильно-вспомогательных веществ. Анализ красителей	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020123">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020123</a>
Дянкова Т. Ю., Федорова Н. С., Примаченко Б. М.	Прогнозирование свойств волокнистых материалов в гетерогенных процессах массопереноса с участием твердой фазы	СПб.: СПбГУПТД	2012	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1304">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1304</a>
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	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020475">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020475</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Величко, А. А., Филимонова, Н. И.	Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/45105.html">http://www.iprbookshop.ru/45105.html</a>
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	<a href="http://www.iprbookshop.ru/100630.html">http://www.iprbookshop.ru/100630.html</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Реестр ТУ и ГОСТ РФ. <http://ts.gostinfo.ru>  
Электронный каталог библиотеки СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru/>  
Электронный каталог «Научные журналы СПбГУПТД»: <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