

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

«21 » 02 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.10**

Диффузионные и сорбционные процессы в полимерных системах

Учебный план: 2023-2024 18.04.01 ИПХиЭ ХТБВКиВМ ОО №2-1-97.plx

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

Направление подготовки:  
(специальность) 18.04.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология биоактивных веществ, красителей и волокнистых  
(специализация) материалов

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Лаб. занятия				
3	УП	17	34	66	27	4	Экзамен
	РПД	17	34	66	27	4	
Итого	УП	17	34	66	27	4	
	РПД	17	34	66	27	4	

Санкт-Петербург  
2023

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

\_\_\_\_\_

Сашина Елена Сергеевна

Методический отдел: Макаренко С.В.

---

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции для профессиональной деятельности в области совершенствования технологии и оборудования текстильного красильно-отделочного производства.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- Познакомить со способами придания волокнистому материалу и изделию требуемых функциональных свойств, колористического оформления и методами оценки их эффективности.
- Раскрыть единство и связь технологических процессов текстильной технологии, их влияние на качество выпускаемой продукции.
- Рассмотреть свойства волокон, определяющие поведение в условиях процессов отделки.
- Показать возможные пути совершенствования технологических процессов подготовки, крашения, печатания и заключительной отделки волокнистых, в том числе текстильных материалов.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

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

- Информационные технологии в науке и образовании
- Свойства и применение технологических отделочных средств
- Современные методы исследования в текстильной химии
- Дополнительные главы технологии волокнистых материалов

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-2: Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок</b>
--

<b>Знать:</b> Методы решения численных задач в химической технологии на основе теоретических представлений о диффузионных и сорбционных процессах в полимерных системах; моделирование технологических процессов
--

<b>Уметь:</b> Анализировать и систематизировать результаты, полученные при решении численных задач химической технологии
--

<b>Владеть:</b> Навыками применения результатов анализа экспериментальных данных прикладных исследований
--

### 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	
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)				
Раздел 1. Влияние фазового состава гетерогенных систем на процессы диффузии и сорбции	3					Л	
Тема 1. Свойства текстильных волокон, определяющие их поведение в процессах сорбции красителей и текстильно-вспомогательных веществ. Экспериментальное определение температуры стеклования волокна. Оценка степени кристалличности волокнообразующего полимера. Сегмент Куна. Лабораторная работа: Определение зависимости фазового состава от концентрации текстильно-вспомогательных веществ.		2	3	8	НИ		
Тема 2. Свойства красителей и текстильно-вспомогательных веществ, определяющие их поведение в процессах сорбции и диффузии в эффективном объеме волокна. Лабораторная работа: Определение зависимости фазового состава от концентрации текстильно-вспомогательных веществ.		3	5	8	НИ		
Тема 3. Стадии процесса диффузии из внешней фазы к реакционным центрам волокна. Диффузия красителей и текстильно-вспомогательных веществ в растворе. Факторы, определяющие скорость диффузии красителей во внешней среде. Лабораторная работа: Определение агрегативного состояния красителя в различных условиях.		3	5	8	НИ		
Раздел 2. Расчеты кинетических параметров и констант распределения вещества в свободном объеме субстрата							
Тема 4. Виды изотерм сорбции. Изотерма Генри-Нернста. Изотерма Лэнгмюра. Изотерма Фрейндлиха. Построение. Частные случаи определения изотерм сорбции. Определение констант Доннана. Факторы, определяющие сорбцию красителя волокном. Порядок построения изотерм и кинетических кривых сорбции красителей в условиях их гидролиза. Лабораторная работа: Построение изотермы Гекри-Нернста.		1	3	6	НИ		Л
Тема 5. Количественная оценка сродства красителя к волокну. Методы определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования. Лабораторная работа: Построение изотермы сорбции.	2	3	6	НИ			

Тема 6. Массоперенос красителей и ТВВ в волокнообразующих полимерах. Скорость массопереноса в равновесных и неравновесных системах. Закономерности массопереноса в пористых телах. Роль эффективного объема полимера, извитости, пористости. Влияние температуры стеклования. Методы определения объема и поверхности пор, физической плотности волокна. Лабораторная работа: Определение коэффициентов диффузии.	2	3	6	НИ	
Раздел 3. Обработка экспериментальных данных по диффузии и сорбции для равновесных и неравновесных систем					
Тема 7. Факторы, определяющие фиксацию красителей на волокне. Виды химических связей и физико-химических взаимодействий между красителем и волокном. Лабораторная работа: Определение движущей силы процесса сорбции	2	4	8	НИ	
Тема 8. Связь кинетики и термодинамики в процессах массопереноса красителей и текстильно-вспомогательных веществ. Движущая сила потока частиц красителя и текстильно-вспомогательных веществ к волокну. Лабораторная работа: Определение движущей силы процесса сорбции	1	4	8	НИ	Л
Тема 9. Практические задачи в проектировании технологических процессов крашения и отделки волокнистых материалов. Лабораторная работа: Определение значимых факторов управления диффузией и сорбцией.	1	4	8	НИ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	66		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5	24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		53,5	90,5		

#### 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	Перечисляет стадии диффузии частиц в полимерных системах, виды изотерм сорбции и методы определения диффузионных и сорбционных свойств; объясняет результаты исследований; формулирует план внедрения результатов в учебный и производственный процессы. Анализирует состояние научной проблемы в области интенсификации диффузионных и сорбционных процессов в полимерных системах; предлагает решение задач исследования и реализации результатов с учётом специфики объектов. Использует последние достижения в области теории и практики интенсификации процессов диффузии и сорбции в полимерных	Вопросы для устного собеседования  Практико-ориентированное задания

	субстратах; проводит экспериментальные исследования с применением традиционных и инновационных подходов.	
--	--	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области, умение использовать теоретические знания для решения практических задач.	
4 (хорошо)	<p>Ответ полный и правильный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но допущены в ответах небольшие погрешности, которые устраняются только в результате собеседования</p> <p>Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.</p>	
3 (удовлетворительно)	<p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом при неполных, слабо аргументированных ответах. Присутствуют неточности в ответах, пробелы в знаниях по некоторым темам, существенные ошибки, которые могут быть найдены и частично устранены в результате собеседования</p> <p>Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, существенные ошибки, устранение которых в результате собеседования затруднено.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<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>	

### 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	Свойства текстильных волокон, определяющие их поведение в процессах крашения. Экспериментальное определение температуры стеклования волокна. Оценка степени кристалличности волокнообразующего полимера. Сегмент Куна.
2	Свойства красителей и ТВВ, определяющие их поведение в процессах крашения.
3	Стадии процесса крашения. Диффузия красителей и текстильно-вспомогательных веществ в растворе. Факторы, определяющие скорость диффузии красителей во внешней среде.
4	Виды изотерм сорбции. Изотерма Генри-Нернста. Изотерма Лэнгмюра. Изотерма Фрейндлиха. Определение констант Доннана.
5	Факторы, определяющие сорбцию красителя волокном.
6	Порядок построения изотермы сорбции красителя в условиях его гидролиза. Практическое значение изотерм сорбции
7	Порядок построения кинетических кривых сорбции. Практическое значение данных по кинетике сорбции.
8	Расчеты в процессах диффузии с сорбции в гетерогенных процессах отделки волокнистых материалов
9	Количественная оценка сродства красителя к волокну.
10	База данных при проектировании технологических процессов производства нового ассортимента текстильных изделий. Методы математического моделирования процессов отделки текстильных материалов.
11	Факторы, определяющие фиксацию красителей на волокне. Виды химических связей и физико-химических взаимодействий между красителем и волокном.
12	Условия десорбции красителей и текстильно-вспомогательных веществ с субстрата.
13	Расчет сродства однохромовых красителей к белковым и полиамидным волокнам
14	Кинетические параметры периодического процесса крашения. Расчет кажущегося коэффициента диффузии частиц красителя в эффективном объеме волокна.
15	Определение эффективного объема волокна.
16	Факторы, определяющие скорость диффузии красителя и текстильно-вспомогательных веществ в волокне.
17	Кинетические параметры процессов крашения, их учет в проектировании нового ассортимента текстильных изделий.
18	Лимитирующая стадия процесса крашения. Второй закон Фика.
19	Расчет кажущихся коэффициентов диффузии красителя и текстильно-вспомогательных веществ в волокне по методу полусорбции в периодических способах отделки и крашения.
20	Кинетические параметры непрерывного процесса крашения. Расчет кажущегося коэффициента диффузии частиц красителя в эффективном объеме волокна.
21	Связь кинетики и термодинамики процесса массопереноса красителей и текстильно-вспомогательных веществ в волокне.
22	Основные положения теории необратимых процессов.
23	Выбор факторов управления процессами сорбции субстратом и диффузии отделочных препаратов и красителей
24	Выбор критериев качества отделки волокнистого материала.
25	Скорость диффузии красителей и ТВВ в волокнообразующих полимерах. Метод половинного времени крашения.
26	Скорость диффузии красителей и ТВВ в полимерных плёнках. Метод Матано.
27	Термодинамические параметры процесса отделки волокнистых материалов
28	Скорость изменения энтропии
29	Причины неадекватности математической модели аппроксимируемому процессу колористической отделки волокнистых материалов.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Предложить порядок действий для определения сродства однохромового одноосновного красителя к белковому волокну.
2. Спланировать экспериментальное определение изотермы сорбции дисперсного красителя полиэфирным волокном.
3. Сравнить порядок расчета для определения кажущихся коэффициентов диффузии для периодических и непрерывных процессов.
4. Показать отличие кажущихся и истинных коэффициентов диффузии.
6. Привести примеры иммобилизации молекул в полимерной системе с образованием координационных связей.
7. Сравнить методики расчета кинетических параметров процессов массопереноса в полимерной системе.

### 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

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 30 мин. В это время входит подготовка ответа на теоретический вопрос и выполнение практических заданий. Для выполнения практического задания обучающемуся предоставляется возможность пользоваться калькулятором. К промежуточной аттестации допускаются студенты, прошедшие все формы текущего контроля по разделам дисциплины. Сообщение результатов обучающемуся производится непосредственно после устного ответа.

## 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>				
Дянова Т. Ю., Семешко О. Я.	Химическая технология облагораживания текстильных изделий. Ч. 2. Крашение в неводных средах	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3353">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3353</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Дянова Т. Ю.	Химическая технология текстильных материалов. Ч. 2. Крашение	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2339">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2339</a>
Дянова Т. Ю.	Диффузионные и сорбционные процессы в полимерных системах	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020474">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020474</a>
Тихомирова Н. А.	Основы текстильного цветоведения и колористика	СПб.: СПбГУПТД	2014	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2047">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2047</a>
Буринская А. А.	Химическая технология текстильных материалов. Часть 1. Строение, свойства, теория и технология подготовки текстильных материалов	СПб.: СПбГУПТД	2014	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1995">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1995</a>

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

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

Электронно-библиотечная система eLibrary. <http://elibrary.ru>

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus: <https://www.scopus.com>

Международные реферативные базы данных научных изданий

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus: <https://www.scopus.com>

### 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 лабораторных работ используется специализированная учебная химическая лаборатория, оснащенная приборами и оборудованием, химической посудой и реактивами.

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