

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

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.10

Диффузионные и сорбционные процессы в полимерных системах

Учебный план: 2026-2027 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
(специализация) волокнистых 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	16	32	69	27	4	Экзамен
	РПД	16	32	69	27	4	
Итого	УП	16	32	69	27	4	
	РПД	16	32	69	27	4	

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:

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

ПК-2: Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок
Знать: Методы решения численных задач в химической технологии на основе теоретических представлений о диффузионных и сорбционных процессах в полимерных системах; моделирование технологических процессов
Уметь: Анализировать и систематизировать результаты, полученные при решении численных задач химической технологии
Владеть: 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					
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.		2	3	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	9	НИ	Л
Раздел 2. Расчеты кинетических параметров и констант распределения вещества в свободном объеме субстрата						Л
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	8	НИ	
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)		16	32	69		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		50,5		93,5		

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)	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 Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	
3 (удовлетворительно)	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 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.	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	

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»

К промежуточной аттестации допускаются студенты, прошедшие все формы текущего контроля по разделам дисциплины.

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку устного ответа на теоретический вопрос и выполнение практико-ориентированного задания 60 минут. Во время сдачи экзамена обучающийся может пользоваться отчетами о выполненных лабораторных работах. Сообщение результатов производится непосредственно после устного ответа.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Дянова Т. Ю., Семешко О. Я.	Химическая технология облагораживания текстильных изделий. Ч 2. Крашение в неводных средах	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3353
Дянова Т. Ю.	Химическая технология текстильных материалов. Ч. 2. Крашение	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2339
Дянова Т. Ю.	Методы анализа красителей и текстильно-вспомогательных веществ. Анализ красителей	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020123
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Дянова Т. Ю.	Диффузионные и сорбционные процессы в полимерных системах	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020474
Тихомирова Н. А.	Основы текстильного цветоведения и колористика	СПб.: СПбГУПТД	2014	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2047
Буринская А. А.	Химическая технология текстильных материалов. Часть 1. Строение, свойства, теория и технология подготовки текстильных материалов	СПб.: СПбГУПТД	2014	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1995

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>
Электронный каталог «Научные журналы СПбГУПТД»: <http://journal.prouniver.ru/glavnaya/>
Реферативный журнал "Chemical Abstracts" (CA)

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 измерительными 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