

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.03.01 Сорбционные технологии переработки растительного сырья

Учебный план: ФГОС3++z180301.19-1_21-15.plx

Кафедра: **11** Общей и неорганической химии

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая и биотехнология переработки растительного сырья
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Практ. занятия	Лаб. занятия				
5	УП	4	8	128	4	Зачет, Курсовая работа
	РПД	4	8	128	4	
Итого	УП	4	8	128	4	
	РПД	4	8	128	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Иванов А. Р.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Луканина Т.Л.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Смирнова Е.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области применения сорбционных процессов в химической технологии.

1.2 Задачи дисциплины:

- раскрыть принципы сорбционных процессов;
- обучить студентов основам применения сорбционных процессов в химической технологии и экологии производства;
- научить студентов обоснованному подходу к оценке, выбору и практическому использованию сорбентов в химической технологии.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Общая и неорганическая химия

Органическая химия

Технология целлюлозы, бумаги, картона и композиционных материалов

Физика

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Физическая химия

Водоподготовка в технологии ЦБП

Реагентные методы очистки воды в ЦБП

Физико-химия растительных полимеров

Химия древесины и синтетических полимеров

Коллоидная химия

Химия древесины и целлюлозы

Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2: Способен контролировать обеспечение конкретного производства сырьем, химикатами, вспомогательными материалами

Знать: теорию химической связи в различных классах химических соединений; физико-химическую сущность процессов химической технологии с применением сорбентов

Уметь: использовать основные химические и физические законы для понимания механизма сорбционных процессов; осуществлять обоснованный подход к оценке, выбору и практическому использованию сорбентов в химической технологии

Владеть: экспериментальными методами определения физико - химических свойств сорбентов и навыками обработки результатов этих измерений.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Сорбенты. Классификация. Свойства	5				
Тема 1. Сорбционные процессы и технологии на их основе. Основные понятия и термины. Механизм сорбционных процессов. Физическая сорбция и хемосорбция. Удельная поверхность сорбентов, методы ее определения.				16	
Тема 2. Сорбенты: их классификация, состав, свойства и применение. Иониты: их классификация, строение и кислотно-основные свойства. Теория ионного обмена. Выбор оптимальных условий использования ионита.				16	
Тема 3. Физико-химические характеристики сорбентов. Влажность, кажущийся объем, насыпной вес сорбента. Истинная плотность и коэффициент набухания ионита. Методы их определения				16	
Тема 4. Технологические показатели сорбентов. Статическая, динамическая и полная обменные емкости ионитов. Методы их определения. Лабораторная работа. Определение кислотно-основных свойств поверхности сорбентов фотометрическим методом с применением индикаторов			8	13	ГД
Тема 5. Кинетические свойства сорбентов. Константа скорости реакции ионного обмена				16	

Тема 6. Сорбционное равновесие. Изотермы сорбции и их характеристики. Уравнение изотермы моно и полимолекулярной адсорбции. Определение максимальной сорбционной емкости сорбента. Зависимость обменной емкости от величины рН. Кислотно-основное распределение центров адсорбции и методы его определения.			25	
Раздел 2. Применение сорбционных технологий в промышленности и синтезе				
Тема 7. Технология получения химических соединений на основе сорбционных процессов. Технология ионообменного синтеза заданного продукта. Выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей. Технологии разделения оптических изомеров и их применение в фармакологии. Энантиомерно чистые лекарства.			16	
Тема 8. Сорбционные технологии в экологии и медицине. Сорбционные методы очистки воды и газов. Лекарственные препараты для детоксикации организма Энтеросорбенты, теория и практика их использования .	4		10	ГД
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	4	8	128	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет, Курсовая работа)	0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине	12,25		128	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):

- закрепить знания и навыки использования сорбционных процессов в химической технологии.
- научить студентов обоснованному подходу к оценке, выбору и использованию сорбентов в конкретном технологическом процессе.
 - продемонстрировать студентами умение использовать знания теории сорбционных процессов в решении реальной проблемы получения нового продукта, очистки сточных вод и газов.
 - закрепить навыки оценки эффективности сорбционных процессов.
 - продемонстрировать студентами умение объяснять и обобщать результаты анализа нового процесса или свойств получаемого продукта.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта):

- синтез сорбентов с заданными свойствами
- модифицирования неорганических сорбентов с целью повышения их сорбционной активности.
- оценка свойств твердых веществ (сорбентов, носителей, наполнителей и др.)
- применение сорбентов в аналитической химии:
- технология ионообменного синтеза заданных продуктов.
- сорбционные технологии для подготовки воды в теплоэнергетике и в химической промышленности
- выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей
- применение наполнителей, пигментов носителей, обладающих сорбционной функцией в технологии

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работа выполняется обучающимися индивидуально или в составе группы из двух человек. Проведению исследовательских работ должен предшествовать этап поиска научной, учебной и нормативной литературы с обязательным использованием ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

При выполнении курсовой работы обучающийся должен использовать методические указания и учебных пособия кафедры, в том числе на сайте ВШТЭ <http://nizrp.narod.ru/> в разделе кафедры «Общей и неорганической химии» в соответствии с методикам анализа, выбранными для проведения исследований по теме курсовой работы.

Проведение практических исследований должно осуществляться с использованием химических и физико-химических методов анализа на основе лабораторного оборудования для титрования и приборов, которыми оснащена лаборатория кафедры О и НХ:

спектрофотометр СФ-2000

фотоэлектро-колориметров КФК-2, КФК-3, ФЭК 56-М

установка для потенциометрического титрования с применением рН – метров марки ИПЛ – 301

высокочастотный титратор ТВ-6Л.

газовый хроматограф Цвет-100.

кондуктометр марки Эксперт – 002

анализатор вольтамперометрический АКВ – 07 МК

система капиллярного электрофореза Капель 103 Р.

На основании проведенных исследований обучающийся должен обобщить результаты курсовой работы, сформулировать выводы и разработать конкретные рекомендации по достижению поставленной цели и задач.

Результаты курсовой работы представляются в печатном виде в объеме не менее 8 листов машинописного текста, содержащего следующие обязательные элементы:

- форма предоставления результатов – отчет;

- объём текста в печатных листах – не менее 0,5;

- обязательные элементы содержания работы: введение, литературный обзор, экспериментальная часть, обсуждение результатов работы, выводы, библиографический список.

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	Демонстрирует знание теории химической связи в различных классах химических соединений и понимание физико- химической сущности процессов химической технологии с применением сорбентов наполнителей, пигментов и других твердых веществ. Проявляет умение использовать основные химические и физические законы для понимания механизма сорбционных процессов. Демонстрирует владение теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов. Показывает владение навыками обработки результатов определения физико- химических свойств твердых веществ Излагает основные этапы качественного и количественного анализа сорбентов, теоретические основы синтеза твердых веществ с заданными свойствами и принципы разработки методов анализа поверхностных свойств твердых веществ. Показывает умение осуществлять обоснованный подход к оценке, выбору и практическому использованию твердых веществ в химической технологии и оценивать эффективность сорбции на твердых веществах	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания 3. Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)		Обучающийся показывает глубокие знания всех разделов дисциплины при выполнении и защите курсовой работы. Студент усвоил основную и проработал самостоятельно большой объем дополнительной

		литературы по теме курсовой работы. Экспериментальную часть выполнил на высоком уровне и в срок. При выполнении работы обучающийся проявлял самостоятельность и творческий подход. Активно участвовал в обсуждении результатов курсовой работы, смог дать на защите теоретическое обоснование полученных данных. Самостоятельно сформулировал основные выводы и рекомендации; оформил пояснительную записку и графический материал в полном объеме в соответствии с требованиями оформления.
4 (хорошо)		Обучающийся показывает достаточный уровень знаний дисциплины при выполнении курсовой работы. Усвоил основную и проработал определенный объем дополнительной литературы по теме курсовой работы. Экспериментальную часть работы выполнил качественно и в срок. Однако не проявлял инициативы и самостоятельности при выполнении и обсуждении результатов работы. При оформлении пояснительной записки и графического материала не всегда соблюдал требования оформления. На защите работы студентом даны недостаточно четкие ответы на вопросы.
3 (удовлетворительно)		При выполнении курсовой работы обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме. Экспериментальную часть работы выполнил не достаточно качественно, с отсрочкой. Не смог самостоятельно сделать выводы по проделанной работе. При оформлении пояснительной записки и графического материала студент допускает небрежность; допускает неточные ответы на вопросы при защите.
2 (неудовлетворительно)		При выполнении курсовой работы обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала. Работа выполнена в неполном объеме, допущены принципиальные ошибки в расчетах; оформление пояснительной записки и графических материалов не соответствует требованиям оформления; студентом не даны ответы на вопросы при защите.
Зачтено	Обучающийся показывает достаточный уровень знания теоретических основ сорбционных процессов и технологий на их основе; свободно ориентируется в основных понятиях и терминах дисциплины; своевременно выполнил все лабораторные работы и практические задания; сделал и защитил курсовую работу, допуская непринципиальные ошибки.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей химических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; не выполнил (или частично выполнил) лабораторные работы и практические задания; не сделал или не смог	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения плохо ориентируется в химических величинах, не владеет математическим аппаратом.

	защитить курсовую работу; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	
--	---	--

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
Курс 5	
1	Сорбционное взаимодействие. Понятия: сорбция и адсорбция, сорбаты и сорбенты.
2	Причины, механизм и термодинамика сорбционных процессов. Энергия Гиббса.
3	Природа сорбционных сил. Физическая сорбция и хемосорбция. Энергия сорбционного взаимодействия. Обратимость сорбционных процессов.
4	Поверхностная активность. Поверхностно активные и поверхностно инактивные вещества.
5	Ионообменная сорбция.
6	Удельная поверхность материала, как критерий оценки поверхностной активности сорбента.
7	Методы определения удельной поверхности твердых материалов.
8	Определения активности угля по йодному числу и по адсорбции красителей.
9	Сорбенты, их состав и структура. Матрица, функциональные группы сорбентов.
10	Пористая структура сорбентов. Классификация сорбентов по размеру и однородности пор.
11	Классификация сорбентов по природе и происхождению исходного сырья. Примеры.
12	Иониты, их строение, состав и свойства.
13	13 Механизм ионообменного взаимодействия.
14	Природные и синтетические иониты. Полимеризационные и поликонденсационные ионообменные смолы.
15	Классификация ионитов по знаку заряда обменивающихся ионов и степени диссоциации функциональных групп.
16	Структурная классификация ионитов.
17	Физико-химические характеристики сорбентов, методы их определения.
18	Набухаемость органических ионитов. Факторы, влияющие на этот показатель.
19	Критерии и методы оценки набухания ионитов.
20	Технологические показатели сорбентов и методы их определения
21	Статическая и динамическая обменная емкость ионитов. Методы их оценки.
22	Полная динамическая обменная емкость и способ ее определения.
23	Влияние pH на обменную емкость катионитов, анионитов и амфотерных ионитов различной силы
24	Кинетические свойства сорбентов и критерии их оценки.
25	Кинетические кривые сорбции, их построение и анализ.
26	Механизм, основные стадии и кинетика ионного обмена.
27	Определение лимитирующей стадии ионного обмена методом прерывания сорбции.
28	Характеристика внутридиффузионных процессов сорбции. Коэффициент диффузии.
29	Математическое моделирование кинетики сорбции.
30	Сорбционное равновесие. Равновесие ионного обмена.
31	Изотермы сорбции, их построение, формы и анализ
32	Классификация изотерм сорбции. Выбор модели изотермы сорбции.
33	Уравнение изотермы Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции. Константа адсорбционного равновесия
34	Физический смысл констант в уравнении Ленгмюра
35	Определение предельной емкости монослоя сорбента.
36	Изотерма адсорбции Фрейдлиха на неоднородной поверхности сорбента.
37	Уравнение изотермы Фрейдлиха и вычисление ее констант.
38	Границы применимости этого уравнения Фрейдлиха.
39	Ступенчатые изотермы полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрумкина
40	Критерии оценки природы сорбционного взаимодействия на основе кинетических кривых и изотерм сорбции
41	Методы поверхностного модифицирования сорбционных материалов.

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

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля, на зачете отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов.

На защите курсовой работы студент должен быть хорошо разбираться в тематике работы, её прикладном значении, методической и экспериментальной части. Преподаватель вправе задать несколько вопросов по выводам, сделанным на основе проведения литературного обзора и выполненной экспериментальной части. На беседу преподавателя со студентом выделяется не более 20 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Уваров, Н. Ф., Матейшина, Ю. Г.	Химия твердого тела	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2019	http://www.iprbookshop.ru/99242.html
Берсенёва, В. С., Бакулев, В. А., Иванцовой, М. Н.	Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза	Екатеринбург: Издательство Уральского университета	2018	http://www.iprbookshop.ru/106785.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
А.А. Комиссаренков, О.В. Федорова, А.Р. Иванов	Сорбционные технологии. Синтез и определение свойств сорбентов [Текст] : учебно-методическое пособие для выполнения курсовой работы	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/2018_06_10_01.pdf
А.Р.Иванов	ОСНОВЫ ХИМИИ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ. Синтез и изучение свойств сорбентов: учебное пособие для студентов очной формы обучения	М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт- Петербург:– ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/1611394450.pdf
А.А. Комиссаренков, О.В. Федорова	Сорбционные технологии. Определение свойств сорбентов [Текст]: учебно- методическое пособие для выполнения курсовой работы	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kaftbik/9.pdf
Г.Ф. Пругло, А.А. Комиссаренков, В.А. Федоров	Оптические методы анализа [Текст] : учебно- методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2010	http://nizrp.narod.ru/metodoptika.htm

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам / Федеральный портал / Федеральный центр ЭОР / Единая коллекция ЦОР [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru;>
5. Лань [Электронный ресурс]. URL: [http://e.lanbook.com/books/;](http://e.lanbook.com/books/)
6. ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн" [Электронный ресурс]. URL: [http://biblioclub.ru/.](http://biblioclub.ru/)
7. Сорбционная технология очистки производственных и поверхностно-ливневых стоков[Электронный ресурс]. URL: <http://-7sbabno2abl4a9aggb.xn--p1ai/oborudovanie/sorbcionnaa-tehnologia-ochistki-proizvodstvennyh-i-pooverhnostno-livnevyh-stokov.html>
8. СОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ [Электронный ресурс]. URL: http://www.plastytop.ru/articles/sorbtsionnye_tekhnologii_v_sovremennoy_meditsine.htm

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
Б-306	Вытяжные шкафы, весы аналитические, комплект посуды для количественного анализа и водоподготовки, вакуумный сушильный шкаф, электрические плитки, спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, концентратомер КН-1, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3»
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска