

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Директор ИнБиоХим
Лазуткина

Ю.С.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.2 «Процессы массопереноса с участием твердой фазы»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **18.04.01**

Химическая технология

Направленность (профиль, специализация): **Технология переработки пластмасс и эластомеров**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная)**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	В.В. Зацепин
Согласовал	Зав. кафедрой «ХТ»	В.В. Коньшин
	руководитель направленности (профиля) программы	В.В. Коньшин

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОК-7	способностью на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	основы теории массообменных процессов с участием твердой фазы	применять теоретические основы процессов массопереноса с участием твердой фазы в исследовательских и проектных работах	способностью и готовностью развивать свой интеллектуальный уровень, получать знания в области массообменных процессов
ОК-8	способностью находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовностью к принятию нестандартных решений	основы массопередачи в системах с твердой фазой; закономерности массопереноса в пористых телах	творчески решать нестандартные задачи в области химической технологии	способностями к творческому решению нестандартных задач в области химической технологии
ОПК-4	готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	основные уравнения равновесия при адсорбции и ионном обмене, динамики сорбции и ионного обмена, методы расчета адсорбционных и ионнообменных аппаратов; закономерности процессов растворения и кристаллизации	выполнять сравнительный анализ предлагаемых научных разработок технической модернизации химических производств	методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов
ПК-4	готовностью к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки	основы массопередачи в системах с твердой фазой	выполнять сравнительный анализ предлагаемых научных разработок технической модернизации химических производств	навыками расчетов технологических нормативов на расход материалов, топлива и электроэнергии, необходимого оборудования при проведении массообменных процессов с участием твердой фазы
ПК-5	готовностью к совершенствованию технологического процесса - разработке	основные критерии совершенствования процессов	разрабатывать мероприятия по комплексному	знаниями о методах и способах утилизации отходов в

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
	мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства, к исследованию причин брака в производстве и разработке предложений по его предупреждению и устранению	массопереноса	использованию сырья и замене дефицитных материалов в технологических процессах с использованием знаний о протекании процессов массопереноса	массообменных процессах

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Основные технологии производства минеральных солей, Проектирование и оптимизация химико-технологических систем
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Методы получения материалов различного назначения, Теоретические основы химической технологии

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 5 / 180

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	8	0	48	124	69

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 1

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
8	0	16	48	31

Лекционные занятия (8ч.)

1. МОДУЛЬ 1. Основы массопереноса в системах с твердой фазой {дискуссия} (2ч.)[2] Введение

1.1 □ Виды процессов массопередачи

1.2 □ Равновесие при массопередаче

1.3 □ Скорость массопередачи

1.4 □ Механизм процесса массопереноса

2. МОДУЛЬ 2 Адсорбция(2ч.)[3] 2.1 Равновесие при адсорбции

2.2 Скорость адсорбции

2.3 Десорбция

2.4 Адсорбенты

2.5 Устройство адсорберов и схемы ад-сорбционных установок

3. МОДУЛЬ 3 Ионный обмен(2ч.)[2,3] 3.1 Типы ионитов, их строение и свойства

3.2 Ёмкость ионитов

3.3 Равновесие ионного обмена

3.4 Кинетика ионного обмена

4. МОДУЛЬ 4 Кристаллизация.

МОДУЛЬ 5 Растворение.(2ч.)[3] 4.1 Равновесие при кристаллизации

4.2 Скорость кристаллизации

4.3 Влияние условий кристаллизации на свойства кристаллов

4.4 Способы кристаллизации

5.1 Растворение в стационарном и взвешенном слоях

5.2 Способы интенсификации растворения

5.3 Реальные условия растворения дисперсной твердой фазы и способы интенсификации

Практические занятия (16ч.)

1. Практическое занятие(2ч.)[1,2,4,6] Вводный контроль знаний. Виды процессов массопередачи

2. Практическое занятие(2ч.)[1,2,4,6] Равновесии при массопередаче

3. Практическое занятие(2ч.)[2,4,6] Скорость массопередачи

4. Практическое занятие(2ч.)[2,4,6] Закономерности массопереноса в пористых

телах

5. Практическое занятие {работа в малых группах} (2ч.)[3,4,6] Равновесие при адсорбции. Скорость адсорбции
6. Практическое занятие {работа в малых группах} (2ч.)[3,4,6] Десорбция
7. Практическое занятие(2ч.)[1,4,6] Ионный обмен. Ионообменное равновесие
8. Практическое занятие(2ч.)[1,4,6] Определение скорости ионного обмена

Самостоятельная работа (48ч.)

1. Проработка теоретического материала (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками)(2ч.)[2,3]
2. Подготовка к практическим занятиям(6ч.)[1,2,4,6]
3. Подготовка к контрольным опросам(2ч.)[2,3]
4. Выполнение расчетного задания(20ч.)[1,2,3,4]
5. Самостоятельное изучение тем дисциплины.(6ч.)[2] Рекомендуемые темы:
1.Уравнение массоотдачи, массопередачи. 2 Закономерности массопереноса в пористых телах.
6. Подготовка к зачёту(12ч.)[1,2,3,4,5,6,7]

Семестр: 2

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
0	0	32	76	38

Практические занятия (32ч.)

1. Практическое занятие(2ч.)[1,4,5,6] Равновесие при кристаллизации
2. Практическое занятие(2ч.)[1,3,4,5,6] Скорость кристаллизации
3. Практическое занятие(2ч.)[1,3,4,5,6] Влияние условий кристаллизации на свойства кристаллов
4. Практическое занятие(2ч.)[1,3,4,5,6] Методы кристаллизации. Изотермическая кристаллизация
5. Практическое занятие(2ч.)[1,3,4,5,6] Методы кристаллизации. Изогидрическая кристаллизация
6. Практическое занятие(2ч.)[1,3,4,5,6] Методы кристаллизации. Комбинированные способы
7. Практическое занятие {работа в малых группах} (6ч.)[1,3,4,5,6] Расчет материального и теплового балансов кристаллизации
8. Практическое занятие {работа в малых группах} (2ч.)[1,4,5,6] Расчет кристаллизаторов периодического действия
9. Практическое занятие {работа в малых группах} (2ч.)[1,4,5,6] Расчет кристаллизаторов непрерывного действия

10. **Практическое занятие(2ч.)[1,4,5,6]** Кинетика физического растворения
11. **Практическое занятие(2ч.)[1,4,5,6]** Растворение в стационарном и взвешенном слоях
12. **Практическое занятие(2ч.)[1,4,5,6]** Способы интенсификации растворения
13. **Практическое занятие(2ч.)[1,4,5,6]** Аппараты для растворения
14. **Практическое занятие(2ч.)[1,4,5,6]** Аппараты непрерывного действия с перемешивающим устройством

Самостоятельная работа (76ч.)

1. **Подготовка к практическим занятиям(32ч.)[1,3,4,5,6]**
2. **Подготовка к контрольным опросам(2ч.)[1,2,3]**
3. **Самостоятельное изучение тем дисциплины(6ч.)[3,7]** Рекомендуемые темы:
 - 1 Термодинамические основы растворения.
 - 2 Кинетика физического растворения
 - 3 Кинетика химического растворения
 - 4 Электрохимическое растворение
 - 5 Растворение при различном взаимодействии фаз
4. **Подготовка к экзамену(36ч.)[1,2,3]**

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Свит Т.Ф. Технологическое оборудование химических производств: Учебное пособие / Т.Ф. Свит, В.В. Зацепин; – Электрон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – URL: <http://elib.altstu.ru/eum/download/tnv/Svit-Zac-texobor.pdf> (дата обращения 07.12.2020). - Режим доступа: Электронная библиотечная система АлтГТУ

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 1 : Книга 1 — 2019. — 916 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111193> (дата обращения: 07.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2

книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 2 : Книга 2 — 2019. — 876 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111194> (дата обращения: 07.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Поникаров, И. И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи) : учебное пособие / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 716 с. — ISBN 978-5-8114-4753-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126151> (дата обращения: 07.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Дополнительная литература

5. Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки : учебник / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 604 с. — ISBN 978-5-8114-4988-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130190> (дата обращения: 07.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Смирнов, Н. Н. Альбом типовой химической аппаратуры (принципиальные схемы аппаратов) : учебное пособие / Н. Н. Смирнов, В. М. Барабаш, К. А. Карпов ; под общей редакцией Н. Н. Смирнова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-8114-4122-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115527> (дата обращения: 07.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

7. Портал фундаментального химического образования: сайт/ChemNet Россия. - Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».