Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 01.09.2023 20:16:00
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

Аннотация рабочей программы дисциплины «Процессы массопереноса»

Цель преподавания дисциплины:

- формирование у студентов современных представлений об обязательных в любом химическом процессе стадий массопереноса на должном макрокинетическом уровне, их научных основах и перспективных направлениях, освоение принципов составления математических моделей обозначенного процесса, а также оперирования такими моделями для получения необходимых результатов в химической практике.

Задачи изучения дисциплины:

- использование студентами познаний, полученных при изучении разных фундаментальных и технологических дисциплин, в интерпретации закономерностей протекания разнообразных процессов массопереноса;
- вычленение подобных закономерностей из закономерностей протекания их нехимических стадий и управление ими при реализации химических процессов;
- использование студентами знаний стадий нехимических процессов для разработки технологических процессов, инструкций, маршрутных карт;
- использование студентами знаний стадий нехимических процессов для контроля технологического процесса.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-3.2 Определяет технологический регламент производства композиционных материалов

ПК-6.1 Осуществляет разработку технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов

ПК-6.2 Ведет контроль технологического процесса

ПК-6.3 Осуществляет контроль и соблюдение требований охраны труда

Разделы дисциплины:

Особенности массопередачи в системах с твёрдой фазой

Адсорбция. Сушка

Растворение твердых тел в жидкости. Кристаллизация.

Простая перегонка и ректификация. Экстракция

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Естественно-научный
(наименование ф-та полностью)

_____ П.А. Ряполов
(подпись, инициалы, фамилия)

«21» 06 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы массопереноса
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 18.04.01 Химическая технология,
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль) «Химико-технологическое производство»
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2022

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология на основании учебного плана ОПОП ВО 18.04.01 Химическая технология подготовки, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «28» 02 2022 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 18.04.01 Химическая технология подготовки, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство» на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии № 14 «18» июня 2022 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кувардин Н.В.

Разработчик программы

к.х.н., доцент _____ Пожидаева С.Д.

(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.04.01 Химическая технология подготовки, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобренного Ученым советом университета протокол №9 «24» 02 2023 г., на заседании кафедры пр. №13 от 29.06.2023 .

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.04.01 Химическая технология подготовки, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобренного Ученым советом университета протокол №_«__»___20_г., на заседании кафедры _____ .

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.04.01 Химическая технология подготовки, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобренного Ученым советом университета протокол №_«__»___20_г., на заседании кафедры _____ .

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Формирование у студентов современных представлений об обязательных в любом химическом процессе стадий массопереноса на должном макрокинетическом уровне, их научных основах и перспективных направлениях, освоение принципов составления математических моделей обозначенного процесса, а также оперирования такими моделями для получения необходимых результатов в химической практике.

1.2 Задачи дисциплины

- использование студентами познаний, полученных при изучении разных фундаментальных и технологических дисциплин, в интерпретации закономерностей протекания разнообразных процессов массопереноса;
- вычленение подобных закономерностей из закономерностей протеканияя их нехимических стадий и управление ими при реализации химических процессов;
- использование студентами знаний стадий нехимических процессов для разработки технологических процессов, инструкций, маршрутных карт;
- использование студентами знаний стадий нехимических процессов для контроля технологического процесса.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
ПК-3	Способен разрабатывать технологические процессы, инструкции, маршрутные карты производства композиционных материалов и модернизации совершенствования технологического процесса	ПК-3.2 Определяет технологический регламент производства композиционных материалов	***Знать:*** обязательные в любом химическом процессе стадий массопереноса на должном макрокинетическом уровне; ***Уметь:*** разрабатывать технологические процессы, инструкции, маршрутные карты производства материалов ***Владеть :*** навыками модернизации и совершенствования технологического процесса
ПК-6	Способен разрабатывать документацию и контроль соблюдения трудовой дисциплины, обеспечивающий производственную деятельность	ПК-6.1 Осуществляет разработку технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов	***Знать:*** обязательные в любом химическом процессе нехимические стадии процесса; ***Уметь:*** разрабатывать технические задания на нехимические стадии процесса ***Владеть :*** навыками расчетов и составления отчета

		ПК-6.2 Ведет контроль технологического процесса	***Знать:*** оборудование и особенности нехимических стадий процессов; ***Уметь:*** организовать реализацию нехимической стадии процесса ***Владеть :*** навыками контроля, выявления отклонений и их корректировки
		ПК-6.3 Осуществляет контроль и соблюдение требований охраны труда	***Знать:*** оборудование и особенности нехимических стадий процессов для соблюдения регламентных технологических режимов; ***Уметь:*** принимать решения при организации реализации нехимической стадии процесса ***Владеть :*** навыками контроля, выявления отклонений и их корректировки для соблюдения требований охраны труда

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Процессы массопереноса» является элективной дисциплиной, входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 18.04.01 Химическая технология, направленность (профиль «Химико-технологическое производство». Дисциплина изучается на 1 курсе во 1 семестре».

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	44,1
в том числе:	
лекции	8
лабораторные занятия	18
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	63,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

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

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	Особенности массопередачи в системах с твёрдой фазой	Передача массы в пределах твёрдой фазы. Массопроводность. Математическая модель массопроводности на уровне элементарного объёма и её критериальное преобразование. Диффузионный критерий Фурье. Нестационарный режим массопроводности как главная особенность данного процесса. Массопередача в системах с твёрдой фазой и её брутто-механизм. Перемещение компонентов реакционных смесей в пределах одной фазы. Молекулярная и конвективная диффузия. Массоотдача. Диффузионный критерий Био и его смысл. Общий вид критериального уравнения перемещения массы в твёрдой фазе. Определяемый критерий этого уравнения, способ задания безразмерной концентрации в нём.
2	Адсорбция. Сушка	Распространение в природе и технике. Неосложнённая и осложнённая химическими превращениями адсорбция. Законы фазового равновесия при адсорбции типа $X_р = f(Y, T)$ и $X_р = f(Y)$. Кинетические уравнения (уравнения скорости) адсорбции в зависимости от природы её лимитирующей стадии (величины критерия $Bi_д$). Нестационарный характер адсорбции как её главная особенность. Специфика периодических процессов в неподвижном слое адсорбента. Сушка (десорбция влаги). Основные способы осуществления сушки. Равновесная влажность. Направление протекания процесса. Равновесие при сушке. Скорость сушки. Изменение температуры материала в процессе сушки. Тепловой баланс сушки. Растворение твердых тел в жидкости. Общие понятия и определения.
3	Растворение твердых тел в жидкости. Кристаллизация.	Равновесие и скорость растворения и выщелачивания. Способы растворения и выщелачивания. Основные понятия и определения. Равновесие при кристаллизации.
4	Простая перегонка и ректификация. Экстракция	Законы фазового равновесия для правильных растворов, нерастворимых жидкостей частично растворимых жидкостей, бинарных азеотропных смесей. Экстракция в системах жидкость – жидкость.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)*	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	Особенности массопередачи в системах с твёрдой фазой	2		1	У1-У6, М2	С 4	ПК-3, ПК-6
2	Адсорбция. Сушка	2	1,3, 8,9	2,3 4	У1-У6, М1, М2	С 8	ПК-3, ПК-6
3	Растворение твердых тел	2	2,4,	5,6	У1-У6, М1,	С 12	ПК-3,

	в жидкости. Кристаллизация.		5		М2		ПК-6
4	Простая перегонка и ректификация. Экстракция	2	6,7	7,8	У1-У6, М1, М2	С 16, Т(18)	ПК-3, ПК-6

С – собеседование, Т – тестирование,

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем,час.
1	Кинетические уравнения (уравнения скорости) адсорбции в зависимости от природы её лимитирующей стадии	2
2	Изучение факторов управления процессом растворения продуктов взаимодействия в органических средах	2
3	Экспериментальное определение скорости сушки	2
4	Изучение растворимости солей металлов в кинетическом варианте	2
5	Изучение процесса фазообразования веществ в водных растворах и факторов, влияющих на процесс	2
6	Законы фазового равновесия при разделении жидких смесей с помощью перегонки с дефлегмацией	2
7	Законы фазового равновесия при экстракции	2
8	Формирование защитного покрытия в процессе его сушки	2
9	Изучение процесса испарения растворителя	2
Итого		18

4.2.2 Практические работы

Таблица 4.2.2 – Практические работы

№	Наименование практической работы	Объем, час.
1	Основы массопередачи. Абсорбция	4
2	Основы массопередачи. Адсорбция	2
3	Сушка	2
4	Расчет сушилки	2
5	Выпаривание. Кристаллизация. Расчет выпарных установок.	2
6	Растворение	2
7	Перегонка и ректификация	2
8	Экстрагирование	2
Итого		18

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1.	Основы теории переноса количества массы. Массообменные (диффузионные процессы). Распространение в природе и технике. Наиболее распространённые варианты использования таких процессов в химической практике. Наиболее рас-	2 неделя	8

	пространённые в качестве нехимических стадий химических процессов массообменные процессы		
2.	Десорбция и регенерация адсорбента. Принципиальная схема адсорбционных и десорбционных процессов. Некоторые особенности ионообменных процессов	6 неделя	8
3.	Аппаратурно-технологические варианты процесса фильтрования. Аппаратурно-технологические варианты процесса адсорбции.	8 неделя	8
4.	Аппаратурно-технологические варианты растворения. Аппаратурно-технологические варианты процесса сушки	12 неделя	8
5.	Законы фазового равновесия для правильных растворов, нерастворимых жидкостей частично растворимых жидкостей, бинарных азеотропных смесей. Специальные виды перегонки. Аппаратурно-технологические варианты процесса кристаллизации	14 неделя	8
6.	Некоторые принципы ректификации многокомпонентных смесей. Периодически действующая ректификация	16 неделя	8
7.	Аппаратурно-технологические варианты процесса перегонки.	17 неделя	8
8.	Аппаратурно-технологические варианты процесса ректификации. Аппаратурно-технологические варианты процесса экстракции	18 неделя	7,9
Итого			63,9

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

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

– вопросов к зачету;

–методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

типографией университета:

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

–удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	Особенности массопередачи в системах с твёрдой фазой (лекция)	Разбор конкретных ситуаций	2
2	Адсорбция. Сушка (лекция)	Разбор конкретных ситуаций	2
Итого:			**4**
3	Кинетические уравнения (уравнения скорости) адсорбции в зависимости от природы её лимитирующей стадии	Разбор конкретных ситуаций	2
4	Изучение факторов управления процессом растворения продуктов взаимодействия в органических средах	Разбор конкретных ситуаций	2
5	Экспериментальное определение скорости сушки	Разбор конкретных ситуаций	2
6	Изучение растворимости солей металлов в кинетическом варианте	Разбор конкретных ситуаций	2
Итого:			**8**
7	Основы массопередачи. Абсорбция	Разбор конкретных ситуаций	4
8	Основы массопередачи. Адсорбция	Разбор конкретных ситуаций	2
9	Сушка	Разбор конкретных ситуаций	2
Итого:			**8**

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули)и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
ПК-3 Способен разрабатывать технологические процессы, инструкции, маршрутные карты производства композиционных материалов и модернизации совершенствования технологического процесса	Процессы массопереноса Технология основного органического и нефтехимического синтеза	Технология основного органического и нефтехимического синтеза	Производственная преддипломная практика
ПК-6 Способен разрабатывать документацию и контроль соблюдения трудо-	Процессы массопереноса Технология ос-	Технология основного органического и нефте-	Контроль и регулирование параметров химико-

вой дисциплины, обеспечивающий производственную деятельность	новного органического и нефтехимического синтеза Производственная практика (научно-исследовательская работа)	химического синтеза Производственная практика (научно-исследовательская работа)	технологических производств Производственная практика (научно-исследовательская работа) Производственная технологическая практика

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно)	Продвинутый уровень (хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
ПК-3 начальный	ПК-3.2 Определяет технологический регламент производства композиционных материалов	***Знать:*** особенности процесса массопереноса ***Уметь:*** частично проводить расчеты процессов массопередачи ***Владеть:*** частично навыками расчета элементов технологического процесса	***Знать***: стадии массопереноса и их описание; ***Уметь:*** проводить расчеты процессов массопередачи. ***Владеть навыками:*** расчета элементов технологического процесса	***Знать:*** обязательные в любом химическом процессе стадий массопереноса на должном макрокинетическом уровне; ***Уметь:*** разрабатывать технологические процессы, инструкции, маршрутные карты производства материалов ***Владеть :*** навыками модернизации и совершенствования технологического процесса
ПК-6 начальный	ПК-6.1 Осуществляет разработку технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов	***нать:*** частично нать нехимические тадии процесса; ***меть:*** ориентироаться в проведении асчётов по основым процессам масопередачи ***Владеть :*** навыками поиска и расчета справочных данных для проведения расчётов по основным процессам массопередачи	***нать:*** описание и сновные расчеты ехимических стадий роцесса ***меть:*** проводить асчёты по основным роцессам массопеедачи и вносить оррективы ***Владеть :*** навыками расчётов по основным процессам массопередачи	***Знать:*** обязательные в любом химическом процессе нехимические стадии процесса; ***Уметь:*** разрабатывать технические задания на нехимические стадии процесса ***Владеть :*** навыками расчетов и составления отчета
	ПК-6.2 Ведет контроль технологиче-	***Знать:*** особенности нехимических стадий. ***Уметь:*** частично	***нать:*** особенности ехимических стадий ринцип работы борудования	***Знать:*** оборудование и особенности нехимических стадий процессов; ***Уметь:*** организовать

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно)	Продвинутый уровень (хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
	ского процесса	проводить расчеты оборудования нехимических стадий ***Владеть :*** навыками контроля процесса	***Уметь:*** проводить расчеты оборудования нехимических стадий ***Владеть :*** навыками выявления отклонений процессов	реализацию нехимической стадии процесса ***Владеть :*** навыками контроля, выявления отклонений и их корректировки
	ПК-6.3 Осуществляет контроль и соблюдение требований охраны труда	***Знать:*** особенности нехимических стадий процессов ***Уметь:*** выявлять отклонения при организации нехимической стадии ***Владеть :*** навыками выявления отклонений при организации нехимической стадии	***Знать:***; особенности нехимических стадий процессов и основные характеристики соблюдения режимов ***Уметь:*** корректировать проведения процесса ***Владеть :*** навыками контроля и выявления отклонений организации нехимической стадии	***Знать:*** оборудование и особенности нехимических стадий процессов для соблюдения регламентных технологических режимов; ***Уметь:*** принимать решения при организации реализации нехимической стадии процесса ***Владеть :*** навыками контроля, выявления отклонений и их корректировки для соблюдения требований охраны труда

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Особенности массопередачи в системах с твёрдой фазой	ПК-3, ПК-6	Лекция, практическая, лабораторная работа, СРС	Вопросы М1	1-35	Согласно табл.7.2
2	Адсорбция. Сушка	ПК-3, ПК-6	Лекция, практическая, лабораторная работа, СРС	Вопросы М1	36-66	Согласно табл.7.2

3	Растворение твердых тел в жидкости. Кристаллизация.	ПК-3, ПК-6	Лекция, практическая, лабораторная работа, СРС	Вопросы М1	67-100	Согласно табл.7.2
4	Простая перегонка и ректификация. Экстракция	ПК-3, ПК-6	Лекция, практическая, лабораторная работа, СРС	Вопросы М1	101-160	Согласно табл.7.2

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы для собеседования

1. Классификация процессов массопередачи со свободной границей раздела фаз.
2. Способы выражения состава фаз.
3. Схемы материального баланса массообменного процесса со свободной границей раздела фаз.
4. Сформулируйте первый закон Фика. От чего зависят коэффициенты молекулярной диффузии, его физический смысл?
5. В чем состоят различия в переносе вещества конвекцией и массоодачей?

Вопросы в тестовой форме

1. Перенос вещества внутри одной фазы может происходить: 1 путем молекулярной диффузии; 2) путем конвекции и молекулярной диффузией одновременно. 3) путем конвекции 4) под действием турбулентной пульсации

Правильными ответами являются:

А) 1,2 Б)2 В) нет верных ответов Г) 4

2 Посредством одной молекулярной диффузии вещество перемещается

А) в совершенно неподвижной среде.

Б) в движущейся среде

В) нигде

Г) и в неподвижной и в движущейся средах

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде *бланкового и/или компьютерного* тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:
Чем отличается десорбция с поверхности твердых тел от десорбции растворенных газов из растворов?

Задание в открытой форме:
движущая сила процесса – это _____ .

Задание на установление соответствия:

Массопроводность – это	параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого массопроводностью в твердом теле
Молекулярная диффузия – это	перемещение вещества в твердой фазе.
диффузионный критерий Фурье – это	перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул.

Компетентностно-ориентированная задача:

Известно, что на выбранном элементе поверхности массообменного аппарата $\Delta X/\Delta У = 3$ Какое соотношение $К_X/К_У$ на этом элементе поверхности? Здесь ΔX и $\Delta У$- локальные движущие силы, а $К_X$ и $К_У$ – коэффициенты массопередачи, относящиеся соответственно к фазам G и L.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

– положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

– методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл	Максимальный балл

	балл	примечание	балл	примечание
1		3	4	5
Кинетические уравнения (уравнения скорости) адсорбции в зависимости от природы её лимитирующей стадии	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Изучение факторов управления процессом растворения продуктов взаимодействия в органических средах	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Экспериментальное определение скорости сушки	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Изучение растворимости солей металлов в кинетическом варианте	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Изучение процесса фазообразования веществ в водных растворах и факторов, влияющих на процесс		Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Законы фазового равновесия при разделении жидких смесей с помощью перегонки с дефлегмацией	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Законы фазового равновесия при экстракции		Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Формирование защитного покрытия в процессе его сушки	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Изучение процесса испарения растворителя		Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

– задание в закрытой форме –2 балла,
– задание в открытой форме – 2 балла,
– задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
– задание на установление соответствия – 2 балла,
– решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1 Разинов, А. И. Процессы массопереноса с участием твердой фазы=Mass transfer processes with a solid phase participation : учебное пособие : [16+] / А. И. Разинов, П. П. Су-

ханов ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012. – 96 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259392 (дата обращения: 14.09.2022). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

2. Иванов, Анатолий Михайлович. Макрокинетика химических процессов : учебное пособие / А. М. Иванов ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 340 с. - Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Иванов А. М. Макрокинетика химических процессов в исследованиях и технологической практике : монография / А. М. Иванов. - Курск : КурскГТУ. - Ч. 1 : Гомогенные гомофазные и гомогенные гетерофазные процессы / Курский государственный технический университет. -2009. - 139 с. - Текст : электронный.

4. Иванов А. М. Макрокинетика химических процессов в исследованиях и технологической практике : монография / А. М. Иванов. - Курск : [б. и.]. - Ч. 2 : Гетерогенные гетерофазные химические процессы / Юго-Зап. гос. ун-т. - 2010. - 209 с.- Текст : электронный.

5. Фролов, В. Ф. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии: примеры и задачи : учебное пособие / В. Ф. Фролов, П. Г. Романков, О. М. Флисюк. - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. - 544 с. : ил. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345 (дата обращения 10.09.2021) . - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

6. Поникаров, А. С. Многокомпонентный массоперенос в системах газ (пар) – жидкость : монография / А. С. Поникаров, Э. Ш. Теляков. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7882-2575-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/100561.html (дата обращения: 14.09.2022). — Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

7. Жуков, М. Ю. Массоперенос электрическим полем / М. Ю. Жуков. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2005. — 216 с. — ISBN 5-9275-0155-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/47037.html (дата обращения: 14.09.2022). — Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

8.3 Перечень методических указаний

1 Процессы массопереноса : методические указания к лабораторным работам по курсам: «**Процессы массопереноса**» и «Аппаратурное оформление химических процессов» для студентов направления 18.04.01 - Химическая технология / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Д. Пожидаева, А. М. Иванов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 31 с. - Текст : электронный.

2. Процессы массопереноса : методические указания к практической и самостоятельной работе по курсам: «**Процессы массопереноса**» и «Аппаратурное оформление химических процессов» для студентов направления 18.04.01 - Химическая технология / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Д. Пожидаева, А. М. Иванов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 31 с. - Текст : электронный.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Справочники химика и химика-технолога в библиотеке университета,
отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:
Химическая технология

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

1. Интернет тренажеры по химии (i-exam.ru)

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (elibrary.ru)
3. Федеральный портал «Российское образование»: http://www.edu.ru/
4. Химические сайты: http://www.xumuk.ru/,http://www.alximik.ru/,http://anchem.ru/, http://www.chemistry.ru/,http://www.rusanalytchem.org/, http://window.edu.ru/resource/664/50664/.

Доступ к книгам абонемента, статьям периодической печати, базе данных трудов ученых ЮЗГУ (Известия ЮЗГУ).

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вся методическая литература и методические указания, необходимые для самостоятельного изучения дисциплины перечислены в пунктах 8.1 и 8.2.

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции лабораторные и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Важнейшим фактором успешного усвоения материала по дисциплине является систематическая и целенаправленная самостоятельная работа студентов. Она включает в себя работу по освоению и закреплению теоретического материала курса, выполнению текущих заданий по практическим занятиям, написание отчетов в соответствии с индивидуальным заданием.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам и во многом определяется ее ритмичностью (для чего эту работу необходимо планировать или придерживаться рекомендуемым графикам) и учебно-методическим обеспечением дисциплины.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, спо-

собствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

Отчеты по практическим занятиям оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в методических указаниях.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществле-нии образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программ-ного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Антивирус Kaspersky Лицензия 156A-160809-093725-387-506.
Libreoffice (Бесплатная, GNU General Public License);
операционная система Windows (Договор IT000012385)

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

Мультимедиацентр: ноутбук ASUS X50VL PMD - T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сумка/проектор inFocus IN24+

Аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Лабораторная посуда (пробирки, колбы, пипетки, бюретки, бюксы и др.).

Лабораторное оборудование: шкаф вытяжной лабораторныйL=1500, хроматограф жидкостной микроколоночный «Милихром5» в комплекте с ПЭВМ, ультразвуковой низкочастотный диспергатор УЗДН – 1, рефрактометр ИРФ 454 БМ, pH-метр МУЛЬТИТЕСТ ИПЛ-311, иономер универсальный ЭВ-74, колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2, шкаф сушильный ШС-40М, печь ПМ-10 (керамика) 100-1000С,V 8л, в/сушильный шкаф Р-6925 тр.76, весы аналитические ВСЛ-200/01 А (НПВ 205г., дискретность 0,1 мг), весы электронные ВСТ-150/0.005г.II высокий класс точности**, гиря 100гр., родистилятор Москва Главснаб ПО-100, электроплитка лабораторная, баня комбинированная лабораторная, pH-метр/кондуктометр АНИОН 4150, тридистиллятор UD-3015, магнитная мешалка.

Набор реактивов по каждой лабораторной работе.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменных	заменен-ных	аннулирован-ных	новых			