

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Мухамед Шамилевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 14.11.2023 14:53:25

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. академика М. Д. Миллионщикова**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**«ПРОЦЕССЫ МАССОПЕРЕНОСА СИСТЕМЫ С УЧАСТИЕМ  
ТВЕРДОЙ ФАЗЫ»**

**Направление подготовки**  
18.04.01 «Химическая технология»

**Направленность (профиль)**

"Химическая технология органических веществ"  
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

**Квалификация**  
Магистр

Год начала подготовки

2021

Грозный 2021 г.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» состоит в формировании компетенций, связанных с совершенствованием технологических процессов с участием сорбентов и катализаторов, а также приобретение студентами знаний включающих: общие понятия, закономерности, основные уравнения процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы, умение применять приобретённую совокупность знаний при выполнении расчётов основных химико-технологических переделов и выполнение элементов проектных разработок.

Задача дисциплины в том, чтобы на основании полученных знаний будущий магистрант мог участвовать в разработке конкурентоспособных технологий, осуществлять технологический процесс в соответствии с требованиями технологического регламента.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» относится к образовательной части профессионального цикла профилей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Химическая технология органических веществ» второго уровня высшего профессионального образования магистратуры.

Дисциплина является предшествующей для изучения последующих всех дисциплин профессиональной части.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУБ)
	Профессиональные	
ПК-7 Способен разрабатывать методики проектирования изделий из наноструктурированных композиционных материалов	ПК-7.2. Отрабатывает технологические режимы, методику проведения испытаний	<b>знать:</b> - новые методы исследования; - методы обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи; - классификацию современных приборов и методики проведения экспериментов;
ПК-10 Способен планировать и проводить химические исследования, обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы, применять методы экспериментального исследования	ПК-10.1. Проводит анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний	<b>уметь:</b> - использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ;
	ПК-10.2. Организует сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-	- эксплуатировать

	технической информации	современное оборудование и приборы в соответствии с направлением и профилем подготовки; - проводить обработку экспериментов и анализировать их результаты;
	ПК-10.3 Контролирует назначение, устройство нового современного технологического оборудования, принципа его работы и правил его эксплуатации	
	ПК-10.4 Осуществляет анализ и оптимизацию процессов управления жизненным циклом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<b>владеть:</b> - информационными технологиями для приобретения самостоятельных знаний и умений. - методами математического моделирования материалов и технологических процессов

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач. ед.		Семестры	
	ОФО	ОЗФО	3	3
			ОФО	ОЗФО
<b>Контактная работа (всего)</b>	96/2,7	64/1,8	96/2,7	64/1,8
В том числе:				
Лекции	32/0,9	16/0,4	32/0,9	16/0,4
Практические занятия	32/0,9	32/0,9	32/0,9	32/0,9
Лабораторные работы	32/0,9	16/0,4	32/0,9	16/0,4
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	84/2,3	116/3,2	84/2,3	116/3,2
В том числе:				
Курсовая работа (проект)				
Расчетно-графические работы				
ИТР				
Рефераты				
Доклады				
Презентации				
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Вопросы для самостоятельного изучения	34/0,9	50/1,4	34/0,9	50/1,4
Подготовка к лабораторным работам	20/0,6	28/0,8	20/0,6	26/0,7
Подготовка к практическим занятиям	20/0,6	28/0,8	20/0,6	27/0,7
Подготовка к экзамену	10/0,1	10/0,1	10/0,1	10/0,1
<b>Вид отчетности</b>	экзамен	экзамен	экзамен	экзамен
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	180/5	180/5	180/5
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	5	5	5

#### 5. Содержание дисциплины

## 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий	Часы практических (семинарских) занятий	Часы лабораторных занятий	Всего часов
1	Введение	2			2
2	Общие закономерности переноса вещества во внешней фазе	4	6		10
3	Общие закономерности переноса вещества в твердой фазе	4	6		10
4	Адсорбция	6	6	8	20
5	Сушка	6	4	8	18
6	Растворение и экстрагирование в системе твердое тело-жидкость	6	6	8	20
7	Кристаллизация	4	4	8	16
	<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>96</b>

## 5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Цели и задачи дисциплины
2	Общие закономерности переноса вещества во внешней фазе	Механизмы переноса вещества во внешней фазе. Диффузионный пограничный слой и уравнение массоотдачи. Критериальные уравнения массоотдачи.
3	Общие закономерности переноса вещества в твердой фазе	Структура материалов твердой фазы. Классификация материалов твердой фазы. Диффузионное равновесие. Основные механизмы массопереноса. Экспериментальная проверка уравнения массопроводности.
4	Адсорбция	Физическая и химическая адсорбция. Адсорбенты и их свойства. Равновесие при адсорбции. Уравнение материального баланса адсорбции. Кинетика адсорбции. Равновесная и неравновесная адсорбция. Адсорберы. Устройство и принцип действия. Расчет адсорберов. Десорбция и ионный обмен
5	Сушка	Основные понятия и определения. Основные физические свойства влажного газа. Твердое тело как объект сушки. Равновесие фаз при сушке. Материальный баланс конвективной сушки. Тепловой баланс сушки. Принципиальные схемы процессов сушки. Кинетика сушки. Массоперенос при сушке. Продолжительность сушки. Расчет сушильных установок

6	Растворение и экстрагирование в системе твердое тело-жидкость	Растворение. Экстрагирование растворенного вещества. Экстрагирование твердого вещества. Способы экстрагирования и растворения. Устройство и принцип действия экстракторов и аппаратов для растворения.
7	Кристаллизация	Равновесие при кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации. Кинетика кристаллизации. Разделение смесей кристаллизацией. Устройство и принцип действия кристаллизаторов.

### 5.3. Лабораторные занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Адсорбция	Структурно-поверхностные характеристики и методы их исследования. Определение удельной поверхности.
3	Адсорбция	Основные характеристики адсорбентов и катализаторов. Определение активности катализаторов
4	Сушка	Способы приготовления сорбентов. Получение сорбента на основе дисперсного кремнезема и на основе алюмогеля.
5	Сушка	Способы приготовления катализаторов. Получение катализатора нанесением активного компонента из раствора.
6	Растворение и экстрагирование в системе твердое тело-жидкость	Применение сорбентов в газовой хроматографии. Приготовление колонки для газ-адсорбционной хроматографии.
7	Растворение и экстрагирование в системе твердое тело-жидкость	Проведение хроматографического разделения газов на приготовленной колонке.

### 5.4 Практические (семинарские) занятия

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)
1	Общие закономерности переноса вещества во внешней фазе	Определение коэффициента массоотдачи во внешней фазе с помощью критериальных уравнений.
2	Общие закономерности переноса вещества в твердой фазе	Определение коэффициента внутренней массоотдачи для систем с участием твердого тела.
3	Адсорбция	Расчет времени защитного действия слоя поглотителя. Определение продолжительности адсорбции. Принципы расчета адсорберов периодического действия. Принципы расчета адсорберов непрерывного действия.

4	Сушка	Определение характеристик влажного пара. Определение расхода сухого воздуха, расхода теплоты на сушку, теплового КПД. Материальный и тепловой балансы сушки. Принципы расчета сушильных установок.
5	Растворение и экстрагирование в системе твердое тело-жидкость	Составление уравнения материального баланса процесса экстрагирования растворенного вещества из твердого тела для прямоточного и противоточного движения фаз. Определение размеров экстракционного аппарата
6	Кристаллизация	Материальный и тепловой баланс кристаллизаторов. Расчеты кристаллизаторов различных типов

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Процессы массопереноса с участием твердой фазы», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом; поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной тематике дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к экзамену.

### 6.1 Темы для самостоятельного изучения

1. Обзор и анализ мировых достижений в области химической технологии.
2. Проблема энерго- и ресурсосбережения в химической технологии.
3. Основные научные и технические проблемы химической технологии.
4. Современное состояние и проблемы очистки жидкостей от механических примесей.
5. Современное состояние и проблемы обезвоживания суспензий.
6. Современное состояние и проблемы сушки непластичного минерального сырья.
7. Современное состояние и проблемы сушки органического сырья.
8. Физические методы интенсификации процессов химической технологии.
9. Использование наноструктур в химической технологии.
10. Проблема энергосбережения в промышленности высокотемпературного синтеза.
11. Проблема ресурсосбережения в промышленности высокотемпературного синтеза.
12. Проблемы внедрения (использования) малоотходных и безотходных технологий при производстве химических продуктов.
13. Роль и значение оптимизации физико-химических условий проведения технологических процессов в решении проблем химической технологии.

### 6.2 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

1. Рудобашта С. П. Массоперенос в системах с твердой фазой. М.: Химия, 1980, - 248 с
2. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Химия, 1980. – 256с.

3. Кузнецов А.А., Кагерманов С.М., Судаков Е.Н. Расчёты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. – 2-е изд., пер. и доп. – Л.: Химия, 1974. – 344с.

## 7. Оценочные средства

### 7.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

#### 7.1.1 Вопросы к экзамену

1. Механизмы переноса вещества во внешней фазе.
2. Диффузионный пограничный слой и уравнение массоотдачи.
3. Критериальные уравнения массоотдачи.
4. Структура материалов твердой фазы.
5. Классификация материалов твердой фазы.
6. Диффузионное равновесие.
7. Основные механизмы массопереноса.
8. Экспериментальная проверка уравнения массопроводности.
9. Физическая и химическая адсорбция.
10. Адсорбенты и их свойства.
11. Равновесие при адсорбции.
12. Уравнение материального баланса адсорбции.
13. Кинетика адсорбции.
14. Равновесная и неравновесная адсорбция.
15. Адсорберы. Устройство и принцип действия.
16. Расчет адсорберов.
17. Десорбция и ионный обмен.
18. Основные понятия и определения.
19. Основные физические свойства влажного газа.
20. Твердое тело как объект сушки.
21. Равновесие фаз при сушке.
22. Материальный баланс конвективной сушки.
23. Тепловой баланс сушки.
24. Принципиальные схемы процессов сушки.
25. Кинетика сушки. Массоперенос при сушке.
26. Продолжительность сушки. Расчет сушильных установок.
27. Растворение. Экстрагирование растворенного вещества.
28. Экстрагирование твердого вещества.
29. Способы экстрагирования и растворения.
30. Устройство и принцип действия экстракторов и аппаратов для растворения.
31. Равновесие при кристаллизации.
32. Материальный и тепловой балансы кристаллизации.
33. Кинетика кристаллизации.
34. Разделение смесей кристаллизацией.
35. Устройство и принцип действия кристаллизаторов.

#### 7.1.2 Примерный образец билета к экзамену

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ**  
имени академика М.Д. Миллионщикова

кафедра «Химическая технология нефти и газа»

Билет №1

Дисциплина **«Процессы массопереноса системы с участием твердой фазы»**

Институт нефти и газа группа \_\_\_\_\_ семестр \_\_\_\_\_

1. Сформулируйте основные положения теории капиллярной конденсации. 2. Приведите фундаментальное адсорбционное уравнение и дайте определение избыточной адсорбции.

*Утверждаю:*

*Лектор* \_\_\_\_\_ *Зав. кафедрой «ХТНГ»* \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

### **Критерии оценки знаний студента на экзамене**

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

## **7.2 Текущий контроль**

### **7.2.1 Образец вопросов текущего контроля для лабораторных работ**

1. Структурно-поверхностные характеристики и методы их исследования.
2. Основные характеристики адсорбентов и катализаторов.
3. Способы приготовления.
4. Исследование полученных сорбентов.
5. Способы приготовления катализаторов.
6. Применение сорбентов в газовой хроматографии.
7. Проведение хроматографического разделения газов на подготовленной колонке.

### **7.2.3 Примеры задач для решения на практических занятиях**

1. Ниже приведены экспериментальные данные по адсорбции азота на TiO<sub>2</sub> (рутиле) при 75 К:



$P \cdot 10^2$ Па.....	60,94	116,41	169,84	218,65	275,25
$A$ , моль/кг.....	0,367	0,417	0,467	0,512	0,567

Постройте график соответствующий линейному уравнению БЭТ. Найдите константы  $A_\infty$  и  $k$ . Рассчитайте удельную поверхность адсорбента. Давление насыщенного пара азота при указанной температуре  $P_s=78300$  Па, площадь, занимаемая одной молекулой азота  $S_0=0,16$  нм<sup>2</sup>.

2. Окись углерода адсорбируется на слюде; данные при 90 К представлены ниже. Определите, какой изотерме – Лэнгмюра или Фрейндлиха – лучше соответствуют эти данные? Каково значение  $K$  для адсорбционного равновесия? Взяв общую поверхность равной 6200см<sup>2</sup>, рассчитайте площадь, занимаемую каждой адсорбированной молекулой.

$V_a$ , см <sup>3</sup> .....	<b>0,130</b>	<b>0,150</b>	<b>0,162</b>	<b>0,166</b>	<b>0,175</b>	<b>0,180</b>
$P$ , мм. рт. ст.....	100	200	300	400	500	600.

3. При измерении адсорбции газообразного азота на активном угле при 194.4К были получены следующие данные:

$p \cdot 10^{-3}$ , Па.....	1,86	6,12	17,96	33,65	68,89
$A \cdot 10^3$ , м <sup>3</sup> /кг.....	5,06	14,27	23,61	32,56	40,83

Значения  $A$  даны для азота при нормальных условиях.

Рассчитайте, постоянные в уравнение Лэнгмюра и удельную поверхность активированного угля, принимая плотность газообразного азота равной

1,25 кг/м<sup>3</sup>, а площадь занимаемую одной молекулой азота на поверхности адсорбента, равной 0,16 нм<sup>2</sup>.

**7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.**

**Таблица 7**

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
<b>ПК-7 Способен разрабатывать методики проектирования изделий из наноструктурированных композиционных материалов</b>					
<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- новые методы исследования;</li> <li>- методы обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи;</li> <li>- классификацию современных приборов и методики проведения экспериментов;</li> </ul>	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы и билеты к текущим аттестациям, к экзамену
<p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ;</li> </ul>	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

<p>- эксплуатировать современное оборудование и приборы в соответствии с направлением и профилем подготовки;</p> <p>- проводить обработку экспериментов и анализировать их результаты;</p>					
<p><b>владеть:</b></p> <p>- информационными технологиями для приобретения самостоятельных знаний и умений.</p> <p>- методами математического моделирования материалов и технологических процессов</p>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	
<p><b>ПК-10 Способен планировать и проводить химические исследования, обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы, применять методы экспериментального исследования</b></p>					
<p><b>знать:</b></p> <p>- новые методы исследования;</p> <p>- методы обработки, анализа и систематизации научно-</p>	<p>Фрагментарные знания</p>	<p>Неполные знания</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания</p>	<p>Сформированные систематические знания</p>	<p>вопросы для контрольной и самостоятельной работы, тестовые задания .</p>

<p>технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию современных приборов и методики проведения экспериментов;</li> </ul>					
<p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ;</li> <li>- эксплуатировать современное оборудование и приборы в соответствии с направлением и профилем подготовки;</li> <li>- проводить обработку экспериментов и анализировать их результаты;</li> </ul>	<p>Частичные умения</p>	<p>Неполные умения</p>	<p>Умения полные, допускаются небольшие ошибки</p>	<p>Сформированные умения</p>	

<p><b>владеть:</b>  - информационными технологиями для приобретения самостоятельных знаний и умений.  - методами математического моделирования материалов и технологических процессов</p>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	
---	------------------------------------	---	---	--	--

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- для слепых: задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо 14 надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- для слабовидящих: обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- для глухих и слабослышащих: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **9.1 Литература**

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973. 784 с. <https://booksee.org/book/468326>
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 2004. 753 с. <https://docviewer.yandex.ru/view/1362101678/?>
3. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу ПАХТ. Л.: Химия, 1987. 575 с. <https://booksee.org/book/541321>
4. Романков П. Г., Фролов В. Ф., Флисюк О. М., Курочкина М. И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи). Л.: Химия, 1993. 496 с. <https://www.booktech.ru/books/processy-i-apparaty/201-metody-rascheta-processov-i-apparatov-himicheskoy-tehnologii-2009.html>
5. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. Часть 1. - М.:Химия, 1995 - 400 с. <http://alumni.pharminnotech.com/biblioteka/paht>
6. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. Часть 2. - М.:Химия, 1995 - 368 с. <http://alumni.pharminnotech.com/biblioteka/paht>
7. Плановский А. Н., Николаев П. И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. М.: Химия, 1987. 496 с. [https://www.studmed.ru/planovskiy-a-n-nikolaev-p-i-processy-i-apparaty-himicheskoy-i-neftehimicheskoy-tehnologii\\_826ec6ce76c.html](https://www.studmed.ru/planovskiy-a-n-nikolaev-p-i-processy-i-apparaty-himicheskoy-i-neftehimicheskoy-tehnologii_826ec6ce76c.html)
8. Николаева Грам.И. Ханхунув Ю.Мтр. Ухеев Грам.Ж. и др. Массообменные процессы. ВСГТУ: 2005:238 с. [https://www.studmed.ru/nikalaev-nikolaev-gi-hanhunov-yum-i-dr-massoobmennye-processy\\_22ed13a31e5.html](https://www.studmed.ru/nikalaev-nikolaev-gi-hanhunov-yum-i-dr-massoobmennye-processy_22ed13a31e5.html)
9. Никифоров И.А. Адсорбционные методы в экологии. Электронное издание.2011., 45с. [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/174.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/174.pdf)
10. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа. Под.ред Б.И. Бондаренко. М.: Химия. 1983 г. <https://booksee.org/book/626488>
11. Справочник нефтепереработчика: Справочник под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина. Л.: Химия. 1986. 648с. <https://booksee.org/book/542351>

#### **а) программное обеспечение и Интернет – ресурсы**

1. Электронный конспект лекций
2. [www.e-library.ru](http://www.e-library.ru);
3. [www.chemindustry.ru](http://www.chemindustry.ru)
4. [www.mirnefti.ru](http://www.mirnefti.ru);
5. [www.neftekhimiya.ips.ac.ru](http://www.neftekhimiya.ips.ac.ru);

### **9.2 Методические указания по освоению дисциплины «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» (Приложение 1)**

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

**10.1** Кафедра располагает мультимедийными аудиториями для проведения лекционных, практических занятий по дисциплине «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» .

**10.2** Химическая лаборатория кафедры.



### Методические указания по освоению дисциплины «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы»

#### **1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.**

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» состоит из 7 связанных между собою тем, обеспечивающих последовательное изучение материала. Обучение по дисциплине «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/лабораторные занятия).
2. Самостоятельная работа студента (вопросы для самостоятельного изучения, подготовка к практическим и лабораторным работам, подготовка к экзамену).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 - 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 -15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

#### **2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.**

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно

излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, 20 делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим**

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;

3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;

5. Выполнить домашнее задание;

6. Проработать тестовые задания и задачи;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

### **1. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине **«Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы»** - это углубление и расширение знаний в области приготовления и анализа товарной продукции; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

#### Виды СРС и критерии оценок

1. Работа с лекционным материалом
2. Подготовка к практическим занятиям
3. Подготовка к лабораторным работам
4. Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку
5. Подготовка к экзамену
6. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает

доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

**Составитель:**

Доцент кафедры «ХТНГ»

/ Идрисова / / Э.У.Идрисова /

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. каф. «ХТНГ»

/ Махмутова / / Л.Ш. Махмудова /

Директор ДУМР

/ Магомаева / / М.А. Магомаева /