

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Кафедра «Технология переработки нефти и газа»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор ГОУВПО «КнАГТУ»  
\_\_\_\_\_ А.Р. Куделько  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины " Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов " основной образовательной программы подготовки дипломированных специалистов по специальности: 240403 – «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная
Объем дисциплины	139 часов; 4,0 зачётных единиц

Комсомольск-на-Амуре 2008

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Технология переработки нефти и газа»

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ В.В. Петров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебно-методического  
управления к.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ А.А. Скрипилев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

Декан факультета экологии  
и химической технологии к.х.н., доцент

\_\_\_\_\_ В.В. Телеш  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

Рабочая программа рассмотрена, одобрена и рекомендована к использованию  
методической комиссией ФЭХТ

Председатель методической  
комиссии к.х.н., доцент

\_\_\_\_\_ О.Г. Шакирова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

Автор рабочей программы доцент

\_\_\_\_\_ А.В. Устинов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 года

## Введение

Рабочая программа разработана на основании требований Государственного Образовательного Стандарта для специальности 240403 – «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Данная рабочая программа по дисциплине «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов» является базовым и руководящим документом для студентов указанной специальности и преподавателей, которые ведут занятия по данной дисциплине. Рабочая программа предназначена для четкой ориентации и представления, чем конкретно предстоит заниматься при изучении и освоении данной дисциплины. Содержание программы охватывает основные положения дисциплины: классификация процессов и аппаратов нефтегазопереработки и нефтехимии; составление материальных и энергетических балансов; физическое моделирование процессов и аппаратов нефтегазопереработки и нефтехимии; теория основных массообменных процессов и оборудование, применяемое для их проведения.

Современная технология нефтегазопереработки и нефтехимии базируются на массообменных, гидромеханических и тепловых процессах. Ведущее положение сохранится за массообменными процессами и в будущем, они будут занимать одно из основных мест благодаря универсальности данных процессов, таких как ректификация, экстракция, абсорбция, адсорбция.

К массообменным процессам относятся процессы преимущественного переноса компонента или компонентов из одной фазы в другую. Явление переноса сопровождается изменением концентрации компонентов в фазах и поэтому лежит в основах разделения.

На нефтегазовых и нефтехимических производствах работают три основных этапа:

- подготовка сырья;
- химические превращения;
- разделение продуктов.

Массообменные процессы обеспечивают в значительной степени стадии «Подготовки сырья» и «Разделение продуктов». А стадия химического превращения сопровождается массопереносом компонентов в зону реакции и из неё. По этой причине на проектирование и изготовления массообменной аппаратуры, оснащение её приборами и оснасткой затрачивается до 50% капитальных вложений.

Современное нефтегазовое и нефтехимическое производство перерабатывает гигантские объёмы сырья, использует громадное количество энергии различных видов, осуществляется при больших объёмах капитальных и эксплуатационных затрат. Отсюда вытекает одно из

основополагающих требований к современному производству – его экономичность. К аппаратам и процессам предъявляются требования увеличения их единичной мощности при одновременном повышении экономичности, надежности и долговечности.

## **1 Пояснительная записка**

### **1.1 Требования государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к структуре и содержанию дисциплины.**

Дисциплина «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов» изучает процессы по переносу массы – массообменные, гидромеханические, тепловые, химические и механические. Каждый из процессов имеет теоретические разработки и законы физического, химического, математического моделирования, которые позволяют конструировать машины и аппараты, усовершенствовать технологию и сам процесс, тем самым добиваясь наилучших экономических показателей по переработки нефти и газа.

### **1.2 Предмет, цели, задачи и принципы построения дисциплины**

#### **Цель**

Дисциплина «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов» предназначена заложить предпосылки для развития у студентов способностей к техническому мышлению, самообразованию, умению творчески применять полученные знания на практике и дать студентам знания по принципам работы, устройству, регулировке и обслуживанию оборудования в химической и нефтехимической промышленности.

#### **Задачи**

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными процессами и аппаратами;
- изучение теоретических основ конструирования процессов и аппаратов;
- основные понятия об устройствах, расчетах и о характеристиках данных процессов;
- изучение методов рационального выбора процессов и аппаратов, регулирование режимов их работы;
- усовершенствование существующих процессов и аппаратов.

Кроме того, задачей дисциплины является изучение новых представлений, определений, терминов, которые надо не только понять и запомнить, но и которыми надо научиться свободно оперировать.

**При изучении дисциплины необходимо усвоить:**

- основные типы процессов и аппаратов, их классификацию;
- основные понятия об устройствах, расчетах, а так же характеристиках процессов и аппаратов;
- основы конструирования процессов и аппаратов;
- материал по проектированию оборудования и участков; основы методики выбора оборудования и компоновки узла сооружений и конструкций отдельных сооружений, входящих в состав участков;
- материалы ведущих проектных организаций и производственных объединений, накопивших большой опыт проектирования соответствующего оборудования, участков, цехов;
- единую терминологию и определения для процессов и аппаратов нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических отраслях промышленности.

**При изучении дисциплины необходимо практически уметь:**

- при решении производственных задач правильно использовать принципы действия и устройства наиболее распространенных видов процессов и аппаратов, используемых в химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности;
- применять знание теории процессов и аппаратов по вопросам, связанным с применением этих аппаратов;
- производить расчеты, связанные с приспособлением процессов и аппаратов к требуемым технологическим условиям;
- использовать основы проектирования процессов и аппаратов;
- производить геометрические и прочностные расчеты процессов и аппаратов;
- самостоятельно решать инженерные задачи, внедряя в своем проекте прогрессивное и передовое, имеющееся в отрасли и смежных отраслях техники;
- применять в проекте современные организационные и экономические методы производственной деятельности предприятий отрасли;
- пользоваться научно-технической литературой и специальными информационными материалами.

**Принципы построения дисциплины**

Дисциплина «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов» построена на принципе закрепления изученного теоретического материала последовательным решением практических задач и проведением лабораторных работ. Материал изучаемый на занятиях построен последовательно, основываясь на ранее изученном по данной дисциплине или на других курсах. Обучение построено таким образом, что на одном занятии изучаемое понятие или углубляется или расширяется, по основному педагогическому правилу 4 степени углубления и 4 степени расширения понятия.

Дисциплина «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов» состоит из следующих видов занятий.

**Лекции**, на которых рассматривают основные понятия, определения, классификация процессов и аппаратов; принципы действия и устройство; характеристики и методы регулирования; составление материальных и энергетических балансов; физическое моделирование процессов и аппаратов нефтегазопереработки и нефтехимии; теория основных массообменных процессов и оборудование, применяемое для их проведения.

**Практические занятия.** Целевой установкой практических занятий по дисциплине «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов» является обучение студентов методике расчета и проектирования процессов и аппаратов путем рассмотрения примеров и решения конкретных задач:

- по рациональному размещению оборудования (компоновка оборудования);
- по расчётам размеров и габаритов аппаратов;
- по выбору и проектированию внутренних устройств;
- по расчётам штуцеров, снеговым и ветровым нагрузкам;
- по выбору изоляционных материалов и расчёту их толщины.

Во время практических занятий студенты должны научиться пользоваться основными справочниками, выработать навыки к ведению технического расчета.

### **1.3 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой образовательной программы**

Для успешного изучения дисциплины «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов» необходимы хорошие знания ряда смежных дисциплин: «Начертательную геометрию и черчение», «Химию», «Физику», «Сопrotивление материалов», «Гидравлику», «Теорию механизмов и машин», «Детали машин», «Электротехнику», «Теплотехнику», «Строительные конструкции», «Нефтехимическую технологию», «Вычислительную технику и программирование», «Термодинамику».

Знание дисциплины «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов» требуется для выполнения дипломного проекта по специальности, а также для повседневной практической и творческой деятельности в качестве инженера предприятий химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности.

## 1.4 Объемы учебной работы и предусмотренные рабочими учебными планами реализуемой образовательной программы формы аттестации ее результатов

### Характеристика трудоемкости дисциплины

Таблица 1

Виды учебной работы	Семестр	Объемы учебной работы (в семестре/в неделю), ч.			Объемы учебной работы в кредитах (зачетных единицах)
		Аудиторные занятия	Самостоятельная работа	Всего	
1. Предусмотренный рабочим учебным планом объем изучения дисциплины в учебных семестрах:					
- всего	-	68/4	71/4	139/4	4,0
- в т.ч. по семестрам	9	68/4	71/4	139/4	4,0
2. По видам аудиторных занятий:					
- лекции	9	17/1	-	17/1	0,5
- практические занятия	9	51/3	-	51/3	1,5
3. Аттестация по дисциплине:					
- зачет	9	-	-	-	-
4. Итого объем дисциплины по семестрам (записи в зачетную книжку):					
-зачет	9	-	-	139	4,0
5. Итого трудоемкость дисциплины				139	4,0

## 2 Структура и содержание дисциплины

### Структура дисциплины

Таблица 2

Номер и наименование темы	Вид занятий
1	2
Введение. 1.Классификация процессов и аппаратов нефтегазовой переработки и нефтехимии	Лекция
2. Процессы массопередачи. Уравнение, движущая сила, материальный баланс, пропускная способность, рабочая линия	Лекция, практические работы

1	2
3. Дистилляция. Законы равновесия для идеальных смесей. Материальный и тепловой баланс дистилляции. Дистилляция в инертном газе, молярная дистилляция	Лекция, практические, лабораторные работы
4. Ректификация. Сущность ректификации. Материальные и тепловые потоки в ректификационных аппаратах. Устройство и эффективная работа ректификационных аппаратов	Лекция, Практические, лабораторные работы
5. Жидкостная экстракция. Сущность жидкостной экстракции. Конструкция экстракционных аппаратов. Выбор экстрагента. Расчёты процесса экстракции	Лекция, Практические, лабораторные работы
6. Адсорбция. Физико-химические основы адсорбционных процессов. Материальный баланс и математическое описание адсорбционного процесса. Адсорбционные аппараты. Технологические расчёты адсорбционных процессов	Лекция, Практические, лабораторные работы
7. Абсорбция. Промышленное применение абсорбционных процессов. Законы лежащие в основе абсорбционного процесса. Аппараты абсорберы. Материальный и тепловой баланс процесса абсорбции. Расчеты аппаратов абсорбционного процесса	Лекция Практические, лабораторные работы

### 3 Календарный график изучения дисциплины

#### 3.1 Лекции

Наименование тем и содержание лекций

Таблица 3

Номер, наименование темы и содержание	Объем, ч
Введение 1. Классификация процессов и аппаратов нефтегазовопереработки и нефтехимии. Гидравлические, тепловые, массообменные, гидромеханические, химические, механические процессы, их движущая сила и законы, определяющие скорости процессов	1
2. Процессы массопередачи. Характеристика (диффузионных) массообменных процессов. Законы Рауля, Генри, Коновалова для равновесия идеальных и реальных смесей. Закон массопередачи	2
3. Дистилляция. Дистилляция, дистилляция в инертном газе, молярная дистилляция	2

1	2
4. Ректификация. Сущность ректификации. Материальные и тепловые потоки в ректификационных аппаратах. Устройство и эффективная работа ректификационных аппаратов. Технологические расчёты ректификационной колонны	3
5. Жидкостная экстракция. Сущность жидкостной экстракции. Материальные и тепловые потоки в аппаратах жидкостной экстракции. Устройство и эффективная работа аппаратов жидкостной экстракции. Технологические расчёты жидкостного экстрактора	3
6 Адсорбция. Применение процессов адсорбции. Адсорбенты. Физико-химические основы адсорбционных процессов. Математическое описание адсорбции. Аппараты адсорберы. Технологические расчёты адсорбционных аппарата	3
6. Абсорбция. Промышленное применение абсорбционных процессов. Равновесие при абсорбции. Законы лежащие в основе абсорбционного процесса. Аппараты абсорбционного процесса. Материальный и тепловой баланс абсорбции. Расчёты абсорбционного аппарата	3
<b>Итого 9 семестр</b>	17
<b>Итого по дисциплине в целом лекций</b>	17

### 3.2 Практические занятия

Практические занятия являются одной из форм учебного занятия, имитирующего реальные условия решения конкретных практических задач. С использованием теоретических концепций дисциплины, ориентированной на формирование навыков самостоятельной работы студентов, приобретение и развитие у них умений и навыков практической деятельности.

Наименование тем и содержание практических занятий

Таблица 4

Номер, наименование темы	Номер, наименование и содержание практического занятия	Объем, ч
1. Процессы массопередачи.	Уравнение массообменного процесса. Движущая сила процесса. Материальный баланс, вектор материального баланса. Пропускная способность массообменного аппарата. Уравнение рабочей линия массопередающего процесса	8

1	2	3
2. Дистилляция	Законы равновесия для реальных и идеальных газов. Построение диаграмм $t(x)$ , $P(x)$ , $y-x$ . Расчёты дистилляционных процессов: материальный, тепловой баланс, определение концентрации дистиллята для периодической и непрерывной дистилляции	7
3. Ректификация	Ректификации. Расчёты материальных и тепловых потоков в ректификационных аппаратах. Определение флегмового числа, построение рабочих линий, определения числа тарелок. Определение геометрических параметров ректификационных колонн	11
4. Жидкостная экстракция.	Жидкостная экстракция. Конструкция экстракционных аппаратов. Выбор экстрагента. Выбор схемы процесса. Расчёты аппаратов экстракционных процессов	9
5. Адсорбция.	Адсорбции процессы. Выбор адсорбента для процесса адсорбции. Расчёты адсорбционных аппаратов. Решение внешних и внутренних задач процесса адсорбции. Математическое описание смешанных задач процесса адсорбции. адсорбции	8
6. Абсорбция	Аппараты абсорбционного процесса. Материальный и тепловой баланс абсорбции. Расчёты абсорбционного аппарата	8
Итого по дисциплине практических занятий в 9 семестре		51

### 3.3 Объем, структура и содержание самостоятельной работы студентов, график ее выполнения

Студенты самостоятельно изучают содержание учебных пособий и руководящих документов, изучают теоретические разделы дисциплины «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов», готовятся к лекциям к практическим занятиям по конспектам и предложенной литературе.

Правила оформления студенческих текстовых и конструкторских работ изложены в РД ГОУВПО «КнАГТУ» 013-2005 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления» и РД ГОУВПО «КнАГТУ» 014-2004 «Конструкторская документация. Правила оформления».

### 3.3.1 Перечень теоретических разделов дисциплины для самостоятельного изучения

Наименование тем и содержание самостоятельной работы

Таблица 5

Номер, наименование темы и содержание	Объем, ч
1. Процесс выпаривание Расчёты элементов выпарных аппаратов.	6,0
3. Большие и малые отклонения от идеальности в реальных бинарных смесях.	2,0
4. Дистилляция в токе инертного газа.	1,5
5. Ректификации – экстрактивная, азеотропная.	3,0
6. Процесс абсорбции. Расчёты элементов абсорбционных аппаратов.	3,0
Итого часов самостоятельной подготовки в 9 семестре.	15,5

### 3.3.2 График самостоятельной работы

График самостоятельной работы характеризует трудоемкость в часах каждого из видов самостоятельной работы и ее распределение по неделям семестра – представлен в таблице 6.

## График самостоятельной работы студентов в 17-недельном семестре

Таблица 6

Вид самостоятельной работы	Число часов в неделю																	Итого по видам работы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к лекциям	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	3,0
Подготовка к практическим занятиям.	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	-	22,5
Подготовка, оформление и защита индивидуальных заданий.	РГЗ №1	1	1	2	2	2 ⊗		РГЗ №2	2	1	1	2	2	1		1 ⊗	-	18,0
Подготовка к контрольным мероприятиям	-	-	-	-	КР №1	1	2	1 ⊗	КР №2	2	1	1 ⊗	КР №3	1	2	1 ⊗	-	12,0
Изучение теоретических разделов дисциплины.	-	-	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	-	15,5
Итого в 9 семестре	-	2,7	3,2	4,7	4,7	5,7	4,7	3,7	4,7	5,7	4,7	5,7	4,7	5,7	5,7	4,7	-	71



## **4 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности обучающихся**

### **4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости студентов**

Для текущего контроля используется периодическая (3 раза в течение семестра) оценка результатов учебной деятельности каждого студента с учетом, как аудиторных занятий, так и графика выполнения самостоятельной работы. Текущий контроль проводится лектором в виде контрольной работы и занимает не более 20 минут лекционных занятий.

Первая контрольная работа проводится по итогам изучения раздела «Законы для идеальных газов»; в билетах приводятся два теоретических вопроса и один практический. Пример билета к первой контрольной работе приведен в приложении А.

Вторая контрольная работа проводится по итогам изучения раздела «Процесс дистилляции»; в билетах приводятся три теоретических вопроса по данному разделу. Пример билета ко второй контрольной работе приведен в приложении Б.

### **4.2 Технологии и методическое обеспечение промежуточной аттестации**

Рабочим учебным планом специальности 240403 – «Химическая технология энергоносителей и углеродных материалов» в 9 семестре предусмотрена промежуточная аттестация по дисциплине «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов» в форме зачета.

### **4.3 Технологии и методики обеспечения контроля выживаемости знаний, умений и навыков, сформированных при изучении дисциплины**

Контроль и оценка выживаемости знаний, умений и навыков, полученных при изучении дисциплины, по истечении определенного времени после аттестации, может проводиться в виде тестирования. По данной дисциплине разработаны тесты, которые можно использовать для самостоятельной подготовки студентов, для проведения текущего контроля знаний и т.п.

## **5 РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **5.1 Список основной учебной и учебно-методической литературы**

1. Айнштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. М. «Логос» «Высшая школа», 2002. – 1757 с.
2. Скобло А.И. Трегубова И.А. Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.- 3-е издание. М. «Высшая школа», 2000, 677с.
3. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии.– М. «Химия», 1981. – 811 с.
4. Козлита А.Н. Устинов В.А. Ректификация. Учебное пособие – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2005. – 68 с.
5. Павлов К.Ф. Романков П.Г. Носов А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. –9-е изд Л. «Химия», 1981. – 560 с.

### **5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической и научной литературы**

1. Плановский А.Н. Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – 3-е издание М. «Химия», 1979. – 496с.
2. Учебное пособие для высшего профессионального образования под редакцией А.А.Захаровой М. «АКАДЕМА» 2006. – 521с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Пояснительная записка.....	4
1.1 Требования государственного образовательного стандарта.....	4
1.2 Предмет, цели, задачи и принципы построения дисциплины.....	4
1.3 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой образовательной программы.....	6
1.4 Объемы учебной работы и предусмотренные рабочими учебными планами реализуемой образовательной программы формы аттестации ее результатов.....	7
2 Структура и содержание дисциплины.....	7
3 Календарный график изучения дисциплины.....	8
3.1. Лекции.....	8
3.2. Практические занятия.....	9
3.3. Объем, структура и содержание самостоятельной работы студентов, график ее выполнения.....	10
3.3.1 Перечень теоретических разделов дисциплины для самостоятельного изучения.....	11
3.3.2 График самостоятельной работы.....	11
4 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности обучающихся.....	13
4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости студентов.....	13
4.2 Технологии и методическое обеспечение промежуточной аттестации.....	13
4.3 Технологии и методическое обеспечение контроля выживаемости знаний, умений и навыков, сформированных при изучении дисциплины.....	13
5 Ресурсное обеспечение дисциплины.....	14
5.1 Список основной учебной и учебно-методической литературы.....	14
5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической и научной литературы.....	14
Оглавление.....	15
Приложения.....	16

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(рекомендуемое)

**БИЛЕТ № 1 (Законы для идеальных газов)**

1. Закон Рауля для бинарных смесей?
2. Уравнение Клайперона-Менделеева для бинарных смесей?
3. Построить диаграмму  $P(x)$ ?

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(рекомендуемое)

**БИЛЕТ №1(Дистилляция)**

1. Материальный и тепловой баланс простой периодической перегонки (дистилляции)?
2. Коэффициент разделения в молярной дистилляции?
3. Начертить типовую схему ректификационной колонны с вспомогательным оборудованием.

**Теоретические вопросы по дисциплине**

1. Основные массообменные (диффузионные) процессы?
2. Процесс массопередачи и его закон?
3. Общая характеристика процесса жидкостной экстракции?
4. Законы для идеальных смесей (Рауля, Генри, Коновалова, уравнение Клайперона-Менделеева)?
5. Основные требования к экстрагенту и выбор его для процесса?
6. Материальный и тепловой баланс простой непрерывной перегонки (дистилляции)?
7. Схемы подключения экстракторов, преимущество каждой схемы и недостатки?
8. Процесс ректификации и его сущность - иллюстрировать диаграммой  $t(x)$ ?
9. Однократная экстракция. Расчёты процесса однократной экстракции?
10. Общая характеристика процесса адсорбции?
11. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны?
12. Расчёты процесса противоточной экстракции?
13. Физико химические основы адсорбции. Классификация адсорбентов?
14. Флегмовое число. Вывод уравнения рабочей линии укрепляющей части колонны?
15. Кривая равновесия адсорбционного процесса и уравнения описывающие её?

16. Вывод уравнения рабочей линии отгонной части колонны?
17. Расчёты непрерывного процесса адсорбции в псевдооживленном слое, задача потоковая эксплуатационная?
18. Последовательность расчёта ректификационной колонны?
19. Расчёты непрерывного процесса адсорбции в псевдооживленном слое, задача потоковая проектная?
20. Переход от теоретических тарелок к практическим тарелкам, высота ректификационной колонны?
21. Определение диаметров ректификационной колонны?
24. Устройство ректификационной колонны и определения размерных параметров колонны?
25. Движущая сила процесса массопередачи?
26. Вектор материального баланса, рабочая линия процесса массопередачи?

### **Практические вопросы по дисциплине**

1. Построение диаграммы  $t(x)$  изобара?
2. Построение диаграммы  $P(x)$  изотерма?
3. Построение равновесной диаграмму « $y-x$ » для процесса дистилляции?
4. Начертить схему периодической дистилляции?
5. Начертить схему непрерывной дистилляции?
6. Начертить схему аппарат молярной дистилляции?
7. Начертить схемы многократной дистилляции?
8. Начертить технологическую схему ректификации?
9. Начертить и рассказать устройство ректификационной колонны?
10. Начертить типовую схему ректификационной колонны с вспомогательным оборудованием?
11. Начертить технологические схемы однократной экстракции?
12. Начертить схему порционной экстракции?
13. Начертить схему противоточной экстракции?
14. Построить рабочую линию процесса ректификации укрепляющей части колонны двумя способами?
15. Построить рабочую линию процесса ректификации отгонной части колонны двумя способами?
16. Построить рабочую линию процесса ректификации всей колонны?