

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 19:24:34
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Рабочая программа дисциплины

**ПРОЦЕССЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ
НЕФТИ И ГАЗА**

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность программы бакалавриата
**Проектирование, эксплуатация и диагностика
технологических машин и оборудования**

Профессиональный модуль
Оборудование нефтегазопереработки

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Профессор, Гайле А.А.

Рабочая программа дисциплины «Процессы разделения продуктов переработки нефти и газа» обсуждена на заседании кафедры Технологии нефтехимических и углехимических производств
протокол от «___» _____ 201__ № __

Заведующий кафедрой

В.В. Потехин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии
протокол от «___» _____ 201__ № __
Председатель

М.В.Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Технологические машины и оборудо- вание»		Доцент А.Н.Луцко
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3	Объем дисциплины.....	5
4	Содержание дисциплины.....	6
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2	Занятия лекционного типа	7
4.3	Занятия семинарского типа	8
4.3.1	Практические занятия	8
4.3.2	Лабораторные занятия	9
4.4	Самостоятельная работа обучающихся.....	9
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	12
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	12
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	13
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14
10.1	Информационные технологии.....	14
10.2	Программное обеспечение.....	14
10.3	Информационные справочные системы.....	14
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14
	Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	15

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Таблица 1

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	Умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы расчета ректификационных колонн, колонн азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов, экстракторов; - конструкции аппаратов для разделения смесей; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать коэффициенты активности компонентов неидеальных систем для моделирования фазовых равновесий жидкость – пар и жидкость – жидкость <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспериментальными методами разделения продуктов переработки газовых конденсатов
ПК-4	Способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности различных процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газового конденсата. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять принципиальные технологические схемы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы разделения продуктов переработки нефти и газа» относится к профессиональному модулю по выбору Б1.В.ДВ.02.03 «Оборудование нефтегазопереработки» и является обязательной (Б1.В.ДВ.02.03.09), изучается на 4 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении предшествующих фундаментальных и общеинженерных дисциплин "Общая и органическая химия", "Высшая математика", "Процессы и аппараты химической технологии". Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология переработки нефти и газа» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Объем дисциплины

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего, академических часов Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
Контактная работа с преподавателем:	24
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	16
семинары, практические занятия	8
лабораторные работы	8
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	183
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	4Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (9)

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Цели и задачи изучения дисциплины	-	-	-	1	ПК-2
2	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций.	-	1	-	16	ПК-2
3	Испарение и конденсация	1	1	-	14	ПК-2
4	Ректификация многокомпонентных и сложных смесей.	1	1	-	22	ПК-2
5	Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей.	1	1	-	20	ПК-2, ПК-4
6	Азеотропная и экстрактивная ректификация.	2	2	4	22	ПК-4
7	Экстракция.	1	1	4	22	ПК-4
8	Абсорбция.	1	1	-	18	ПК-4
9	Адсорбция.	1	-	-	14	ПК-2,
10	Кристаллизация, экстрактивная и аддуктивная кристаллизация.	-	-	-	14	ПК-4
11	Диффузия через мембраны.	-	-	-	10	ПК-2
12	Химические методы разделения и очистки.	-	-	-	10	ПК-4
	ИТОГО	8	8	8	183	

4.2 Занятия лекционного типа

Таблица 4

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Испарение и конденсация. Расчет давления насыщенного пара индивидуальных веществ и фракций. Расчет и определение констант фазового равновесия компонентов. Давление сходимости. Учет неидеальности паровой фазы по методике Винна-Хеддена.	1	
4	Ректификация многокомпонентных и сложных смесей. Составление материального баланса ректификационной колонны с помощью метода ключевых компонентов и по Хенгстебеку. Расчет температуры верха и низа колонны. Расчет минимального флегмового числа по Андервуду и оптимизация рабочего флегмового числа. Расчет числа теоретических тарелок колонны методами Фенске-Джиллиленда, Хенгстебека, от тарелки к тарелке.	1	Дискуссия
5	Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей. Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам. Зависимость коэффициентов активности углеводородов в растворителях от строения углеводородов.	1	
6	Азеотропная и экстрактивная ректификация. Условие образования азеотропов и вытекающие из него следствия. Требования к азеотропобразующим компонентам. Преимущества и недостатки азеотропной ректификации.	2	Дискуссия
7	Экстракция. Применение процесса экстракции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Требования к экстрагентам. Сравнительная характеристика процессов разделения с использованием селективных растворителей.	1	Дискуссия
8	Абсорбция. Применение процесса абсорбции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Неселективные и селективные абсорбенты, хемосорбция.	1	
9	Адсорбция. Применение адсорбции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза.	1	

4.3 Занятия семинарского типа

4.3.1 Практические занятия

Таблица 5

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций. Методы расчета средней молекулярной массы нефтяных фракций. Формула Воинова. Понятие о характеризующем факторе и его учет при расчете средней молекулярной массы. Плотность жидких нефтепродуктов и газовых смесей. Теплоемкость органических веществ в жидкой и паровой фазе. Графические методы определения энтальпии жидких нефтепродуктов и нефтяных паров. Теплоты испарения. Энтальпии образования и сгорания веществ. Расчет энтальпий образования и теплоемкости по методу Бенсона. Динамическая, кинематическая и условная вязкость. Теплопроводность газов и жидкостей. Поверхностное натяжение жидкостей.	1	Дискуссия
3	Испарение и конденсация. Примеры расчёта доли отгона сырья в процессе однократного испарения	1	
4	Ректификация многокомпонентных и сложных смесей. Примеры расчёта ректификационных колонн для разделения многокомпонентных систем и нефтяных фракций.	1	Дискуссия
5	Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей. Расчёт коэффициентов активности компонентов неидеальных систем	1	Дискуссия
6	Азеотропная и экстрактивная ректификация. Расчет колонн экстрактивной и азеотропной ректификации.	2	
7	Экстракция. Расчет колонного экстрактора с ситчатыми тарелками.	1	Дискуссия
8	Абсорбция. Составление материального и теплового баланса абсорбера.	1	

4.3.2 Лабораторные занятия

Таблица 6

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
6	Азеотропная и экстрактивная ректификация. Разделение смеси гептан-толуол методом азеотропной ректификации	4	работа в группах
7	Экстракция. Разделение смеси гептан-толуол методом экстракции	4	работа в группах

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 7

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Цели и задачи изучения дисциплины. Классификация процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа.	1	
2	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций. Эмпирические уравнения Маргулеса, Ван-Лаара, Редлиха-Кистера. Параметр растворимости Гильдебранда. Правило растворимости Гильдебранда-Семенченко.	16	Контрольный опрос
3	Испарение и конденсация. Расчет доли отгона сырья и составов равновесных фаз с помощью графика Гужова и методом Трегубова. Многократное и постепенное испарение и конденсация. Однократное испарение. Доля отгона сырья. Построение кривой однократного испарения идеальной бинарной смеси. Построение кривой однократного испарения методом Обрядчикова и Смидович и с использованием графиков Эдмистера.	14	Контрольный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	<p>Ректификация многокомпонентных и сложных смесей. Направления повышения экономической эффективности ректификационных процессов. Тепловой баланс ректификационной колонны.</p> <p>Расчет внутренних материальных потоков в колонне. Предварительный расчет диаметра колонны. Явления, нарушающие нормальную работу тарелок. Гидравлический расчет тарелок. Построение диаграммы производительности тарелок. Расчет высоты колонны.</p>	22	Контрольная работа
5	<p>Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей. Зависимость селективности и растворяющей способности от химического строения растворителей. Использование принципа линейности свободных энергий для оценки селективности растворителей.</p>	20	
6	<p>Азеотропная и экстрактивная ректификация. Применение процесса экстрактивной ректификации. Анализ структуры диаграмм парожидкостного равновесия. Расчет колонн азеотропной ректификации. Требования к растворителям для экстрактивной ректификации. Применение процесса экстрактивной ректификации.</p>	22	Контрольный опрос
7	<p>Экстракция. Типы экстракторов применяемых в промышленности. Свойства треугольной диаграммы. Методы построения бинальных кривых и нод. Коэффициенты распределения и разделения. Составление материального баланса экстрактора. Распылительные, насадочные, пульсационные, вибрационные колонные экстракторы. Роторно-кольцевые и роторно-дисковые экстракторы. Особенности и возможности суперкритической экстракции.</p>	22	Устный опрос
8	<p>Абсорбция. Понятие об относительных концентрациях компонентов в газовой и жидкой фазе, удельном расходе абсорбента и факторах абсорбции. Принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки. Расчет процесса абсорбции с помощью диаграммы У-Х. Уравнение и график Кремсера.</p>	18	Контрольный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
9	Адсорбция. Полярные и неполярные адсорбенты с неоднородной пористостью. Природные и синтетические цеолиты, их кристаллическая структура и молекулярно-ситовые свойства. Схемы адсорбционных установок периодического и непрерывного действия. Построение изотермы адсорбции. Материальный баланс адсорбера. Расчет адсорберов с движущимся слоем адсорбента.	14	Устный опрос
10	Кристаллизация, экстрактивная и аддуктивная кристаллизация. Применение процессов кристаллизации, экстрактивной и аддуктивной кристаллизации в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Депарафинизация масляных фракций с использованием селективных растворителей. Карбамидная депарафинизация. Клатратные соединения с полостями в кристаллической решетке в виде клеток. Применение процессов кристаллизации, экстрактивной и аддуктивной кристаллизации в нефтепереработке. Депарафинизация масляных фракций с использованием селективных растворителей. Карбамидная депарафинизация.	14	Устный опрос
11	Диффузия через мембраны. Применение диффузии через мембраны. Понятие о проницаемости мембраны и факторах разделения. Металлические и металлосодержащие мембраны для извлечения водорода из промышленных газов. Конструкции мембранных аппаратов. Применение диффузии через мембраны и термодиффузии. Понятие о проницаемости мембраны и факторах разделения.	10	
12	Химические методы разделения и очистки. Методы выделения и очистки ароматических, непредельных углеводородов, гетероатомных соединений кислотного и основного характера из нефтепродуктов. Применение химических методов разделения и очистки в нефтепереработке. Сульфирование для разделения и очистки углеводородов. Реакции процесса гидроочистки характера из нефтепродуктов.	10	Устный опрос

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена на 4 курсе.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) двух видов: теоретические вопросы (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов и одну задачу, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта экзаменационного билета:

Экзаменационный билет № 1

1. Расчёт материального баланса ректификационной колонны методом ключевых компонентов.
2. Коэффициенты распределения и разделения в процессе экстракции.
3. Расчёт числа теоретических ступеней абсорбции с использованием диаграммы $Y - X$.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

Основная литература

1. Гайле, А.А. Процессы разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа./ А.А. Гайле, В.Е. Сомов – СПб.: Химиздат, 2012. – 376 с.

Дополнительная

1. Гайле, А.А. Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей : Учебное пособие/ А.А. Гайле. – СПб. ИК «Синтез», 2009. – 78 с.
2. Гайле, А.А. Процессы разделения нефтепродуктов и смесей органических веществ с использованием селективных растворителей (Азеотропная и экстрактивная ректификация, экстракция)./ А.А. Гайле.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 176 с.

3. Гайле, А.А. Селективные растворители. Разделение и очистка углеводородсодержащего сырья/ А.А. Гайле В.Е. Сомов, Г.Д. Залищевский – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008. – 736 с.
4. Гайле, А.А. Антрацен. Физико-химические свойства и выделения из каменноугольной смолы/ А.А. Гайле, Б.Г. Соколов, Г.Н. Новацкий. – СПб: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 155 с.
- 5.

Вспомогательная

1. Уэйлес, С. Фазовые равновесия в химической технологии. Ч.1,2/ С. Уэйлес. - М.: Мир, 1989.- 664 с.
2. Гайле, А.А. Ароматические углеводороды : Выделение, применение, рынок : Справочник/ А.А. Гайле, В.Е. Сомов, О.М. Варшавский. – СПб. : Химиздат, 2000. – 544 с.
3. Павлов, С.Ю. Выделение и очистка мономеров для синтетического каучука/ С.Ю. Павлов. - Л.: Химия, 1987. 230 с.
4. Сульфолан : свойства и применение в качестве селективного растворителя / А.А.Гайле, В.Е.Сомов, О.М.Варшавский, Л.В.Семенов. – СПб.: Химиздат, 1998. – 144с.
5. Коган, В.Б. Азеотропная и экстрактивная ректификация/ В.Б. Коган. - Л.: Химия, 1971.- 432 с.
6. Гайле, А.А. N-Метилпирролидон/ А.А. Гайле, Г.Д. Залищевский - СПб: Химиздат, 2005. - 704с.
7. Гайле, А.А. Морфолин и его производные. Получение, свойства и применение в качестве селективных растворителей/ А.А. Гайле, В.Е. Сомов, Г.Д. Залищевский – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. – 336 с.
8. Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа [Текст] : учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов" / С. А. Ахметов. - Уфа :Гилем, 2002. - 671 с.
9. Гайле, А.А. Расчёт ректификационных колонн/ А.А. Гайле, Б.В. Пекаревский. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2007. – 86 с.

Журналы - « Успехи химии», «Химия и технология топлив и масел», « Химия твердого топлива», «Кокс и химия», «Химическая промышленность», «Нефтехимия», «Нефтепереработка и нефтехимия», «Теоретические основы химической технологии»

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>
 электронно-библиотечные системы:
 «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
 «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Процессы разделения продуктов переработки нефти и газа» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКВД. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1 Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- учебные видеоматериалы;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2 Программное обеспечение

- Microsoft Office Standard;
- MathCAD;
- AspenHYSYS.

10.3 Информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Процессы разделения продуктов переработки нефти и газа»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-2	Умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Промежуточный
ПК-4	Способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает основы расчета ректификационных колонн, колонн азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов, экстракторов; конструкции аппаратов для разделения смесей; Умеет рассчитывать коэффициенты активности компонентов неидеальных систем для моделирования фазовых равновесий жидкость – пар и жидкость – жидкость. Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей	Правильный ответ на вопрос № 1	ПК-2
Освоение раздела № 2	Знает основы расчета ректификационных колонн, колонн азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов, экстракторов; конструкции аппаратов для разделения смесей; возможности различных процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газового конденсата. Умеет рассчитывать коэффициенты активности	Правильные ответы на вопросы № 2-5	ПК-2

	<p>компонентов неидеальных систем для моделирования фазовых равновесий жидкость – пар и жидкость – жидкость; составлять принципиальные технологические схемы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе</p> <p>Владеет экспериментальными методами разделения продуктов переработки газовых конденсатов; технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>		
Освоение раздела № 3	<p>Знает основы расчета ректификационных колонн, колонн азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов, экстракторов; конструкции аппаратов для разделения смесей;</p> <p>Умеет рассчитывать коэффициенты активности компонентов неидеальных систем для моделирования фазовых равновесий жидкость – пар и жидкость – жидкость.</p> <p>Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>	Правильные ответы на вопросы № 6-10	ПК-2
Освоение раздела № 4	<p>Знает основы расчета ректификационных колонн, колонн азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов, экстракторов; конструкции аппаратов для разделения смесей;</p> <p>Умеет рассчитывать коэффициенты активности компонентов неидеальных систем для моделирования фазовых равновесий жидкость – пар и жидкость – жидкость.</p> <p>Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>	Правильные ответы на вопросы № 11-22	ПК-2
Освоение раздела № 5	<p>Знает основы расчета ректификационных колонн, колонн азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов, экстракторов; конструкции аппаратов для разделения смесей; возможности различных процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газового конденсата.</p> <p>Умеет рассчитывать коэффициенты активности компонентов неидеальных систем для моделирования фазовых равновесий жидкость – пар и жидкость – жидкость; составлять принципиальные технологические схемы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе</p> <p>Владеет экспериментальными методами разделения продуктов переработки газовых конденсатов; технологией процессов осушки и очистки</p>	Правильные ответы на вопросы № 23,24,57	ПК-2 ПК-4

	газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей		
Освоение раздела № 6	<p>Знает возможности различных процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газового конденсата.</p> <p>Умеет составлять принципиальные технологические схемы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе.</p> <p>Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>	Правильные ответы на вопросы № 51-56	ПК-4
Освоение раздела № 7	<p>Знает возможности различных процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газового конденсата.</p> <p>Умеет составлять принципиальные технологические схемы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе.</p> <p>Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>	Правильные ответы на вопросы № 45-50, 58-60	ПК-4
Освоение раздела № 8	<p>Знает возможности различных процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газового конденсата.</p> <p>Умеет составлять принципиальные технологические схемы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе.</p> <p>Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>	Правильные ответы на вопросы № 38-42, 44, 61-63	ПК-4
Освоение раздела № 9	<p>Знает основы расчета ректификационных колонн, колонн азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов, экстракторов; конструкции аппаратов для разделения смесей;</p> <p>Умеет рассчитывать коэффициенты активности компонентов неидеальных систем для моделирования фазовых равновесий жидкость – пар и жидкость – жидкость.</p> <p>Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>	Правильные ответы на вопросы № 28-33	ПК-2

Освоение раздела № 10	<p>Знает возможности различных процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газового конденсата.</p> <p>Умеет составлять принципиальные технологические схемы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе.</p> <p>Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>	Правильные ответы на вопросы № 34-37	ПК-4
Освоение раздела № 11	<p>Знает основы расчета ректификационных колонн, колонн азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов, экстракторов; конструкции аппаратов для разделения смесей;</p> <p>Умеет рассчитывать коэффициенты активности компонентов неидеальных систем для моделирования фазовых равновесий жидкость – пар и жидкость – жидкость.</p> <p>Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>	Правильные ответы на вопросы № 25-27	ПК-2
Освоение раздела № 12	<p>Знает возможности различных процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газового конденсата.</p> <p>Умеет составлять принципиальные технологические схемы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе.</p> <p>Владеет технологией процессов осушки и очистки газов и газового конденсата от сероводорода, углекислого газа и других кислотных примесей</p>	Правильный ответ на вопрос № 43	ПК-4

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная.

3.1 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

1. Классификация процессов разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа.
2. Расчет средней молекулярной массы нефтяных фракций. Понятие о характеризующем факторе.
3. Расчет плотности нефтяных фракций в жидком и парообразном состоянии.

4. Расчет давления насыщенного пара веществ и нефтяных фракций.
5. Константы фазового равновесия компонентов.
6. Понятие о доле отгона сырья в процессе однократного испарения. Построение кривой ОИ бинарной системы.
7. Построение кривой ОИ методом Обрядчикова и Смидович.
8. Построение кривой ОИ методом Эдмистера.
9. Расчет доли отгона сырья с помощью графика Гужова.
10. Расчет доли отгона сырья методом Трегубова.
11. Составление материального баланса ректификационной колонны методом ключевых компонентов.
12. Расчет минимального флегмового числа по Андервуду.
13. Расчет температуры верхнего и нижнего сечения ректификационной колонны
14. Расчет ЧТТ колонны методом Фенске-Джиллиленда.
15. Расчет материального баланса и ЧТТ колонны методом Хенгстебека.
16. Расчет ЧТТ колонны методом «от тарелки к тарелке».
17. Характеристика и устройство тарелок ректификационных колонн.
18. Способы орошения и подвода тепла в ректификационную колонну.
19. Тепловой баланс ректификационной колонны.
20. Расчет расхода пара и жидкости в ректификационной колонне.
21. Предварительный расчет диаметра ректификационной колонны.
22. Явления, нарушающие нормальную работу тарелок ректификационной колонны.
23. Направления совершенствования ректификационных процессов.
24. Клатратные соединения с полостями в кристаллической решетке в форме клеток. Газовые гидраты.
25. Диффузия через мембраны. Термическая диффузия.
26. Разделение смесей с помощью жидкостных мембран.
27. Комбинированные процессы разделения с использованием диффузии через мембраны.
28. Разделение газов, нефтяных фракций и нефтепродуктов на адсорбентах с неоднородной пористостью.
29. Химические методы выделения и очистки углеводородов и гетероатомных соединений. Методы выделения водорода из промышленных газов
30. Теоретические основы процесса адсорбции: типы пор адсорбентов, адсорбционная емкость, коэффициент распределения адсорбата и коэффициент разделения, изотерма и изостера адсорбции.
31. Полярные и неполярные адсорбенты с неоднородной пористостью.
32. Природные и синтетические цеолиты, их применение в нефтепереработке и нефтехимии.
33. Короткоцикловая адсорбция.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:

34. Применение процесса кристаллизации в нефтепереработке и нефтехимии.
35. Депарафинизация масляных фракций с использованием селективных растворителей.
36. Карбамидная депарафинизация.
37. Деасфальтизация нефтяных остатков. Дуосол-процесс.
38. Принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки. Фактор абсорбции.
39. Требования к неполярным абсорбентам и их использование.
40. Уравнение и график Кремсера.
41. Абсорбционная осушка углеводородных газов.
42. Физическая абсорбция кислых компонентов из газов.

43. Хемоабсорбционные процессы очистки газов. Комбинированные растворители для очистки газов.
44. Абсорбция кислых газов промотированными горячими карбонатными растворами. Окислительные абсорбционные процессы.
45. Экстракционная очистка керосиновых, дизельных фракций и вакуумных газойлей.
46. Селективная очистка масляных фракций.
47. Коэффициенты распределения и разделения в процессе экстракции.
48. Конструкции экстракторов.
49. Требования к экстрагентам.
50. Процессы экстракции бензола и его гомологов из катализаторвиформинга.
51. Условие образования азеотропов и следствия из него.
52. Требования к азеотропобразующим компонентам. Преимущества и недостатки азеотропной ректификации.
53. Требования к растворителям для экстрактивной ректификации. Применение процесса экстрактивной ректификации для выделения ароматических углеводородов.
54. Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам.
55. Зависимость коэффициентов активности углеводородов в растворителях от строения углеводородов.
56. Зависимость селективности и растворяющей способности от химического строения растворителей.
57. Расчет колонн азеотропной и экстрактивной ректификации.
58. Расчет числа теоретических ступеней экстрактора.
59. Основы расчета экстракторов.
60. Зависимость коэффициентов активности компонентов от температуры.
61. Расчет процесса абсорбции с помощью диаграммы Y–X.
62. Понятие об относительных концентрациях компонентов в равновесных фазах и о факторе абсорбции
63. Составление материального и теплового баланса абсорбера.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

3.2 Типовые контрольные работы

Контрольная работа № 1

С использованием представленных экспериментальных данных для указанной системы провести следующие построения и расчеты:

- с использованием составов экстрактной и рафинатной фаз рассчитать коэффициенты распределения компонентов и коэффициенты разделения;
- построить диаграмму фазового равновесия жидкость – жидкость;
- провести проверку корректности данных о равновесии жидкость – жидкость методами Отмера – Тобиаса и Хэнда;
- определить состав критической точки тройной системы;
- определить максимальную концентрацию компонента (2) в экстракте, к которой можно приблизиться при многоступенчатой экстракции;
- определить число теоретических ступеней противоточной экстракции, необходимое для снижения содержания компонента (2) с 40 % мас. в сырье до 2 % мас. в рафинате при массовом соотношении экстрагента к сырью 2:1 (использовать графический метод Хантера – Наша).

Экстрактная фаза		Рафинатная фаза	
X1	X 2	X1	X 2
1 н-Пентан (1) – бензол (2) – сульфолан (3) (25°C)			
1.10	4.79	89.78	9.29
1.12	9.72	80.50	18.36
1.78	15.83	67.92	29.98
2.06	21.48	61.03	36.50
2.13	23.04	57.90	38.60
2.50	29.01	47.22	47.50
2.91	32.40	40.90	52.69
4.18	39.50	31.67	57.12

Контрольная работа № 2

- Обосновать выбор оптимального процесса для разделения азеотропной смеси 2,4-диметилпентан – циклогексан и предложить возможные разделяющие агенты.
- Какие процессы целесообразно выбрать для разделения смеси гептан – бензол с содержанием бензола, % мас.: а) 50; б) 1? Предложите возможные разделяющие агенты.
- Обосновать выбор оптимального процесса для разделения смеси бензол – тиофен состава 70/30 % мас. и предложить возможные разделяющие агенты.

Контрольная работа № 3

- Какие взаимодействия проявляются между молекулами насыщенных углеводородов?
 - ориентационные
 - дисперсионные
 - индукционные
 - специфические
- Какие взаимодействия проявляются между молекулами бензола и полярных растворителей, например нитробензола?
 - ориентационные
 - дисперсионные
 - индукционные
 - образование π -комплексов
- Какой атом в молекуле N-метилпирролидона служит в качестве основного электрофильного центра?
 - азот
 - углерод метильной группы
 - кислород
 - атомы углерода метиленовых групп
 - карбонильный атом углерода
 - атомы водорода метильной-группы
- Какое соединение образует твердые комплексы с гомологами нафталина и полициклоаренов?
 - нитробензол
 - пикриновая кислота
 - N-метилпирролидон
 - сульфолан
- Какое соединение образует твердый π -комплекс с бензолом ярко-красного цвета?
 - N-метилпирролидон
 - пикриновая кислота

- б) пентафторнитробензол
- 6) Какой углеводород сильнее всего взаимодействует с молекулами N-метилпирролидона?
- а) 1-пентен
б) 1-пентин
- в) 2-пентин
г) изопрен
- 7) Какие уравнения, служащие для моделирования коэффициентов активности компонентов раствора, относятся к эмпирическим?
- а) Вильсона
б) Редлиха–Кистера
в) NRTL
- г) Ван Лаара
д) Маргулеса
е) Цубоки–Катоямы
- 8) Какие методы расчета коэффициентов активности относятся к полуэмпирическим?
- а) Вильсона
б) Редлиха–Кистера
в) Ван Лаара
- г) UNIFAC
д) NRTL
е) UNIQUAC
- 9) Какое уравнение обычно хорошо описывает равновесие жидкость – пар, но хуже равновесие жидкость – жидкость?
- а) Вильсона
б) NRTL
- в) UNIQUAC
- 10) Какой метод расчета коэффициентов активности неприменим для систем с отрицательными отклонениями от закона Рауля?
- а) Вильсона
б) ASOG
- в) Скэтчарда–Гильдебранда
г) UNIFAC
- 11) Какие углеводороды лучше всего растворимы в перфторалкифатических растворителях?
- а) арены
б) алканы
в) алкены
- г) циклоалканы
д) алкины
- 12) В каком растворителе лучше всего растворяются арены?
- а) N-метилпирролидон
б) этиленгликоль
- в) вода

Контрольная работа №4

1. Составить материальный баланс ректификационной колонны для разделения следующего состава (% мас.): пентан – 10, гексан – 30, гептан – 40, октан – 20. Содержание гексана в дистилляте и кубовом остатке (% мас.): 74 и 1 соответственно. Производительность колонны по сырью 10000 кг/ч. При расчете использовать метод ключевых компонентов.
2. Рассчитать температуру верха ректификационной колонны. Состав дистиллята (% мас.): пропан – 90, изобутан – 7, н-бутан – 3. Давление в верхнем сечении колонны $P_B=1.4$ МПа.
3. Рассчитать температуру низа ректификационной колонны, в которой в качестве кубового остатка отбирается фр. 120-180°C. Давление в нижнем сечении колонны $P_H=0.16$ МПа. Считать, что кривая ИТК для кубового остатка – прямая линия.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.