

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 25.10.2024 13:51:52
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«21» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ПРИНЦИПЫ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСЕЙ

Направление подготовки

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии**

Направленность программы бакалавриата

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **ресурсосберегающих технологий**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.07

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Д. А. Сладковский

Рабочая программа дисциплины «Принципы процессов разделения смесей» обсуждена на заседании кафедры ресурсосберегающих технологий
протокол от «14» мая 2021 № 5
Заведующий кафедрой

Н. В. Кузичкин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии
протокол от «18» мая 2021 № 10

Председатель

М. В. Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки		Д.А.Смирнова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		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	6
4.3. Занятия семинарского типа	10
4.3.1. Семинары, практические занятия	10
4.4. Самостоятельная работа обучающихся	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	15
10.1. Информационные технологии	15
10.2. Программное обеспечение	15
10.3. Базы данных и информационно-справочные системы	15
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.	15

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</p>	<p>ПК-1.1 Использование нормативных документов по качеству сырья, продуктов и материалов, контроль параметров технологического режима процесса</p>	<p>Знать: принципы различных методов разделения смесей, их возможности, преимущества и недостатки; критерии оценки качества разделения и установления соответствия технологической и нормативной документации (ЗН-1); Уметь: обоснованно выбирать эффективные методы разделения углеводородных смесей и продуктов органического синтеза для достижения нормативных показателей качества (У-1); Владеть: методиками анализа и оценки эффективности процессов разделения смесей (Н-1)</p>
<p>ПК-4 Готов обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на оптимизацию потребления ресурсов; проектировать новое оборудование</p>	<p>ПК-4.3 Расчет конструктивных параметров оборудования для разделения и очистки сырья и продукции технологического процесса</p>	<p>Знать: основы расчета колонн зеотропной, азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов и экстракторов; основы расчета вспомогательного оборудования, применяемого для разделения смесей; теоретические основы моделирования фазового равновесия неидеальных смесей; наиболее применяемые подходы для расчета процессов разделения в специализированном программном обеспечении (ЗН-2) Уметь: рассчитывать ректификационные колонны для разделения многокомпонентных и сложных смесей; анализировать результаты расчета, полученные при помощи универсальных моделирующих программ; проводить оценку адекватности результатов расчета технологической схемы разделения (У-2) Владеть: практическими навыками расчета процессов разделения в универсальных моделирующих программах (Н-2)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.07), и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами в процессе освоения дисциплин «Физическая химия», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Принципы процессов разделения смесей» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6 / 216
Контактная работа с преподавателем:	144
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч. на практ.подготовку	72 (12)
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	72 (12)
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	18
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	36
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Устный опрос
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (36), курсовая работа

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции (код направленности подготовки)	Формируемые индикаторы (код направленности подготовки)
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций	4	-	6	6	ПК-1	ПК-1.1
2.	Моделирование фазового равновесия зеотропных и азеотропных смесей. Испарение и конденсация.	6	-	18	6	ПК-1	ПК-1.1
3.	Ректификация многокомпонентных и сложных смесей. Абсорбция	12	-	26	6	ПК-4	ПК-4.3
4.	Азеотропная и экстрактивная ректификация	6	-	12	6	ПК-4	ПК-4.3
5.	Экстракция	4	-	8	6	ПК-4	ПК-4.3
6.	Прочие методы разделения	4	-	2	6	ПК-4	ПК-4.3

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Введение. Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций.</u></p> <p>Цели и задачи изучения дисциплины. Классификация процессов разделения и очистки органических веществ. Рекомендуемая литература. Методы расчета средней молекулярной массы нефтяных фракций. Понятие о характеризующем факторе и его учет при расчете средней молекулярной массы. Давление насыщенного пара индивидуальных веществ и фракций. Плотность жидких нефтепродуктов и газовых смесей. Теплоемкость органических веществ в жидкой и паровой фазе. Теплоты испарения. Энтальпии образования и сгорания веществ.</p>	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Моделирование фазового равновесия зеотропных и азеотропных смесей. Испарение и конденсация.</u> Расчет и определение констант фазового равновесия компонентов. Межмолекулярные взаимодействия в растворах неэлектролитов. Расчет фазового равновесия с использованием уравнения состояния «СРК». Экспериментальные методы определения коэффициентов активности. Зависимость коэффициентов активности компонентов от температуры. Концентрационные зависимости коэффициентов активности компонентов раствора. Эмпирические и полуэмпирические уравнения (NRNL, UNIQUAC).. Групповые модели раствора UNIFAC и ASOG. Однократное испарение. Многократное и постепенное испарение и конденсация. Доля отгона сырья. Построение кривой однократного испарения идеальной бинарной смеси. Расчет доли отгона сырья и составов равновесных фаз с метода Трегубова.</p>	6	ЛВ
3	<p><u>Ректификация многокомпонентных и сложных смесей. Абсорбция</u> Применение ректификации в нефтепереработке, нефтехимии, промышленности основного органического синтеза. . Способы орошения и подвода тепла в колонну. Тепловой баланс ректификационной колонны. Расчет внутренних материальных потоков в колонне. 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 и «от тарелки к тарелке». Модель теоретической тарелки «MESH»-уравнения. Точные методы расчета ректификационных колонн «BP» и «inside-out». Характеристика и устройство тарелок ректификационных колонн, их коэффициент полезного действия Предварительный расчет диаметра колонны. Явления, нарушающие нормальную работу тарелок.</p>	12	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Гидравлический расчет тарелок. Построение диаграммы производительности тарелок. Расчет высоты колонны. Колонны с насыпной и структурированной насадкой. Возможные направления экономии энергии при проведении ректификационных процессов.</p> <p>Применение процесса абсорбции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Неселективные и селективные абсорбенты, хемосорбция. Принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки. Понятие об относительных концентрациях компонентов в газовой и жидкой фазе, удельном расходе абсорбента и факторах абсорбции. Расчет процесса абсорбции с помощью диаграммы. Составление материального и теплового баланса абсорбера. Типы абсорберов и десорберов.</p>		
4	<p><u>Азеотропная и экстрактивная ректификация</u></p> <p>Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам. Зависимость коэффициентов активности углеводородов в растворителях от строения углеводородов. Зависимость селективности и растворяющей способности от химического строения растворителей. Использование принципа линейности свободных энергий для оценки селективности растворителей. Условие образования азеотропов и вытекающие из него следствия. Требования к азеотропобразующим компонентам. Преимущества и недостатки азеотропной ректификации. Анализ структуры диаграмм парожидкостного равновесия. Расчет колонн азеотропной ректификации. Требования к растворителям для экстрактивной ректификации. Применение процесса экстрактивной ректификации.</p>	6	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<p><u>Экстракция.</u> Применение процесса экстракции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Требования к экстрагентам. Сравнительная характеристика процессов разделения с использованием селективных растворителей. Селективная очистка масляных фракций. Деасфальтизация нефтяных остатков. Возможности экстракционных процессов повышения качества моторных топлив и сырья для гидрокаталитических процессов. Комбинированные методы разделения и очистки смесей с использованием селективных растворителей. Свойства треугольной диаграммы. Методы построения бинодальных кривых и нод. Коэффициенты распределения и разделения. Составление материального баланса экстрактора. Расчет колонного экстрактора с сетчатыми тарелками- диаметра экстрактора, расстояния между тарелками, высоты рабочей части, разделительной камеры и сливного устройства. Распылительные, насадочные, пульсационные, вибрационные колонные экстракторы. Роторно-кольцевые и роторно-дисковые экстракторы. Особенности и возможности суперкритической экстракции.</p>	4	ЛВ
6	<p><u>Прочие методы разделения</u> Применение процессов кристаллизации, экстрактивной и аддуктивной кристаллизации в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Депарафинизация масляных фракций с использованием селективных растворителей. Карбамидная депарафинизация. Кластратные соединения с полостями в кристаллической решетке в виде клеток. Диффузия через мембраны и термодиффузия. Химические методы разделения и очистки. Применение диффузии через мембраны и термодиффузии. Понятие о проницаемости мембраны и факторах разделения. Металлические и металлосодержащие мембраны для извлечения водорода из промышленных газов. Конструкции мембранных аппаратов. Термодиффузионные колонны, методы повышения их эффективности. Химические методы выделения и очистки ароматических углеводородов, алкенов, алкадиенов, алкинов. Методы выделения и очистки гетероатомных соединений кислотного и основного характера из нефтепродуктов.</p>	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Применение химических методов разделения и очистки в промышленности основного органического синтеза.		

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

Учебным планом не предусмотрены.

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т.ч. на пр.подготовку	Инновационная форма
1	Смешение потоков. Расчет физико-химических (плотности, молекулярной массы, теплоемкости, давления насыщенных паров) свойств органических веществ и углеводородных фракций.	6		T
2	Фазовое равновесие. Определение констант фазового равновесия бинарной смеси и построение зависимостей давления насыщенных паров, температуры кипения, равновесной доли компонента от состава.	4	0,5	T
2	Фазовое равновесие. Определение констант фазового равновесия многокомпонентной смеси и расчет сепаратора	6	0,5	T
2	Расчет фазового равновесия в специализированном программном обеспечении на основании уравнения состояния SRK и Peng-Robinson. Анализ результатов расчета	8	1	T
3	Материальный баланс ректификационной колонны и определение внутренних материальных потоков.	2	1	T
3	Ректификация многокомпонентных и сложных смесей. Определение последовательности выделения индивидуальных компонентов из смеси. Оценка температур и давлений в ректификационных колоннах.	2	1	T
3	Расчет ректификации многокомпонентной смеси с использованием уравнений Фенске и Андервуда	2	1	T

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т.ч. на пр.подготовку	Инновационная форма
3	Расчет ректификации многокомпонентной смеси методом «от тарелки к тарелке»	6	1	Т
3	Расчет ректификации многокомпонентной смеси с использованием точной модели ректификационной колонны. Выбор спецификаций.	6	1	КтСм, Т
3	Определение конструктивных параметров ректификационной колонны.	4	1	Т
3	Расчет стоимости разделения и оптимизация параметров ректификационной колонны	4	1	Т
4	Моделирование комплекса разделения на основании принципа перераспределения давления	4	0,5	КтСм, Т
4	Моделирование комплекса разделения с гетероазетропом	4	0,5	КтСм, Т
4	Моделирование колонны экстрактивной ректификации для выделения ароматических углеводородов из риформата	4	0,5	КтСм, Т
5	Экстракция. Изображение процесса экстракции на треугольной диаграмме состава фаз	4	0,5	Т
5	Моделирование процесса экстракции бензола из риформата бензиновой фракции	4	0,5	КтСм, Т
6	Расчет процесса абсорбции. Определение величины адсорбции	2	0,5	Т

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Методики расчета плотности нефтяных фракций	6	Устный опрос
2	Моделирование фазового равновесия. Расчет фазового равновесия с использованием уравнений состояния Ван-дер-Ваальса, Пэнг-Робинсона и Редриха-Квонга. Учет неидеальности паровой фазы по методике Винна-Хеддена.	6	Защита курсовой работы

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	Эмпирические (Маргулеса, Ван-Лаара, Редлиха-Кистера) и полуэмпирические (Вильсона, Цубока-Катаяма, NRNL, UNIQUAC) уравнения для расчета коэффициентов активности компонентов неидеальной смеси Теория регулярных растворов Скетчарда-Гильдебранда и ее дальнейшее развитие. Групповые модели раствора UNIFAC и ASOG.		
3	Стандарты и технические регламенты, предъявляемые к бензинам, керосину, дизельному топливу, флотскому мазуту, котельному топливу, бензолу, толуолу, ортоксилолу, параксилолу, парафинам, этилену, полиэтилену, сжиженному газу и другим продуктам нефтехимии	6	Устный опрос
4	Особенности технологических схем разделения на установках первичной переработки нефти, риформинга, гидроочистки, изомеризации, алкилирования и комплексах производства ароматических углеводородов	6	Защита курсовой работы
5	Депарафинизация масляных фракций с использованием селективных растворителей.	6	Устный опрос
6	Металлические и металлосодержащие мембраны для извлечения водорода из промышленных газов. Конструкции мембранных аппаратов. Термодиффузионные колонны и их эффективность. Химические методы выделения и очистки ароматических углеводородов, алкенов, алкадиенов, алкинов.	6	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: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена и защиты курсовой работы в 7 семестре.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется комплектами вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний, два вопроса) и комплексная задача (для проверки умений и навыков, одно задание).

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Способы организации встречных неравновесных потоков в ректификационных колоннах
2. Комплексы разделения азеотропных смесей на основе принципа перераспределения давления
3. Рассчитать диаграмму производительности тарелки

Примеры тем курсовых работ:

1. Синтез системы разделения продуктов процесса пиролиза
2. Оптимизация выделения бутанов и пентанов на газофракционирующей установке
3. Синтез системы разделения газов нефтеперерабатывающего завода
4. Применение теплового насоса в процессе разделения пентановой фракции
5. Применение теплового насоса в процессе разделения бутановой фракции
6. Применение теплового насоса в процессе выделения пропилена
7. Применение колонн с внутренней тепловой интеграции в процессе выделения пропилена
8. Экстракция ароматических углеводородов из продукта процесса риформинга бензина
9. Синтез системы разделения природного газа
10. Синтез системы разделения тяжелых продуктов процесса пиролиза
11. Оптимизация процесса изомеризации с рециклом н-пентана и н-гексана
12. Оптимизация процесса изомеризации с рециклом н-гексана
13. Разработка математической модели атмосферного блока установки первичной переработки нефти
14. Разработка математической модели вакуумного блока установки первичной переработки нефти
15. Разработка математической модели блока вторичной перегонки бензинов установки первичной переработки нефти

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка за экзамен и курсовую работу «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Гайле, А. А. Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей : Учебное пособие / А. А. Гайле ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефте- и углехим. пр-в. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2009. - 76 с.
2. Гайле, А. А. Процессы разделения нефтепродуктов и смесей органических веществ с использованием селективных растворителей (Азеотропная и экстрактивная ректификация, экстракция) : Учебное пособие / А. А. Гайле ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефте- и углехим. пр-в. - Санкт-Петербург. : [б. и.], 2010. - 175 с.

3. Гайле, А. А. Расчет ректификационных колонн : Учебное пособие / А. А. Гайле, В. Н. Клементьев, Б. В. Пекаревский ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефтехим. и углехим. пр-в. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2018. - 93 с.
4. Гайле А. А. Морфолин и его производные. Получение, свойства и применение в качестве селективных растворителей / А. А. Гайле, В. Е. Сомов, Г. Д. Залищевский. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2007. - 331 с. : ил. - Библиогр.: с. 293-319. - ISBN 978-5-93808-144-4
5. Фролкова, А. К. Разделение азеотропных смесей. Физико-химические основы и технологические приемы / А. К. Фролкова. - Москва : Гуманит. издат. центр ВЛАДОС, 2010. - 188 с. - ISBN 978-5-691-01743-8
6. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : в 2-х кн. : учебник для химико-технологических специальностей вузов / Ю. И. Дытнерский. - Стер. изд. - [3-е изд.]. - Москва : Альянс, 2015. - Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-91872-073-8
7. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : в 2-х кн. : учебник для химико-технологических специальностей вузов / Ю. И. Дытнерский. - Стер. изд. - [3-е изд.]. - Москва : Альянс, 2015. - Ч. 2 : Массообменные процессы и аппараты. - 2015. - 368 с. - ISBN 978-5-91872-076-9

б) электронные учебные издания:

1. Гайле, А. А. Расчет ректификационных колонн : Учебное пособие / А. А. Гайле, В. Н. Клементьев, Б. В. Пекаревский ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефтехим. и углехим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2018. - 93 с.
2. Павлов, В. Б. Принципы и методы синтеза ресурсосберегающих химикотехнологических процессов. Моделирование ректификационных колонн для разделения бинарных и многокомпонентных смесей : учебное пособие / В. Б. Павлов, Е. А. Шулаева. — Уфа : УГНТУ, 2021. — 114 с. — ISBN 978-5-7831-2115-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/355019> (дата обращения: 08.04.2021). — Режим доступа: по подписке
3. Орлов, А. А. Разделение многокомпонентных изотопных смесей : учебное пособие / А. А. Орлов. — Томск : ТПУ, 2020. — 90 с. — ISBN 978-5-4387-0956-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/246209> (дата обращения: 08.04.2021). — Режим доступа: по подписке

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, 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 «Принципы процессов разделения смесей» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия.

Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКВД. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа.

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

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 знания 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;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение

Программы Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft PowerPoint), операционная система MS Windows. MathCad. Специализированные моделирующие программные пакеты ASPEN®.

10.3. Базы данных и информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека e-library.ru –<http://elibrary.ru>

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

Для ведения лекционных занятий используется аудитория на необходимое количество посадочных мест, оснащенная демонстрационным оборудованием; для ведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный объединенными в сеть персональными компьютерами, оборудованием и техническими средствами обучения на необходимое количество посадочных мест и специализированным программным обеспечением, позволяющим выполнять имитационное моделирование процессов разделения.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные 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 «Принципы процессов разделения смесей»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	Начальный
ПК-4	Готов обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на оптимизацию потребления ресурсов; проектировать новое оборудование	Начальный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.1 Использование нормативных документов по качеству сырья, продуктов и материалов, контроль параметров технологического режима процесса	Знает принципы различных методов разделения смесей, их возможности, преимущества и недостатки; критерии оценки качества разделения и установления соответствия технологической и нормативной документации (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №№1-171 к экзамену	Перечисляет основные принципы различных методов разделения смесей	Перечисляет основные принципы различных методов разделения смесей, дает четкие их определения, описывает особенности	Перечисляет основные принципы различных методов разделения смесей, дает четкие их определения, описывает особенности, может пояснить основные закономерности на примерах
	Умеет обоснованно выбирать эффективные методы разделения углеводородных смесей и продуктов органического синтеза для достижения нормативных показателей качества (У-1)	Корректное выполнение и анализ результатов практических работ	Перечисляет принципы выбора эффективных методов разделения углеводородных смесей и продуктов органического синтеза для достижения нормативных показателей качества	Выполняет количественную и качественную оценку методов разделения углеводородных смесей и продуктов органического синтеза для достижения нормативных показателей качества	Выполняет количественную и качественную оценку методов разделения углеводородных смесей и продуктов органического синтеза для достижения нормативных показателей качества, объясняет характер и последствия воздействия различных факторов на процесс

Код и наименование	Показатели сформированности	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
	Способен пользоваться методиками анализа и оценки эффективности процессов разделения смесей (Н-1)	Корректное выполнение практических работ	Имеет представление о принципах технологических расчетов, применяемых при разработке и оптимизации химических реакторов	Способен осуществлять технологические расчеты, применяемых при разработке и оптимизации химических реакторов	Способен самостоятельно формулировать постановку задачи и осуществлять технологические расчеты, применяемых при разработке и оптимизации химических реакторов
ПК-4.3 Расчет конструктивных параметров оборудования для разделения и очистки сырья и продукции технологического процесса	Знает основы расчета колонн зеотропной, азеотропной и экстрактивной ректификации, абсорберов и экстракторов; основы расчета вспомогательного оборудования, применяемого для разделения смесей; теоретические основы моделирования фазового равновесия неидеальных смесей; наиболее применяемые подходы для расчета процессов разделения в специализированном программном обеспечении (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №№172-206 к экзамену	Имеет представление о методах и средствах расчета типовых процессов разделения	Описывает теоретические основы моделирования процессов разделения в различного типа системах	Подробно объясняет принципы моделирования процессов разделения в различного типа системах, приводит примеры практического применения в промышленности
	Способен рассчитывать ректификационные колонны для разделения много-	Корректное выполнение и защита	Имеет понятие о применении методик обработки данных для	Способен применять методики для расчета и анализа	Способен выбирать и применять методики для анализа

Код и наименование	Показатели сформированности	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			компонентных и сложных смесей; анализировать результаты расчета, полученные при помощи универсальных моделирующих программ; проводить оценку адекватности результатов расчета технологической схемы разделения (У-2)	курсовой работы	расчета и анализа технологических процессов разделения
	Владеет практическими навыками расчета процессов разделения в универсальных моделирующих программах (Н-2)	Корректное выполнение и защита курсовой работы	Имеет представление о методах расчета процессов разделения, может выполнить типовой расчет	Способен пользоваться стандартизованным инструментарием специализированного программного обеспечения, анализирует результаты расчета по модели	Способен свободно пользоваться инструментарием специализированного программного обеспечения для моделирования процессов, делает обоснованные выводы по результатам расчета

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

- шкала оценивания на экзамене и при защите курсовой работы - балльная.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

3.1. Контрольные вопросы для проведения экзамена

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

1. Для чего используется уравнение Антуана, Рейделя?
2. Что такое константа фазового равновесия компонента и как она рассчитывается для компонентов идеальной системы с использованием объединенного закона Рауля-Дальтона?
3. Как многокомпонентная система приводится к псевдобинарной?
4. Что такое давление сходимости и как его можно определить?
5. Как можно определить приведенное давление?
6. Какими способами можно испарять сырье?
7. Что такое доля отгона сырья в процессе однократного испарения?
8. Как можно построить кривую однократного испарения идеальной бинарной смеси с использованием графика изобар?
9. Какое допущение используется при построении линии однократного испарения методом Обрядчикова и Смидович?
10. Как взаимно располагаются кривые стандартной разгонки, ИТК и однократного испарения?
11. Почему температура конца однократного испарения ниже, чем конца кипения при стандартной разгонке и по кривой ИТК?
12. Уравнение Трегубова для расчета доли отгона сырья при однократном испарении и составов равновесных фаз.
13. Зачем необходимо знать долю отгона сырья в процессе однократного испарения при расчете ректификационных колонн и трубчатых печей?
14. Какая исходная информация должна быть известна при составлении материального баланса ректификационной колонны методом ключевых компонентов?
15. Как выбирается ключевая пара компонентов и какие допущения лежат в основе метода ключевых компонентов?
16. Как рассчитывается температура в верхнем сечении ректификационной колонны?
17. Насколько различаются давления в нижнем и верхнем сечениях ректификационной колонны?
18. Как рассчитывается температура в нижнем сечении ректификационной колонны?
19. Что такое флегмовое число и минимальное флегмовое число?
20. К чему приведет снижение расхода орошения до уровня ниже минимального флегмового числа?
21. Какие уравнения предложены Андервудом для расчета минимального флегмового числа?
22. Какому условию должен удовлетворять вспомогательный коэффициент θ в уравнении Андервуда?
23. Как можно оптимизировать значение коэффициента избытка флегмы?
24. Чем обусловлено наличие минимума на кривой зависимости удельных энергозатрат от величины флегмового числа?
25. При каком режиме работы колонны требуется наименьшее число теоретических тарелок минимально?
26. Вывести уравнение Фенске для расчета минимального числа теоретических тарелок.
27. Какая зависимость была предложена Джиллилендом для расчета числа теоретических тарелок?
28. Какова средняя погрешность расчета ЧТТ методом Фенске-Джиллиленда и коэффициента полезного действия практических тарелок?
29. От каких факторов зависит к.п.д. практических тарелок?

30. Как все компоненты сырья, поступающего в колонну, сводятся к двум группам – эффективного легкого и эффективного тяжелого компонента?
31. Вывести уравнение кривой равновесия жидкость – пар для бинарной идеальной системы.
32. Составам каких потоков соответствуют точки, находящиеся на рабочих линиях укрепляющей и отгонной секций колонны?
33. Как проводится расчет ЧТТ колонны методом «от тарелки к тарелке»?
34. Какие требования предъявляются к тарелкам ректификационных колонн?
35. Какова конструкция S-образных тарелок и какое основное их преимущество по сравнению с колпачковыми тарелками?
36. Какова конструкция струйных тарелок и почему они характеризуются повышенной производительностью?
37. Какова конструкция двухпоточных и четырехпоточных тарелок и в каких случаях их следует использовать?
38. Что такое горячее острое орошение, каким образом оно создается в колонне?
39. Как создается в колонне холодное острое испаряющееся орошение?
40. Как осуществляется в колонне циркуляционное неиспаряющееся орошение?
41. Какие способы используются для подвода тепла в низ колонны?
42. Как осуществляется подвод тепла при помощи горячей циркулирующей струи?
43. Как рассчитывается количество тепла, вносимое в колонну сырьем в виде парожидкостной смеси?
44. Как рассчитывается количество тепла, отводимое в холодильнике-конденсаторе или в парциальном конденсаторе?
45. Какими способами можно рассчитать расход пара и жидкости в верхнем сечении колонны?
46. Как рассчитывается расход пара и жидкости в произвольном сечении отгонной секции и в нижнем сечении колонны?
47. В чем суть ненормального явления при работе тарелок ректификационных колонн,
48. Что такое провал жидкости на нижележащую тарелку и пульсирующий поток пара, когда они возможны?
49. По каким двум параметрам тарелки проводится предварительный выбор диаметра колонны?
50. Что понимается под рабочей площадью тарелки, площадью слива, периметром слива?
51. Что такое динамический подпор жидкости над сливной перегородкой и градиент жидкости на приеме тарелки?
52. От каких факторов зависит принимаемое расстояние между тарелками?
53. Как строится диаграмма производительности тарелки?
54. Что такое степень захлебывания тарелки и диапазон эффективной работы тарелки?
55. Как рассчитывается высота колонны?
56. Каким термодинамическим критерием характеризуется селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам и как он выводится?
57. Почему коэффициенты активности углеводородов одного гомологического ряда в полярных растворителях возрастают с увеличением числа углеродных атомов в молекулах углеводорода?
58. Как коэффициенты активности компонентов связаны с энергиями межмолекулярных взаимодействий?
59. Что такое селективность растворителей по молекулярным массам и почему желательно, чтобы она была низкой, в отличие от групповой селективности?
60. Какие растворители проявляют высокую и какие низкую селективность по молекулярным массам?
61. Почему коэффициенты активности циклоалканов в полярных растворителях ниже, чем алканов с тем же числом углеродных атомов?

62. Почему коэффициенты активности алкенов в полярных растворителях ниже, чем алканов, а аренов еще ниже?
63. Почему коэффициенты активности 1-алкинов в полярных (особенно сильноосновных) растворителях ниже, чем алкадиенов с тем же числом углеродных атомов?
64. Почему корреляционные уравнения Гаммета-Тафта можно использовать для предсказания селективности растворителей?
65. Как можно объяснить отсутствие корреляции селективности растворителей с дипольными моментами или диэлектрическими постоянными?
66. Какой универсальный критерий, характеризующий силовое поле молекул растворителей, может быть использован для оценки селективности?
67. Вывести условие образования азеотропов.
68. Какие следствия вытекают из условия образования азеотропов?
69. Почему вода или этиленгликоль образуют азеотропные смеси с широким кругом углеводородов, значительно отличающихся от этих растворителей по температуре кипения?
70. Какие требования предъявляются к азеотропобразующим компонентам?
71. Как зависит состав азеотропов от давления?
72. В каком случае разделение смесей азеотропной ректификацией экономично?
73. Каковы недостатки процесса азеотропной ректификации?
74. Выделение и очистка каких веществ в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза проводится методами абсорбции и хемосорбции?
75. Какие абсорбенты применяются для выделения и очистки ацетиленов, для удаления сероводорода и других кислых газов из природного и промышленных газов?
76. Какова принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки?
77. Что такое относительные концентрации компонентов в газовой и жидкой фазе, получаемых при абсорбции?
78. Что такое фактор абсорбции?
79. Как рассчитывается необходимое число теоретических ступеней абсорбции с помощью диаграммы У-Х?
80. Как влияет изменение температуры, давления и удельного расхода абсорбента на требуемое число теоретических ступеней в абсорбере?
81. Какой компонент выбирается в качестве ведущего при расчете абсорбента?
82. Какая температура понимается под средней эффективной температурой абсорбции?
83. Как составляется материальный баланс абсорбера?
84. Как рассчитывается тепловой эффект процесса абсорбции?
85. Какие требования применяются к экстрагентам?
86. Какие экстрагенты применяются для экстракции бензола и его гомологов, каковы их преимущества и недостатки?
87. Как проводится регенерация экстрагентов?
88. Какие способы можно использовать для выражения состава фаз на треугольной диаграмме?
89. Каковы свойства треугольной диаграммы: правило рычага, правило сложения, правило вычитания?
90. Какими методами можно построить бинодальную кривую?
91. Какие возможны типы бинодальных кривых?
92. Как, зная положение нескольких нод, можно построить ноду, проходящую через любую точку бинодальной кривой?
93. Чем отличаются понятия «экстракт» и «экстрактная фаза»?
94. Как можно определить максимальную концентрацию экстрагируемых компонентов в экстракте при замкнутой бинодальной кривой?
95. Что такое коэффициенты распределения компонентов и коэффициенты разделения при экстракции?

96. Что понимается под полюсом треугольной диаграммы и как можно определить его положение?
97. Какие типы экстракторов применяются в промышленности?
98. Какова принципиальная технологическая схема промышленных процессов экстракции бензола и его гомологов?
99. Что такое рисайкл и как можно снизить его расход?
100. Как можно устранить еще один возвратный поток – предбензольную фракцию?
101. Какие существуют типы диаграмм фазового равновесия между жидкой и твердой фазами?
102. От каких факторов зависит температура кристаллизации органических веществ?
103. Какие методы выделения n-алканов применяются в нефтепереработке?
104. Какие требования предъявляются к растворителям в процессе депарафинизации масляных фракций экстрактивной кристаллизацией?
105. Что такое температурный эффект депарафинизации?
106. Каков состав церезинов?
107. Что такое гач и петролатум?
108. Из каких секций состоит установка депарафинизации масел?
109. Как проводится обезмасливание гача и петролатума?
110. Какая из стадий производства смазочных масел наиболее дорогостоящая?
111. Каковы направления совершенствования технологии депарафинизации масел?
112. Кто и каким образом открыл карбамидную депарафинизацию?
113. Какова структура комплексов карбамида с n-алканами?
114. Почему другие углеводороды, не относящиеся к n-алканам, как правило, не образуют комплексы с карбамидом?
115. Какие силы удерживают молекулы n-алканов внутри канала, образованного молекулами карбамида?
116. Чем объясняется повышение стабильности комплексов n-алканов с карбамидом с увеличением числа углеродных атомов в молекулах n-алканов?
117. Почему селективность карбамидной депарафинизации вакуумных газойлей ниже, чем керосиновых и дизельных n-алканов?
118. Какие углеводороды, не относящиеся к n-алканам, способны образовывать аддукты с карбамидом?
119. С какими углеводородами образует твердые комплексы тиокарбамид?
120. Почему диаметр канала, образуемого молекулами тиокарбамида, больше, чем для карбамида?
121. Почему n-алканы не образуют твердые аддукты с тиокарбамидом?
122. Какие активаторы используются при карбамидной депарафинизации и какова их роль?
123. Какие растворители могут применяться при карбамидной депарафинизации и каковы их функции?
124. Какими способами разрушают комплексы карбамида с n-алканами?
125. Когда и кем были открыты впервые клатратные соединения?
126. Какова структура клатратных соединений?
127. Какую общую формулу имеют комплексы Вернера?
128. Для разделения каких углеводородов могут применяться комплексы Вернера?
129. На каких факторах основано разделение компонентов методом диффузии через мембраны?
130. Что такое коэффициент разделения в процессе диффузии через мембраны?
131. Что такое коэффициент проницаемости?
132. От каких факторов зависит скорость диффузии и избирательность разделения при диффузии через мембраны?
133. Разделение каких смесей осуществляется в промышленности методом диффузии через мембраны?

134. Когда, кем и каким образом было открыто явление термодиффузии?
135. Какова конструкция термодиффузионных колонок?
136. Каковы основные закономерности процесса термодиффузии?
137. Какие трудноразделяемые близкокипящие компоненты можно разделять термодиффузионным методом?
138. Какие способы повышения селективности разделения используются в термодиффузионных колонках?
139. Структура комплекса производства продуктов химической технологии
140. (на примере).
141. Два подхода к решению основной задачи развития народного хозяйства - эффективного использования природных и энергетических ресурсов.
142. Осуществление принципа раздельного проведения химического превращения и выделения целевых продуктов. Достоинства и недостатки принципа.
143. Основные показатели, характеризующие химические превращения.
144. Каталитическая конверсия метана, её варианты. Использование тепла.
145. Организация производства по технологическому и энерготехнологическому принципам. Примеры. Варианты рекуперации тепла.
146. Решить предложенную задачу на определение основных показателей химического превращения.
147. Эксергия, аналитическое выражение эксергии, целевой эксергетический к.п.д. Пути снижения потерь энергии.
148. Принципиальная схема работы теплового насоса, свойства рабочего тела. Схема ТН замкнутого цикла, коэффициент преобразования.
149. Работа теплового насоса по открытому циклу. Коэффициент преобразования. Целесообразность применения ТН.
150. Примеры схем разделения компонентов сырья с использованием теплового насоса.
151. Рециркуляционные процессы. Необходимость их применения. Типы рециркуляции.
152. Вывод аналитического выражения загрузки реактора при использовании фракционной рециркуляции.
153. Коэффициент рециркуляции, его особенность.
154. Влияние степени конверсии сырья на производительность при осуществлении рециркуляции.
155. Инертные примеси в рециркуляте. Методы, позволяющие обеспечить высокую движущую силу процесса.
156. Суммарная рециркуляция, области её использования. Примеры.
157. Сопряженная рециркуляция, её достоинства и недостатки.
158. Совмещенные процессы. Примеры однородно- и неоднородно совмещенных процессов.
159. Характеристика и примеры однородносовмещенных процессов.
160. Преимущества совмещенных процессов. Примеры совмещения при получении легко-, либо труднолетучего компонента.
161. Преимущества схем разделения с использованием теплового насоса по сравнению с обычными схемами.
162. Требования стандартов и технологических регламентов, предъявляемых к бензиновым фракциям
163. Требования стандартов и технологических регламентов, предъявляемых к керосиновым фракциям
164. Требования стандартов и технологических регламентов, предъявляемых к фракции дизельного топлива
165. Как можно определяется давление насыщенного пара нефтяных фракций?

166. Каким образом учитывается влияние группового состава нефтяных фракций на среднюю молекулярную массу?
167. Как можно рассчитать плотность нефтяной фракции в паровой фазе при рабочих параметрах?
168. Как зависит теплоемкость веществ в жидкой и паровой фазе от температуры?
169. Графические методы определения и эмпирические формулы для расчета энтальпии нефтепродуктов в жидкой и паровой фазе.
170. Как можно рассчитать теплоту сгорания органических веществ?
171. Как рассчитывается динамическая и кинематическая вязкость веществ и нефтепродуктов в зависимости от температуры и состава смеси?

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-4:

172. Как определяется оптимальное положение тарелки питания при расчете требующейся эффективности колонны методом «от тарелки к тарелке»?
173. Какое преимущество и каковы недостатки использования парциального конденсатора по сравнению с другими способами орошения?
174. Каковы преимущества вертикальных термосифонных рибойлеров по сравнению с другими кипяtilьниками?
175. называемого конусообразованием?
176. Какое нежелательное явление может возникнуть при высоких нагрузках по пару в колонне?
177. Какое нежелательное явление может возникнуть при высоких нагрузках по жидкости в колонне?
178. В чем сущность принципа теплового насоса, каковы его преимущества и когда использование этого принципа экономично?
179. Каковы преимущества и недостатки регулярных насадок по сравнению с тарельчатыми колоннами?
180. Каковы преимущества тарелок центробежного типа по сравнению с барботажными тарелками?
181. Каковы преимущества и недостатки пленочных ректификационных аппаратов, в частности, ректификационной технологии Линас?
182. Каковы критерии оптимизации схем ректификационного разделения многокомпонентных систем?
183. Почему высокоселективные растворители можно использовать в качестве эффективных азеотропобразующих компонентов даже в тех случаях, когда они образуют азеотропы, например, не только с насыщенными углеводородами, но и с аренами?
184. Чем отличаются принципиальные технологические схемы процессов азеотропной и экстрактивной ректификации?
185. Каковы преимущества экстрактивной ректификации по сравнению с азеотропной?
186. Какие селективные растворители применяются для выделения бензола и его гомологов методом экстрактивной ректификации?
187. Какой первый процесс экстрактивной ректификации применялся для выделения аренов С6-С8 из риформатов?
188. Каковы недостатки и преимущества экстрактивной ректификации по сравнению с экстракцией?
189. Какие селективные растворители применяются для выделения дивинила, изопрена, стирола методом экстрактивной ректификации?
190. Какие типы абсорберов и десорберов применяются в промышленности?
191. Для выделения каких углеводородов и продуктов основного органического синтеза применяется экстракция?
192. Каковы преимущества комбинированного процесса экстрактивной ректификации – экстракции по сравнению с индивидуальными процессами?

193. Как можно значительно сократить соотношение экстрагента к сырью и удельные энергозатраты при экстракции бензола и его гомологов?
194. Какие экстрагенты применяются для селективной очистки масляных фракций, каковы их преимущества и недостатки?
195. Какие нежелательные компоненты удаляются при селективной очистке масляных фракций и почему их присутствие нежелательно в смазочных маслах?
196. Каково назначение процесса деасфальтизации и какие растворители применяются в этом процессе?
197. Какие адсорбенты используются в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности?
198. Каков состав цеолитов и их кристаллическая структура?
199. От чего зависят молекулярно-ситовые свойства цеолитов?
200. Как различаются российская и американская классификация цеолитов?
201. В каких процессах разделения и очистки нефтеперерабатывающей промышленности применяются адсорбенты?
202. Какие растворители применяются при депарафинизации масел, каковы их преимущества и недостатки?
203. Какие факторы влияют на эффективность депарафинизации масел методом экстрактивной кристаллизации?
204. С какими углеводородами образуются газовые гидраты и какова структура?
205. Чем отличаются газовые гидраты от клатратных соединений туннельного типа – какой размер молекул «гостя» является лимитирующим?
206. Запасы каких горючих ископаемых считаются максимальными и в каком они находятся виде?

3.2 Примеры тем курсовых работ

1. Синтез системы разделения продуктов процесса пиролиза
2. Оптимизация выделения бутанов и пентанов на газофракционирующей установке
3. Синтез системы разделения газов нефтеперерабатывающего завода
4. Применение теплового насоса в процессе разделения пентановой фракции
5. Применение теплового насоса в процессе разделения бутановой фракции
6. Применение теплового насоса в процессе выделения пропилена
7. Применение колонн с внутренней тепловой интеграции в процессе выделения пропилена
8. Экстракция ароматических углеводородов из продукта процесса риформинга бензина
9. Синтез системы разделения природного газа
10. Синтез системы разделения тяжелых продуктов процесса пиролиза
11. Оптимизация процесса изомеризации с рециклом н-пентана и н-гексана
12. Оптимизация процесса изомеризации с рециклом н-гексана
13. Разработка математической модели атмосферного блока установки первичной переработки нефти
14. Разработка математической модели вакуумного блока установки первичной переработки нефти
15. Разработка математической модели блока вторичной перегонки бензинов установки первичной переработки нефти

3.3. Вопросы для проведения коллоквиумов и устных опросов выбираются из перечня контрольных вопросов 1-206 в соответствии с разделом дисциплины и тематикой текущей аттестации.

3.4. Комплексные задания для проверки умений и навыков в ходе проведения экзамена соответствуют по тематике и основаны на материале, освоенном в ходе выполнения лабораторных работ №№1-17.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше в разделе 3.1 и задачу по примеру выполняемым в ходе лабораторных занятий (раздел 3.4).
Время подготовки студента к ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

