

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 20:41:03
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Направление подготовки
18.03.01 Химическая технология

Направленность программы бакалавриата
Химическая технология органических веществ

Профессиональный модуль
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		В.Н. Клементьев
Разработчик		С.В. Дронов

Рабочая программа дисциплины «Химия и технология природных энергоносителей и углеродных материалов» обсуждена на заседании кафедры технологии нефтехимических и углехимических

протокол от «__» _____ 2017 № __

Заведующий кафедрой

В.В. Потехин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии

протокол от «__» _____ 2017 № __

Председатель

М.В. Ругто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		Профессор В.И. Крутиков
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.	7
3 Объем дисциплины.....	8
4 Содержание дисциплины	9
4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.....	9
4.2 Занятия лекционного типа	9
4.3 Занятия семинарского типа	11
4.3.1 Лабораторные занятия.....	11
4.4 Самостоятельная работа обучающихся.....	15
5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	17
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	17
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	18
8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	19
9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	19
10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	20
10.1 Информационные технологии.	20
10.2 Программное обеспечение	20
10.3 Информационные справочные системы	20
11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20
12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	20
Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины	21

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

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p>Знать: Основные законы физики и химии</p> <p>Уметь: Применять на практике основные законы естественнонаучных дисциплин.</p> <p>Владеть: Основами профессиональной деятельности в области процессов переработки природных энергоносителей и углеродных материалов</p>
ОПК-3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	<p>Знать: строение и основные классы органических и гетероатомных соединений.</p> <p>Уметь: соотнести свойства химического соединения с его строением</p> <p>Владеть: Современными понятиями о строении вещества, химизме превращений органических молекул и катализе в нефтепереработке</p>
ПК-1	Способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	<p>Знать: - основные приемы переработки твердых горючих ископаемых; - основные приемы переработки нефти и газового конденсата.</p> <p>Уметь: - на основании данных о физико-химических свойствах природных энергоносителей и данных их технического анализа выбрать оптимальный вариант</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p>химико-технологической переработки природных энергоносителей для получения товарных продуктов с требуемыми свойствами;</p> <p>Владеть: - информацией об основных приемах переработки топлива и углеродных материалов, влияния вида сырья и цели его переработки на параметры технологического процесса, об основном оборудовании, применяемом в различных процессах переработки природных энергоносителей.</p>
ПК-3	<p>Готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности</p>	<p>Знать: основные понятия цели и задачи стандартизации, сертификации продуктов переработки природных энергоносителей</p> <p>Уметь: работать с нормативной документацией по стандартизации и сертификации и применять полученные знания в процессе обучения по профилю подготовки</p> <p>Владеть: терминологией в области стандартизации и сертификации, приемами работы с базами нормативных документов.</p>
ПК-4	<p>способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p>	<p>Знать: возможные экологические последствия неправильного применения технологических средств.</p> <p>Уметь: принимать технические решения при разработке новых современных процессов переработки природных энергоносителей</p> <p>Владеть: основными методами и современными программами для разработки технологического процесса с учётом экологических норм и требований</p>

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Знать: основные способы построения физических и химических экспериментов в области переработки природных энергоносителей</p> <p>Уметь: планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения.</p> <p>Владеть: методами математического анализа полученных экспериментальных данных; методами теоретического и экспериментального исследования.</p>
ПК-17	Готовность проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	<p>Знать: систему и порядок проведения сертификации продуктов и производства</p> <p>Уметь: проводить стандартные сертификационные испытания в профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: приемами составления отчетов испытаний изделия и технологического процесса</p>
ПК-20	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	<p>Знать: основные отечественные и зарубежные источники научной и научно-технической информации.</p> <p>Уметь: проводить отбор и систематизацию информационных источников.</p> <p>Владеть: приемами поиска информации в отечественных и международных базах данных.</p>

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина **«Химия и технология переработки природных энергоносителей»** относится к профессиональному модулю по выбору Б1.В.ДВ.01.06 при подготовке бакалавров по направленности *«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»* является обязательной (Б1.В.ДВ.01.06.01) и изучается на 3 и 4 курсе в 5,6 и 7 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин *«Общая и неорганическая химия»*, *«Органическая химия»*, *«Физическая химия»*, *«Коллоидная химия»*, *«Общая химическая технология»* и *«Процессы и аппараты химической технологии»*.

Полученные в процессе изучения дисциплины **«Химия и технология переработки природных энергоносителей»** знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин, *«Оборудование предприятий переработки природных энергоносителей»*, *«Применение продуктов переработки природных энергоносителей»* и *«Общезаводское хозяйство предприятий по переработке природных энергоносителей»*, а также в научно-исследовательской работе обучающегося и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Объем дисциплины

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего, академических часов			
	Очная форма обучения			
	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	ИТОГО
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/180	13/468	7/252	25/900
Контактная работа с преподавателем:	80	220	144	444
занятия лекционного типа	36	64	18	118
занятия семинарского типа, в т.ч.:	36	140	108	68
лабораторные работы		108	108	216
практические занятия	36	32		
КСР	8	16	18	42
из них курсовая работа	-	8	9	17
другие виды контактной работы				
Самостоятельная работа	64	212	72	320
Форма текущего контроля (Кр, реферат)				
Форма промежуточной аттестации (КР, зачет, экзамен)	Зачёт, Экзамен (36)	Зачёт, Экзамен, КР (36)	Зачёт, Экзамен, КР (36)	108

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы			Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР		
1	Химия и технология твердых горючих ископаемых	36	-	36	8	64	ОПК-1, ПК-16
2	Химия и технология нефти, газа и газового конденсата	64	108	32	16	212	ОПК-3, ПК-1, ПК-3
3	Процессы разделение и очистки в технологии переработки природных энергоносителей	18	108	-	18	72	ПК-4, ПК-17, ПК-20
Итого		118	216	68	42	348	

4.2 Занятия лекционного типа

Таблица 4

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Термическая переработка твердых горючих ископаемых: коксование, полукоксование: Основные современные направления развития процессов коксования. Технологическое и аппаратное оформление процессов коксования и полукоксования.	12	Использование слайд-презентаций

№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Газификация и деструктивная гидрогенизация: Основные современные направления развития процессов газификации углей и других видов ТГИ. Химизм процесса газификации и гидрогенизации ТГИ.	12	Использование слайд-презентаций
	Производство синтетического жидкого топлива из твердых горючих ископаемых. Товарные продукты процесса коксования, технологические схемы выделения аммиака, сырого бензола, сернистых соединений.	12	Использование слайд-презентации
2	Первичная переработка нефти, газа и газового конденсата: Химический состав нефти, газа и газового конденсата. Физико-химические свойства нефтей и нефтепродуктов. Основные классы соединений в нефти. Подготовка нефти к первичной переработке. Поточная схема переработки нефти на современных НПЗ. Первичная переработка нефти. Виды дистилляции, однократное испарение. Комплексная установка первичной переработки нефти ЭЛОУ-АВТ.	16	Использование слайд-презентаций
	Термические Процессы вторичной переработки нефти, газа и газового конденсата: термический крекинг, висбрекинг, пиролиз нефтяных фракций, термический риформинг. Химические превращения при термических процессах. Производство битумов.	16	Использование слайд-презентаций
	Каталитические Процессы вторичной переработки нефти, газа и газового конденсата: Гидроочистка нефтяных фракций, каталитический риформинг, гидродепарафинизация, гидрокрекинг, установки по производству элементарной серы, каталитический крекинг нефтяных фракций. Катализаторы вторичных процессов, химизм и механизм реакций. Системный подход к вопросам качества товарных нефтепродуктов.	16	Использование слайд-презентаций
	Переработка нефтезаводских газов: характеристика и свойства нефтяных газов, переработка и утилизация нефтезаводских газов. Производство водорода.	16	Использование слайд-презентаций

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Классификация процессов разделения и очистки органических веществ: основные процессы разделения и очистки нефти, газа и газового конденсата. Межмолекулярные взаимодействия в растворах неэлектролитов. Процессы разделения с применением селективных растворителей. Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам. Стандарты организации (СТО), порядок разработки и применения. Системы управления качеством. Принципы и методы стандартизации.	6	Использование слайд-презентаций
	Азеотропная ректификация: Условие образования азеотропов и вытекающие из него следствия. Требования к азеотропобразующим компонентам. Абсорбция: Применение процесса абсорбции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза	6	Использование слайд-презентаций
	Экстракция и экстрактивная ректификация: Применение процесса экстракции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Требования к растворителям для экстрактивной ректификации. Применение процесса экстрактивной ректификации.	6	Использование слайд-презентаций

4.3 Занятия семинарского типа

4.3.1 Лабораторные занятия

Таблица 5

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Технический анализ твердого топлива (угля, сланца): Определение влажности, зольности и выхода летучих веществ.	22	Работа в группах

№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
	Оценка спекающей способности и коксуетности углей: Определение индекса свободного вспучивания. Определение спекаемости по методу Рога.	22	Работа в группах
	Пластометрические показатели углей: Определение толщины пластического слоя и усадки твердого топлива	22	Работа в группах
	Полукоксование углей и сланцев: Полукоксование углей и сланцев на реторте Фишера	22	Работа в группах
	Анализ каменноугольной смолы: Определение фракционного состава каменноугольной смолы. Определение содержания нафталина. Определение содержания нерастворяющихся в толуоле веществ и зольности смолы.	20	Работа в группах
3	Технический анализ нефти и нефтепродуктов: Разгонка нефти на фракции на АРН-2 и анализ полученных фракций. Определение фракционного состава по Энглеру.	18	Работа в группах
	Термические процессы переработки нефти: Определение коксуетности по Конрадсону. Определение теплоты сгорания нефтепродуктов.	18	Работа в группах
	Физико-химические и эксплуатационные свойства моторных топлив и масел. Определение плотности, вязкости, показателей преломления, температуры вспышки. Определение содержания серы ускоренным методом.	18	Работа в группах
	Простая ректификация: Определение эффективности лабораторной ректификационной колонки. Разделение смесей близки кипящих компонентов методом простой ректификации.	18	Работа в группах

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
	<p>Процессы разделения и очистки с применением селективных растворителей: Разделение системы ароматический углеводород – алкан методами азеотропной и экстрактивной ректификации. Разделение системы ароматический углеводород (или гетероатомное соединение) – алкан методом экстракции. Парожидкостное равновесие в присутствии селективного растворителя</p>	36	Работа в группах

4.3.2 Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Общая характеристика ТГИ: Происхождение ТГИ, условия образования. Основные показатели качества ТГИ. Технический анализ ТГИ. Классификация углей. Петрографический анализ углей.</p>	6	Дискуссия
	<p>Добыча ТГИ: История угледобычи, использования ТГИ. Мировые запасы ТГИ, крупнейшие месторождения. Механическая обработка ТГИ. Обогащение ТГИ.</p>	6	Дискуссия
	<p>Первичная переработка нефти: Испарение и конденсация нефти. Примеры расчёта доли отгона сырья в процессе однократного испарения и конденсации. Выбор одноколонной и двухколонной схемы первичной переработки нефти.</p>	6	Дискуссия
	<p>Тенденции потребления твердых горючих ископаемых: Перспективы развития угольной промышленности. Роль угольной отрасли в ТЭК России и зарубежных государств. Мировые тенденции в угольной энергетике. Горючий сланец – состав, происхождение, применение. Торф – состав, применение, переработка. Охрана окружающей среды в технологии ТГИ.</p>	6	Дискуссия

№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Классификация процессов переработки ТГИ: Процессы спекания и коксообразования. Термическая деструкция органической массы ТГИ. Влияние условий нагревания на выход продуктов термической деструкции. Полукоксование. Характеристика и применение продуктов полукоксования. Основные типы печей для полукоксования.	6	Дискуссия
	Высокотемпературные процессы переработки ТГИ: Высокотемпературное коксование. Коксовая батарея, процессы, протекающие в камере печи. Классификация коксовых печей. Качество кокса, области применения. Подготовка углей к коксованию. Летучие продукты термической переработки ТГИ. Улавливание летучих продуктов, образующихся при термической переработке ТГИ. Газификация ТГИ.	6	Дискуссия
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.	6	Дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Выбор поточной схемы переработки заводов по переработке природных энергоносителей: Выбор оптимальной схемы переработки нефти на нефтеперерабатывающем и газоперерабатывающем заводе. Основные технологические установки, необходимые для переработки различного жидкого углеводородного сырья. Изучение возможности перехода с одного вида сырья на другой.	6	Дискуссия
	Первичная переработка нефти: Испарение и конденсация нефти. Примеры расчёта доли отгона сырья в процессе однократного испарения и конденсации. Выбор одноколонной и двухколонной схемы первичной переработки нефти.	6	Дискуссия
	Термические и термокаталитические процессы переработки нефти и продуктов её переработки: Выбор направления переработки узких нефтяных фракций, полученных при первичной перегонке нефти на атмосферном блоке. Гидроочистка, изомеризация, каталитический риформинг, каталитический крекинг.	6	Дискуссия
	Процессы переработки продуктов вакуумной перегонки мазута: назначение вакуумных газойлей и гудрона. Производство нефтяного битума, минеральных масел и судового топлива.	6	Дискуссия
	Переработка кислых газов, водоподготовка: установки Клауса, установки отпарки кислых стоков.	2	Дискуссия

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 6

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Особенности сырья для различных процессов переработки природных энергоносителей	16	Устный опрос №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	Современное состояние промышленности по переработке твердых горючих ископаемых РФ	16	Устный опрос №2
	Нетопливная переработка бурых углей	16	Устный опрос №3
	Производство синтетического жидкого топлива деструктивной гидрогенизацией угля.	16	Устный опрос №4
2	Современное состояние нефтеперерабатывающей промышленности северо-запада РФ. Атмосферная перегонка нефти.	36	Письменный опрос №1
	Методы разрушения нефтяных эмульсий.	36	Устный опрос №1
	Экологические требования к нефтепродуктам	36	Устный опрос №2
	Процессы коксования тяжелых нефтяных остатков.	36	Устный опрос №3
	Пиролиз узких нефтяных фракций и углеводородных газов.	36	Устный опрос №4
	Каталитический крекинг различных нефтяных фракций.	32	Письменный опрос №1
3	Кристаллизация, экстрактивная и аддуктивная кристаллизация	24	Устный опрос №1
	Диффузия через мембраны и термодиффузия	24	Устный опрос №2
	Химические методы разделения и очистки	24	Устный опрос №3

4.5 Примеры задач для выполнения курсовых работ в 6 семестре

Провести проверку термодинамической согласованности экспериментальных данных о равновесии жидкость – пар для бинарной системы Монометилвый эфир диэтиленгликоля (1) – н-октан (2) методом Редлиха–Кистера при температуре 75°C. Рассчитать константы уравнений Редлиха–Кистера, Маргулеса, Ван Лаара, Вильсона и определить, какое уравнение лучше использовать для аппроксимации данных, построив зависимости $\ln \gamma_1 = f(x_1)$ по экспериментальным и расчетным значениям γ_1 . Рассчитать коэффициенты активности компонентов при $x_1 = 60$ методом UNIFAC.

Данные о равновесии жидкость пар приведены ниже:

Монометиловый эфир диэтиленгликоля (1) – н-октан (2) при 75°C

$X_1, \% \text{ мол.}$	$Y_1, \% \text{ мол.}$	$P, \text{ кПа}$
3.72	14.32	21.49
5.48	18.13	22.24
12.67	26.23	24.00
20.00	29.78	24.66
31.59	32.44	25.04
40.00	33.80	24.93
60.00	36.58	24.40
74.16	39.61	23.46
85.00	45.63	21.26
90.00	50.84	19.60
95.0	61.57	16.73

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

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 в 5, 6 и 7-ом семестрах проводится в форме зачета и экзамена.

Зачет предусматривает устную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическим вопросом. Время подготовки студента к устному ответу - до 20 мин.

Пример варианта вопросов на зачёте:

<p>Вариант № 1</p> <p>1 Шкалы донорных и акцепторных чисел растворителей.</p>
--

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

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами для проверки умений и навыков.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

- 1 Представление о видах ТГИ и целесообразных приемах их переработки.
- 2 Схемы нефтеперерабатывающих заводов.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

а) основная литература:

- 1 Потехин, В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата : учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению "Химическая технология" / В. М. Потехин. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2017. - 568 с. (ЭБС)
- 2 Технология переработки нефти. Часть 1. Первичная переработка нефти./ О.Ф. Глаголева, В.М. Капустин, Т.Г. Гюльмисарян, Е.А. Чернышева. М.: КолосС, 2005. -400с.
- 3 Капустин, В.М. Технология переработки нефти. Часть 2. Деструктивные процессы / В.М. Капустин, А.А. Гуреев. – М.: КолосС, 2007. – 334 с.
- 4 Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учебник./ И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Альфа–М, 2006.- 608с.

б) дополнительная литература:

- 5 Рудин, М.Г. Карманный справочник нефтепереработчика./ М.Г. Рудин, В.Е. Сомов, А.С. Фомин. М.: ОАО» ЦНИИТНЕфтехим», 2004.- 336с.
- 6 Потехин, В.М. Теоретические основы процессов переработки природных энергоносителей. Часть1./ В.М.Потехин, А.М. Сыроежко, Б.В. Пекаревский. Санкт-Петербург, Изд. РИСо СПбГТИ (ТУ), 2010. -155с. (ЭБ)
- 7 Гайле, А. А. Процессы разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа : Учебное пособие. / А. А. Гайле, В. Е. Сомов. - СПб. : Химиздат, 2012. - 375 с.
- 8 Нефтегазовый комплекс России и первичная переработка нефти/ А. А. Гайле [и др.] - СПб.: Химиздат, 2016. - 448 с.

в) вспомогательная литература:

- 9 Глушченко, И.М. Теоретические основы технологии горючих ископаемых / И.М. Глушченко. – М.: Металлургия, 1990. – 295 с.
- 10 Агроскин, А. А. Химическая технология угля / А. А. Агроскин. - М. : Углетехиздат, 1954. - 252 с.
- 11 Спейт Дж. Г. Анализ нефти : Справочник / Дж. Г. Спейт; пер. с англ. под ред. Л. Г. Нехамкиной, Е. А. Новикова. - СПб. : Профессия ; СПб. : ЦОП "Профессия", 2010. - 479 с.

- 12 Лapidус, А.Л. Состав, строение, свойства углей. Процессы их газификации./ А.Л. Лapidус, Д.С. Худяков. – М: ИЦ РГУ нефти и газа. 2015. – 111с.
- 13 Гюльмалиев, А.М. Теоретические основы химии угля./ А.М. Гюльмалиев, Г.С. Головин, Т.Г. Гладун. – М: Издательство Московского Государственного Университета. 2003. – 556с.
- 14 Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждения соответствия: учебник / И.М.Лфиц. – 9-е изд. – М.: Юрайт; ИД Юрайт, 2010. – 315с.
- 15 Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для ВУЗов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схирталадзе, Б.И. Лактионов. – 4-е изд. – М. Высш. шк., 2010. – 791 с.

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 «Химия и технология природных энергоносителей» 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 УКДВ. 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.

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;
- использование мультимедийных средств в лабораторном практикуме
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2 Программное обеспечение

- Microsoft Office (Word, Excel, Power Point);
- MathCAD 14.
- Компас 3D
- VMGSim
- AspenONE

10.3 Информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 25 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется 19 лабораторных установок и 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 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
«Химия и технология переработки природных энергоносителей»**

1 Перечень компетенций и этапов их формирования

Таблица 7

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-1	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	промежуточный
ОПК-3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	промежуточный
ПК-1	способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	промежуточный
ПК-3	Готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности	промежуточный
ПК-4	способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	промежуточный
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	промежуточный
ПК-17	Готовность проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	промежуточный
ПК-20	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	промежуточный

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

Таблица 8

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<p>Знает основные законы физики и химии; основные способы построения физических и химических экспериментов в области переработки природных энергоносителей.</p> <p>Умеет применять на практике основные законы естественнонаучных дисциплин; планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения.</p> <p>Владеет основами профессиональной деятельности в области процессов переработки природных энергоносителей и углеродных материалов; методами математического анализа полученных экспериментальных данных; методами теоретического и экспериментального исследования.</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №1-20 к зачету</p> <p>Правильные ответы на вопросы №1-40 к экзамену</p>	ОПК-1, ПК-16
Освоение раздела №2	<p>Знает строение и основные классы органических и гетероатомных соединений; основные приемы переработки твердых горючих ископаемых; основные приемы переработки нефти и газового конденсата.</p> <p>Умеет соотнести свойства химического соединения с его строением; на основании данных о физико-химических свойствах природных энергоносителей и данных их технического анализа выбрать оптимальный вариант химико-технологической переработки природных энергоносителей для получения товарных продуктов с тре-</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №21-40 к зачету</p> <p>Правильные ответы на вопросы №41-81 к экзамену</p>	ОПК-3, ПК-1, ПК-3

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>буемыми свойствами.</p> <p>Владеет современными понятиями о строении вещества, химизме превращений органических молекул и катализе в нефтепереработке; информацией об основных приемах переработки топлива и углеродных материалов, влияния вида сырья и цели его переработки на параметры технологического процесса, об основном оборудовании, применяемом в различных процессах переработки природных энергоносителей, терминологией в области стандартизации и сертификации, приемами работы с базами нормативных документов</p>		
Освоение раздела № 3	<p>Знает возможные экологические последствия неправильного применения технологических средств; основные отечественные и зарубежные источники научной и научно-технической информации, систему и порядок проведения сертификации продуктов и производства</p> <p>Умеет принимать технические решения при разработке новых современных процессов переработки природных энергоносителей; проводить отбор и систематизацию информационных источников.</p> <p>Владеет основными методами и современными программами для разработки технологического процесса с учётом экологических норм и требований; приёмами поиска информации в отечественных и международных базах данных.</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №41-60 к зачету</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 82-122 к экзамену</p>	ПК-4, ПК-17, ПК-20

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация проводится в виде защиты курсовых работ, и в форме зачета и экзамена. Шкала оценивания: для формы зачет – «зачет»/ «не зачет», для формы экзамен – балльная.

3 Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации

3.1 Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации на зачете в 5 семестре

1. Представление о залегании горючих ископаемых в земной коре.
2. Основные каменноугольные месторождения в РФ и их характеристика.
3. Основные бурогольные месторождения в РФ и их характеристика.
4. Научная и технологическая классификация углей.
5. Представление о петрографии углей.
6. Макроингредиенты и микрокомпоненты углей и их характеристика.
7. Изменение состава угольного вещества в процессе метаморфизма.
8. Простые и сложные углеводы входящие в состав растений.
9. Характеристика высокомолекулярных углеводов: целлюлозы, пектина, полигалактуроновой кислоты.
10. Роль лигнина в жизни растений и образовании горючих ископаемых.
11. Условия образования гумусовых горючих ископаемых и стадии их химической зрелости.
12. Необходимые предпосылки для образования горючих ископаемых.
13. Торфообразование и углеобразование.
14. Гуминовые кислоты, их состав и содержание в углях.
15. Целлюлозная теория происхождения углей.
16. Лигнинная теория происхождения углей.
17. Условия образования сапропелитовых горючих ископаемых.
18. Образование сапропелитовых углей.
19. Групповой состав твердых горючих ископаемых.
20. Извлечение из угля битумов, их количество и состав в зависимости от стадии зрелости углей.

3.2 Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации на экзамене в 5 семестре

1. Представление о видах ТГИ и целесообразных приемах их переработки.
2. Прием и складирование ТГИ, борьба со смерзаемостью и самовозгоранием.
3. Измельчение и грохочение ТГИ.
4. Принципы и способы обогащения ТГИ.
5. Показатели качества ТГИ. Технический анализ ТГИ.
6. Высокотемпературное коксование(назначение, сырье, параметры процесса).
7. Устройство коксовых печей, камера коксования, габариты, высота загрузки.
8. Отопительные простенки, их устройство у печей ПВР и ПК-2К.
9. Представление о батарее коксовых печей.
10. Схема механизмов, обслуживающих коксовую батарею.
11. Схема конденсации продуктов коксования.
12. Схема улавливания аммиака из коксового газа сатураторным методом.
13. Схема улавливания сырого бензола.
14. Побочные продукты высокотемпературного коксования. Направления использования.
15. Кокс. Способы его получения.
16. Среднетемпературное коксование (назначение, сырье, параметры процесса).
17. Устройство печи Лурги - агрегата среднетемпературного коксования и полукоксования ТГИ.

18. Схема улавливания парогазовых продуктов среднетемпературного коксования.
19. Полукоксование ТГИ (назначение, сырье, параметры процесса, виды готовых продуктов).
20. Основные факторы, влияющие на процесс полукоксования. Выбор параметров процесса, аппаратуры в зависимости от вида сырья и цели проводимого процесса.
21. Полукоксование с различными вариантами подвода тепла.
22. Полукоксование угля со смешанным теплоносителем. Установка ТККУ.
23. Особенности сланцев как технологического сырья. Товарные характеристики сланцев.
24. Переработка прибалтийских горючих сланцев. Основные принципы переработки.
25. Технологическая схема переработки сланцев в камерных печах (назначение процесса, режим, продукты).
26. Устройство 1000-тонного генератора переработки сланцев.
27. Технологическая схема улавливания продуктов переработки сланцев в газогенераторах.
28. Полукоксование сланцевой мелочи с твердым теплоносителем. Технологическая схема УТТ-3000.
29. Газификация ТГИ (назначение, сырье, параметры процесса, готовые продукты).
30. Получение газов высокой теплотворной способности двухступенчатой газификацией по методу Hugas.
31. Получение газов высокой теплотворной способности по методу Hydrane.
32. Получение синтез-газа по методу Техасо.
33. Получение СЖТ из синтез-газа по методу Фишера-Тропша. Назначение процесса, параметры, промышленные катализаторы, продукты.
34. Технологическая схема синтеза Фишера-Тропша на стационарном катализаторе.
35. Технологическая схема Фишера-Тропша на железном катализаторе в кипящем слое.
36. Синтез метанола (назначение процесса, параметры, катализаторы).
37. Технологическая схема синтеза метанола.
38. Технологическая схема получения высокооктанового бензина из метанола.
39. Деструктивная гидрогенизация углей (назначение, сырье, параметры процесса).
40. Технологическая схема жидкофазной гидрогенизации ТГИ.

3.3 Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации на зачете в 6 семестре

21. Механические способы разрушения нефтяных эмульсий
22. Химические способы разрушения нефтяных эмульсий
23. Элементный состав нефти
24. Групповой состав нефти
25. Фракционный состав нефти
26. Классификация нефтей по физическим свойствам
27. Классификация нефтей по химическим свойствам
28. Технологическая и техническая классификация нефтей
29. Назначение отпарных выносных колонн
30. Основные продукты вакуумного блока
31. Состав «жирного» и «сухого» газов

32. Очистка газов от механических примесей
33. Абсолютная точка росы
34. Пиролизные печи типа SRT
35. Кратность циркуляции ВСГ для установок гидроочистки
36. Катализаторы процессов изомеризации
37. Катализаторы процесса каталитического риформинга
38. Октановое число автомобильного бензина
39. Сырьё процесса гидрокрекинга
40. Характеристика товарного битума

3.4 Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации на экзамене в 6 семестре

- 41 Характеристика основных продуктов переработки нефти. Первичные и вторичные процессы переработки нефти
- 42 Нефтяные эмульсии. Способы обессоливания и обезвоживания нефти. Дезэмульгаторы.
- 43 Направления выбора вариантов переработки нефти.
- 44 Поточные схемы нефтеперерабатывающих и газоперерабатывающих заводов.
- 45 Технологическая схема и аппаратное оформление блока ЭЛОУ.
- 46 Комбинированные установки первичной переработки нефти.
- 47 Атмосферная перегонка нефти: устройство основной сложной ректификационной колонны и блок вторичной ректификации бензина.
- 48 Вакуумная перегонка нефти (сырьё, продукты и назначение блока). Особенности работы вакуумного блока по топливному и масляному вариантам.
- 49 Технологическая схема установки АВТ с двукратным испарением.
- 50 Общая характеристика термодеструктивных процессов нефтепереработки (термический крекинг, висбрекинг, коксование, пиролиз).
- 51 Основные параметры и виды сырья, влияющие на термические процессы переработки нефти.
- 52 Пиролиз нефтепродуктов (назначение, сырьё и параметры процесса). Технологическая схема установки термического пиролиза ЭП-300.
- 53 Термический крекинг (назначение, сырьё и параметры процесса, продукты). Технологическая схема установки термического крекинга.
- 54 Термический риформинг нефтяных фракций (продукты, назначение, сырьё и параметры процесса).
- 55 Замедленное коксование нефтепродуктов (назначение, сырьё, параметры процесса, продукты). Технологическая схема установки замедленного коксования.
- 56 Висбрекинг (назначение процесса, сырьё и основные реакции)
- 57 Процесс получения нефтяных битумов. Представление о механизме процесса, выбор сырья и параметров процесса.
- 58 Технологическая схема установки окисления гудронов до битумов.
- 59 Термокаталитические процессы переработки нефтепродуктов. Характеристика параметров и катализаторов в зависимости от назначения процесса.

- 60 Гидроочистка нефтяных фракций (катализаторы, сырьё и параметры процесса). Технологическая схема установки гидроочистки дизельной фракции.
- 61 Гидродепарафинизация и гидроизомеризация дизельной фракции (назначение процесса, химизм и продукты).
- 62 Каталитический риформинг узких нефтяных фракций (химизм, назначение процесса, сырьё и катализаторы). Технологическая схема установки каталитического риформинга.
- 63 Установки каталитического риформинга с движущимся слоем катализатора. Преимущества и недостатки.
- 64 Каталитический крекинг (химизм, назначение, сырьё, параметры и катализаторы процесса, характеристика продуктов). Технологическая схема установки каталитического крекинга.
- 65 Промышленные установки каталитического крекинга: TCC и FCC.
- 66 Промышленные установки каталитического крекинга: MSCC и RCC.
- 67 Процессы алкилирования в нефтехимии. Алкилирование изобутана олефинами (химизм, катализаторы, назначение и сырьё процесса).
- 68 Установки сернокислотного и HF алкилирования. Преимущества и недостатки.
- 69 Гидрокрекинг нефтепродуктов (химизм, назначение, сырьё, параметры и катализаторы процесса). Технологическая схема установки гидрокрекинга нефтепродуктов.
- 70 Изомеризация пентан-гексановой фракции углеводородов (химизм, назначение, катализаторы и продукты). Низкотемпературная и среднетемпературная изомеризация.
- 71 Процесс цеоформинг (химизм, сырьё процесса, назначение и продукты). Технологическая схема процесса цеоформинг.
- 72 Первичная переработка углеводородных газов. Подготовка газа к разделению
- 73 Осушка углеводородных газов и очистка от химических примесей.
- 74 Аминная очистка углеводородного газа от кислых примесей (назначение процесса, технологические параметры), обоснование выбора амина.
- 75 Газофракционирующие установки, типы газофракционирующих установок, сырьё и продукты.
- 76 Утилизация сероводорода из нефтезаводских газов. Установка Клауса (назначение, химизм процесса, основные аппараты).
- 77 Производство «синтез-газа» из природного газа и лёгких углеводородов. Основные и побочные продукты.
- 78 Процесс окислительной (автотермической) конверсии. Преимущества процесса и технологическая схема.
- 79 Производство синтетических углеводородов на основе «синтез-газа», пути их переработки.
- 80 Газовые конденсаты (состав, свойства). Основные пути переработки.
- 81 Качество. Определение. Системы качества. Показатели качества продуктов нефтехимического синтеза. Порядок разработки Технического регламента.

3.5 Задания для выполнения курсовых работ в 6 семестре.

1. Термический крекинг нефтепродуктов.

Термодинамические и кинетические предпосылки термического крекинга. Механизм термического крекинга и условия протекания процесса. Выход и состав продуктов.

2. Пиролиз нефтепродуктов. Условия пиролиза газообразного и жидкого сырья. Выход и состав продуктов.
3. Коксование нефтепродуктов.
Условия процесса коксования, виды сырья. Выход и состав продуктов.
4. Термическая переработка битуминозных твердых горючих ископаемых.
Цель переработки битуминозных твердых горючих ископаемых. Параметры процесса. Выход и состав продуктов.
5. Полукоксование твердых горючих ископаемых.
Виды сырья и параметры процесса. Выход и состав продуктов.
6. Среднетемпературное коксование твердых горючих ископаемых.
Виды сырья и параметры процесса. Выход и состав продуктов.
7. Высокотемпературное коксование твердых горючих ископаемых.
Виды сырья и параметры процесса. Выход и состав продуктов.
8. Деструктивная гидрогенизация различных классов углеводородов.
Термодинамические предпосылки деструктивной гидрогенизации. Виды катализаторов и параметры процесса. Особенности деструктивной гидрогенизации алканов, алкенов, циклоалканов и аренов.
9. Деструктивная гидрогенизация кислород-, серо-, и азотсодержащих соединений.
Величина энергии связи C-C, C-O, C-S, C-N. Механизм деструктивной гидрогенизации кислород-, серо-, и азотсодержащих соединений и зависимости от их вида. Виды катализаторов и параметры процесса.
10. Гидроочистка нефтепродуктов.
Параметры процесса и вид катализатора.
11. Гидрокрекинг нефтепродуктов.
Параметры процесса и вид катализатора. Выход и состав продуктов.
12. Деструктивная гидрогенизация твердых горючих ископаемых.
Подготовка сырья к деструктивной гидрогенизации. Параметры процесса и вид катализатора. Жидкофазная гидрогенизация. Парофазная гидрогенизация.
13. Парокислородная газификация твердых горючих ископаемых с целью получения водорода.
Требования к сырью. Параметры процесса и состав сырья. Концентрация водорода в водородсодержащем газе.
14. Парокислородная газификация нефти с целью получения водорода.
Требования к сырью. Параметры процесса и состав сырья. Концентрация водорода в водородсодержащем газе.
15. Получение газа заданного состава газификацией твердых горючих ископаемых.
Виды углеводородного сырья и дутья используемых в процессе. Состав синтез - газа и его корректировка.
16. Синтез углеводородов из оксида углерода и водорода.
Условия процесса и виды катализаторов. Механизм синтеза Фишера-Тропша.
Влияние параметров процесса на выход и состав продуктов.
17. Синтез метанола из оксида углерода и водорода.
Параметры процесса и виды катализаторов. Выход метанола.
18. Каталитический крекинг нефтепродуктов.

Понятие о карбкатионе и механизме реакций с его участием.

Принципиальное различие в механизмах термического и каталитического крекинга. Особенности каталитического крекинга различных классов углеводородов. Виды сырья, выход и состав продуктов.

19. Каталитический риформинг нефтепродуктов.

Механизм процесса. Виды сырья и параметры процесса. Выход и состав продуктов.

20. Паровая каталитическая конверсия метана с целью получения углеводорода.

Механизм процесса и его параметры. Побочные реакции. Требования к катализаторам.

Тепловой эффект процесса. Концентрация водорода в водородсодержащем газе.

3.6 Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации на зачете в 7 семестре

41 Какие неспецифические и специфические взаимодействия проявляются в растворах неэлектролитов?

42 Чем обусловлено дисперсионное взаимодействие даже между неполярными молекулами?

43 Что такое π -комплексы?

44 Шкалы донорных и акцепторных чисел растворителей.

45 Как зависят коэффициенты активности компонентов бинарной системы от ее состава?

46 Какими методами можно определять коэффициенты активности компонентов?

47 Вывести условие образования азеотропов.

48 Какие следствия вытекают из условия образования азеотропов?

49 Как зависит состав азеотропов от давления?

50 Что такое фактор абсорбции?

51 Как проводится регенерация экстрагентов?

52 Чем отличаются понятия «экстракт» и «экстрактная фаза»?

53 Каков состав цеолитов и их кристаллическая структура?

54 Что такое температурный эффект депарафинизации?

55 на каких факторах основано разделения компонентов методом диффузии через мембраны?

56 Какие серосодержащие соединения плохо удаляются при гидроочистке?

57 С какими углеводородами образует твердые комплексы тиокарбамид?

58 Какими методами можно построить бинодальную кривую?

59 Какая информация должна быть известна, чтобы можно было использовать метод UN-IFAC?

60 Каковы недостатки процесса азеотропной ректификации?

3.4 Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации на экзамене в 7 семестре

82 Классификация процессов разделения и очистки органических веществ.

83 Межмолекулярные взаимодействия в растворах неэлектролитов. Концентрационные зависимости коэффициентов активности компонентов раствора.

- 84 Эмпирические уравнения Маргулеса, Ван-Лаара, Редлиха-Кистера. Полуэмпирические уравнения, основанные на концепции локальных составов (Вильсона, NRNL, UNIQUAC).
- 85 Теория регулярных растворов Скотчарда-Гильдебранда и ее дальнейшее развитие. Групповые модели раствора UNIFAC и ASOG. Расчет коэффициентов активности с использованием уравнения состояния.
- 86 Экспериментальные методы определения коэффициентов активности. Зависимость коэффициентов активности компонентов от температуры.
- 87 Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам.
- 88 Зависимость коэффициентов активности углеводов в растворителях от строения углеводов.
- 89 Зависимость селективности и растворяющей способности от химического строения растворителей. Использование принципа линейности свободных энергий для оценки селективности растворителей.
- 90 Донорные и акцепторные числа растворителей.
- 91 Параметр Димрота-Райхардта Et30.
- 92 Условие образования азеотропов и вытекающие из него следствия.
- 93 Требования к азеотропобразующим компонентам. Преимущества и недостатки азеотропной ректификации.
- 94 Анализ структуры диаграмм парожидкостного равновесия.
- 95 Расчет колонн азеотропной ректификации.
- 96 Требования к растворителям для экстрактивной ректификации. Применение процесса экстрактивной ректификации. Расчет колонн экстрактивной ректификации.
- 97 Применение процесса абсорбции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Неселективные и селективные абсорбенты, хемосорбция.
- 98 Принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки.
- 99 Понятие об относительных концентрациях компонентов в газовой и жидкой фазе, удельном расходе абсорбента и факторах абсорбции.
- 100 Расчет процесса абсорбции с помощью диаграммы У-Х. Уравнение и график Кремсера. Составление материального и теплового баланса абсорбера.
- 101 Типы абсорберов и десорберов.
- 102 Применение процесса экстракции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Требования к экстрагентам.
- 103 Сравнительная характеристика процессов разделения с использованием селективных растворителей.
- 104 Свойства треугольной диаграммы. Методы построения бинодальных кривых и нод. Коэффициенты распределения и разделения.
- 105 Составление материального баланса экстрактора.
- 106 Расчет колонного экстрактора с ситчатыми тарелками – диаметра экстрактора, расстояния между тарелками, высоты рабочей части, разделительной камеры и сливного устройства.
- 107 Распылительные, насадочные, пульсационные, вибрационные колонные экстракторы. Роторно-кольцевые и роторно-дисковые экстракторы.
- 108 Особенности и возможности суперкритической экстракции.

- 109 Применение адсорбции в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза. Полярные и неполярные адсорбенты с неоднородной пористостью.
- 110 Природные и синтетические цеолиты, их кристаллическая структура и молекулярно-ситовые свойства.
- 111 Схемы адсорбционных установок периодического и непрерывного действия.
- 112 Построение изотермы адсорбции. Материальный баланс адсорбера. Расчет адсорберов с движущимся слоем адсорбента.
- 113 Применение процессов кристаллизации, экстрактивной и аддуктивной кристаллизации в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза.
- 114 Депарафинизация масляных фракций с использованием селективных растворителей.
- 115 Карбамидная депарафинизация. Клатратные соединения с полостями в кристаллической решетке в виде клеток.
- 116 Применение диффузии через мембраны и термодиффузии. Понятие о проницаемости мембраны и факторах разделения.
- 117 Металлические и металлосодержащие мембраны для извлечения водорода из промышленных газов. Конструкции мембранных аппаратов.
- 118 Термодиффузионные колонны, методы повышения их эффективности.
- 119 Химические методы выделения и очистки ароматических углеводородов, алкенов, алкадиенов, алкинов.
- 120 Методы выделения и очистки гетероатомных соединений кислотного и основного характера из нефтепродуктов.
- 121 Применение химических методов разделения и очистки в промышленности основного органического синтеза.
- 122 Стандартные образцы. Классификация стандартных образцов. Поверка и калибровка средств измерений. Погрешность измерения.

3.5 Задания для выполнения курсовых работ в 7 семестре

Все индивидуальные задания связаны с моделированием коэффициентов активности компонентов бинарных систем с использованием эмпирических, полуэмпирических уравнений и теоретических методов.

Каждое индивидуальное задание состоит в следующем:

Провести проверку термодинамической согласованности экспериментальных данных о равновесии жидкость – пар для бинарной системы ... методом Редлиха–Кистера при температуре ... Рассчитать константы уравнений Редлиха–Кистера, Маргулеса, Ван Лаара, Вильсона и определить, какое уравнение лучше использовать для аппроксимации данных, построив зависимости $\ln \gamma_1 = f(x_1)$ по экспериментальным и расчетным значениям γ_1 . Рассчитать коэффициенты активности компонентов при $x_1 = \dots$ (выделенные жирным шрифтом значения x_1 в следующих таблицах) методом UNIFAC.

Экспериментальные данные о равновесии жидкость – пар в бинарных системах для выполнения индивидуальных заданий:

1. Бензол (1) – диметилсульфоксид (2) при 25°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
10	97.91	26.30
20	98.83	43.05
30	99.15	55.10
40	99.31	63.30
50	99.42	69.50
60	99.50	74.35
70	99.58	79.40
80	99.67	84.25
90	99.78	89.03
100	100.00	94.90

2. Бензол (1) – диметилсульфоксид (2) при 40°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
0	0	1.656
10	96.94	48.80
20	98.33	80.30
30	98.76	103.0
40	99.00	119.1
50	99.17	132.15
60	99.30	143.4
70	99.4.1	151.9
80	99.52	160.7
90	99.67	169.8
100	100.00	181.1

3. Бензол (1) – диметилсульфоксид (2) при 55°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
0	0	4.102
10	95.60	84.8
20	97.55	140.0
30	98.27	181.85
40	98.61	211.2
50	98.87	235.4
60	99.05	255.4
70	99.21	272.1
80	99.36	279.9
90	99.57	305.4
100	100.00	326.7

4. Бензол (1) – диметилсульфоксид (2) при 70°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
0	0	9.35
10	93.98	142.2
20	96.64	231.6
30	97.63	302.1
40	98.13	351.4
50	98.46	392.1
60	98.73	427.3
70	98.94	455.6
80	99.15	482.7
90	99.44	512.7
100	100.00	547.4

5. Бензол (1) – бутанол-1 (2) при 45°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
17.94	81.07	114.04
29.28	86.89	148.84
39.97	89.46	171.29
50.85	91.15	187.62
59.96	92.21	197.33
69.93	93.16	205.68
80.14	94.21	212.80
90.26	95.68	218.90
94.62	96.77	221.29

6. Диметилформамид (1) – бензол (2) при 30°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
5.76	0.55	15.13
7.76	0.71	14.91
13.56	1.13	14.33
28.68	2.11	12.63
44.58	3.41	10.69
49.84	3.99	9.92
64.45	6.36	7.75
70.87	8.01	6.63
72.60	8.56	6.34
85.69	15.87	3.92
89.48	20.44	3.14
90.78	22.65	2.93

7. Диметилформамид (1) – бензол (2) при 50°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
7.42	0.87	33.69
10.10	1.13	33.32
17.02	1.75	31.68
30.89	2.94	28.18
46.11	4.62	23.88
52.03	5.51	22.00
69.95	9.88	15.77
72.00	10.65	14.96
73.14	11.13	14.47
89.49	20.77	8.91
90.50	27.21	7.13
92.79	32.96	6.01

8. Толуол (1) – анилин (2) при 80°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
10.15	77.22	72.39
19.83	86.40	111.53
28.45	89.89	139.31
40.68	92.71	170.03
50.35	94.14	190.81
58.45	95.17	206.93
69.70	96.395	228.29
69.55	96.399	228.26
79.20	97.38	245.54
90.28	98.66	268.72

9. Толуол (1) – анилин (2) при 90°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
10.18	73.91	102.76
19.88	84.25	155.91
28.90	88.52	195.50
40.35	91.49	236.50
49.55	93.12	264.13
59.00	94.50	290.43
69.35	95.833	318.60
79.80	97.12	346.27
90.34	98.503	375.89
95.25	99.235	390.80

10. Пропионитрил (1) – этилбензол (2) при 40°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
0	0	2.955
10	49.66	5.384
20	63.92	6.920
30	71.48	8.044
40	76.47	8.923
50	80.36	9.649
60	83.90	10.312
70	87.34	10.932
80	90.88	11.516
90	94.89	12.072
100	100.00	12.617

11. Пропионитрил (1) – этилбензол (2) при 80°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
0	0	16.907
10	42.76	27.170
20	57.42	33.734
30	65.87	38.677
40	71.81	42.653
50	76.56	45.994
60	80.82	48.974
70	84.94	51.689
80	89.20	54.193
90	94.01	56.509
100	100.00	58.567

12. Пропионитрил (1) – этилбензол (2) при 120°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
0	0	64.436
10	36.95	94.602
20	51.76	114.586
30	60.88	129.965
40	67.57	142.591
50	73.03	153.283
60	77.96	162.715
70	82.74	171.197
80	87.79	178.974
90	93.37	186.090
100	100.00	192.063

13. Диэтиловый эфир (1) – ацетон (2) при 20°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
0.41	0.98	185.9
2.10	7.84	196.8
6.42	20.90	221.3
6.83	21.68	222.8
11.17	31.29	247.6
15.84	40.89	271.6
33.38	59.51	334.0
38.79	63.89	351.2
54.30	72.83	387.0
75.10	83.32	420.7
87.29	90.41	435.9
94.80	95.57	441.8

14. Диэтиловый эфир (1) – ацетон (2) при 30°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
2.01	6.98	297.4
4.72	16.96	326.0
6.63	21.01	337.8
16.19	40.66	409.6
29.53	55.45	479.7
34.93	59.97	502.7
50.42	69.96	557.8
65.46	77.82	597.0
74.91	82.70	616.9
86.73	89.60	637.0
93.13	96.62	645.3

15. Ацетон (1) – этанол (2) при 40°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, мм рт.ст.
2.50	14.35	152.2
5.00	24.60	168.5
7.50	32.05	183.3
10.00	37.95	197.4
15.00	47.00	223.3
20.00	53.80	244.9
25.00	59.00	263.9
30.00	63.10	280.6
40.00	69.40	309.0
50.00	74.70	334.0
60.00	79.50	355.6
70.00	84.30	375.1
80.00	89.30	393.0
90.0	94.50	409.4

16. Диметилформамид (1) – пентанол -1 (2) при 10°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
9.8	6.5	22.77
20.1	14.8	21.95
29.6	23.6	21.23
38.4	32.6	20.69
50.5	45.8	20.01
60.2	56.6	19.68
70.4	67.8	19.47
79.7	77.8	19.15
89.5	88.3	18.99

17. Диметилформамид (1) – ацетон (2) при 20°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
3.1	0.1	23.89
9.6	0.2	22.37
15.4	0.3	21.20
19.3	0.4	20.24
29.2	0.7	18.01
34.0	0.8	16.73
36.0	0.9	16.12
37.6	0.9	15.69
46.1	1.3	14.29
46.8	1.3	13.83
52.1	1.6	12.91
56.0	1.8	11.91
62.9	2.3	10.22
64.0	2.4	9.89
66.0	2.6	9.39
71.2	3.3	8.15
78.1	4.6	6.43
84.5	6.7	4.53
85.8	7.4	4.26
86.6	7.9	4.07
88.4	9.1	3.71
91.9	13.0	2.62

18. Диметилформамид (1) – ацетон (2) при 40°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
3.1	0.1	54.69
9.6	0.3	51.17
15.4	0.5	47.87
19.3	0.6	45.73
29.2	1.0	40.53
34.0	1.2	38.20
36.0	1.3	36.87
37.6	1.4	35.89
46.1	1.9	32.60
46.8	1.9	32.11
52.1	2.3	29.39
56.0	2.6	27.13
62.9	3.4	23.43
64.0	3.5	22.75
66.0	3.8	21.33
71.2	4.7	18.52
78.1	6.6	14.64
84.5	9.6	11.70
85.8	10.5	9.99
86.6	11.2	9.59
88.4	12.9	8.24
91.9	18.2	6.24

19. Диметилформамид (1) – этиленгликоль (2) при 100°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
10.4	54.5	4.3
20.1	70.9	5.8
32.5	81.4	7.9
41.2	86.1	9.1
48.1	88.9	10.6
59.3	92.5	12.2
79.9	97.0	15.3
89.8	98.6	17.0

20. Диметилформамид (1) – анилин (2) при 105°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
10.0	13.14	7.80
18.0	27.30	7.84.
31.6	53.68	9.60
41.8	70.30	11.15
52.5	82.57	13.89
59.0	87.63	16.04
71.1	93.85	19.41
78.5	96.18	21.13
89.7	98.53	23.77

21. *o*-Ксилол (1) – метилцеллозольв (2) при 35°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
12.0	19.2	3.00
21.0	26.5	3.05
31.0	31.5	3.08
41.5	36.5	3.07
50.0	39.0	3.05
60.6	42.0	4.00
70.2	45.0	2.93
79.1	49.3	2.80
89.1	59.0	2.44

22. *o*-Ксилол (1) – этилцеллозольв (2) при 35°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
5.00	15.30	1.80
10.00	19.10	1.81
15.00	21.27	1.87
20.00	23.50	1.88
30.00	28.40	1.88
40.00	33.89	1.85
50.00	40.32	1.81
59.30	47.37	1.76
70.00	57.13	1.67
80.00	68.34	1.59
87.52	78.51	1.51
95.00	90.58	1.41

23. *o*-Ксилол (1) – диметилформамид (2) при 35°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
10	21.64	1.225
20	35.43	1.346
30	45.34	1.436
40	53.21	1.503
50	59.99	1.552
60	66.37	1.587
70	72.85	1.610
80	80.01	1.617
90	88.63	1.607

24. Диметилловый эфир диэтиленгликоля (1) – *o*-ксилол (2) при 35°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
10	19.75	0.713
20	36.37	0.796
30	50.23	0.883
40	61.74	0.976
50	71.30	1.071
60	79.25	1.169
70	85.87	1.269
80	91.41	1.370
90	96.07	1.471

25. Диметилловый эфир диэтиленгликоля (1) – н-октан (2) при 35°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
10	40.19	0.959
20	59.23	1.259
30	70.49	1.537
40	78.05	1.799
50	83.58	2.047
60	87.90	2.284
70	91.47	2.514
80	94.56	2.741
90	97.36	2.969

26. о-Ксилол (1) – н-октан (2) при 35°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
5.00	2.80	3.133
10.00	5.68	3.066
15.00	8.66	2.986
20.00	11.74	2.920
31.58	19.33	2.746
33.40	20.59	2.720
40.00	25.34	2.613
50.38	33.49	2.520
60.00	42.00	2.306
70.62	52.88	2.133
80.00	64.38	1.973
89.09	78.08	1.800
95.00	88.95	1.680

27. Монометилловый эфир диэтиленгликоля (1) – н-октан (2) при 75°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
3.72	14.32	21.49
5.48	18.13	22.24
12.67	26.23	24.00
20.00	29.78	24.66
31.59	32.44	25.04
40.00	33.80	24.93
60.00	36.58	24.40
74.16	39.61	23.46
85.00	45.63	21.26
90.00	50.84	19.60
95.0	61.57	16.73

28. Фенол (1) – этиленгликоль(2) при 45°C

X ₁ , % мол.	Y ₁ , % мол.	P, кПа
10	4.06	0.69
20	11.38	0.64
30	37.04	0.69
40	62.31	0.83
50	79.50	1.06
60	89.32	1.43
70	94.60	1.62
80	97.40	1.91
90	98.97	2.19

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 СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.