

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
профессор Н.К. Кондрашева

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по
образовательной деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИИ ПРИРОДНЫХ
ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	18.04.01 Химическая технология
Направленность (профиль):	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация выпускника:	магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	Перина А.И.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теория химических процессов технологии природных энергоносителей и углеродных материалов» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 910 от 07 августа 2020 г.

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология, направленность (профиль) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Составитель: _____ к.х.н., доц. А.И. Перина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15.02.2022 г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой _____ д.х.н., проф. Н.К. Кондрашева

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины

формирование углубленных знаний в области теории химических процессов технологии природных энергоносителей и углеродных материалов, применяемых в нефтеперерабатывающей промышленности; детальное обучение методам исследования и решения профессиональных задач, связанных с выполнением инженерно-химических расчетов, анализа веществ, их смесей и химически соединений, применяемых в технологических процессах нефтегазового комплекса.

Основные задачи дисциплины

- получение базовых теоретических основ, общих законов и закономерностей, определяющих технологические свойства природных энергоносителей и углеродных материалов;
- знать важнейшие типовые технологические схемы технологические схемы переработки газообразных, жидких и твердых горючих ископаемых;
- определять свойства сырья и получаемых продуктов переработки;
- владеть методами анализа эффективности работы химических производств;
- осуществлять расчет и анализ процессов в химических реакторах;
- формирование представлений о контроле технологического процесса для создания продукции, удовлетворяющей требованиям качества;
- приобретение навыков к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, к выбору оборудования и технологической оснастки;
- осуществлять оценку экономической эффективности технологических процессов при внедрении новых технологий;
- использовать знания термодинамических закономерностей протекания реакций, лежащих в основе процессов переработки углеводородного сырья, а также факторов, влияющих на протекание технологических процессов, при решении задач по материальным расчетам;
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области технологии обеспечения безопасной и эффективной реализации технологий переработки минерального сырья.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория химических процессов технологии природных энергоносителей и углеродных материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», программы подготовки «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и изучается в 3 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория химических процессов технологии природных энергоносителей и углеродных материалов» являются: Оптимизация химико-технологических процессов, Технология природных энергоносителей и углеродных материалов, Современные проблемы химической технологии.

Дисциплина «Теория химических процессов технологии природных энергоносителей и углеродных материалов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Каталитические процессы в нефтепереработке, Технология и оборудование коксохимического производства.

Особенностью дисциплины является приобретение теоретических знаний, связанных с эксплуатацией современного оборудования и приборов, удовлетворяющей требованиям качества и решения задач междисциплинарного характера. Получение умений и навыков в выборе методик испытаний, поверке оборудования, а также в области решения вопросов междисциплинарного характера.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория химических процессов технологии природных энергоносителей и углеродных материалов» направлен на формирование следующих компетенций.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, к выбору оборудования и технологической оснастки	ПКС-1	ПКС-1.1. Знает технологические схемы процессов, основное оборудование, принципы его работы, системы контроля режимов технологического процесса ПКС-1.2. Умеет разрабатывать методические материалы, техническую документацию, рассчитывать производственные мощности и загрузку оборудования технологической установки ПКС-1.3. Владеет навыками проведения организационно-технических мероприятий, научно-исследовательских работ, подготовкой технической документации
Способен оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство	ПКС-3	ПКС-3.1. Знает физические, физико-химические и химические основы технологических процессов, методы определения эффективности внедрения новой техники и технологий ПКС-3.2. Умеет разрабатывать текущие планы по внедрению новой техники и технологий, составлять планы размещения оборудования, повышать эффективность работы технологических установок за счет внедрения новой техники ПКС-3.3. Владеет навыками внедрения новой техники на технологических объектах, контроля над соблюдением технологической дисциплины

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет **3** зачётные единицы, **108** ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
Аудиторные занятия, в том числе	33	33
Лекции	22	22
Практические занятия	11	11
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	39	39
Подготовка к практическим занятиям	39	39
Вид промежуточной аттестации - экзамен	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Раздел 1. «Производство углеводов»	20	8	-	-	12
2.	Раздел 2. «Производство кислородсодержащих продуктов»	24	12	-	-	12
3.	Раздел 3. «Термодинамические основы химических процессов»	28	2	11	-	15
Итого:		72	22	11	-	39
Подготовка к экзамену		36				
Всего:		108				

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Производство углеводородов	Производство углеводородного сырья: ненасыщенных углеводородов, циклопарафинов и ароматических углеводородов. Производство углеводородных мономеров для синтетических каучуков	8
2	Производство кислородсодержащих производных углеводородов	Производство кислородсодержащих производных углеводородов окислением углеводородов. Производство кислородсодержащих производных углеводородов на основе оксида углерода и водорода. Производство спиртов гидратацией олефинов	12
3	Термодинамические основы химических процессов	Элементы химической термодинамики. Термодинамический анализ химического производства	2
ИТОГО:			22

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Составление материального баланса реактора получения хлористого аллила.	2
2	Раздел 1	Составление материального баланса реактора прямого хлорирования этилена	2
3	Раздел 2	Составление материального баланса реактора получения полиизопрена	2
4	Раздел 2	Составление материального баланса реактора получения метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ).	2
5	Раздел 2	Составление материального баланса реактора гидратации этилена	2
6	Раздел 3	Определение минимальной температуры и возможности протекания пиролиза этана термодинамическим расчетом	1
Итого:			11

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

– дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

– стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

– совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации являются одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Производство углеводов

1. Основные классы углеводов.
2. Сырьевые источники ароматических углеводов.
3. Сравнительная характеристика ароматических продуктов, полученных из коксохимического и нефтяного сырья.
4. Оценка методов получения ароматических углеводов.
5. Сырьевая база промышленности синтетических каучуков.

Раздел 2. Производство кислородсодержащих продуктов

1. Классификация кислородных соединений.
2. Сравнение различных способов производства водорода. Объемы потребления и область применения водорода.
3. Реакция присоединения воды к олефинам.
4. Синтез этилового спирта гидратацией этилена.
5. Перспективные методы производства уксусной кислоты.

Раздел 3. Термодинамические основы химических процессов.

1. Влияние основных технологических параметров на равновесие химико-технологических процессов (на примере синтеза хлористого водорода).
2. Термохимические методы переработки нефтепродуктов и углеводородных газов.
3. Анализ реакционной способности веществ и закономерностей протекания химических реакций на основе термодинамических расчетов.
4. Проведение химико-технологического процесса в реальных реакторах.
5. Влияние температуры на скорость и равновесие экзотермических и эндотермических технологических процессов. Условия, ограничивающие повышения температуры реакций, используемых в химико-технологических процессах.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Укажите новые направления получения и использования углеродных материалов.
2. Приведите примеры ароматических углеводов.
3. Перечислите углеводороды, получаемые при каталитических процессах переработки нефти.
4. Перечислите способы получения этилена. Какой из них является основной?
5. Назовите основные компоненты природного газа.
6. Рассмотрите процесс получения пропаналя оксосинтезом.
7. Что является катализатором алкилирования изобутана олефинами в России?
8. Что является основным сырьем получения ацетиленом методом пиролиза природного газа?
9. Что такое попутный газ, как он добывается?
10. Какие углеводороды входят в состав широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ)?
11. Назовите основные группы углеводородов, входящих в состав нефти.
12. Приведите примеры ароматических углеводородов.
13. Как получают сухую перегонку древесины?
14. Назовите основную область применения метанола?
15. Дайте определение понятию «каталитический крекинг».
16. Какие углеводороды преимущественно входят в состав газа каталитического крекинга
17. Какое сырье используется в процессах нефтехимического синтеза?
18. Какой способ перегонки нефти НЕ способствует снижению температуры кипения ее компонентов?
19. Как называется нефть, если в ней содержится: арены – 10%; алканы – 50%; нафтены – 40%.
20. Перечислите основные виды сырья для производства винилхлорида.
21. Каков состав общей системы уравнений термодинамических потенциалов?
22. Зависит от температуры и давления теплоемкость
23. Какое математическое уравнение описывает зависимость теплоемкости от температуры для органических веществ?
24. Как называется энергия, обусловленная силами притяжения и отталкивания, действующими между частицами?
25. Какую парциальную молярную величину называют химическим потенциалом?
26. Какой тип реактора используется при процессе окисления этилена до окиси этилена?
27. Как называется энергия, обусловленная силами притяжения и отталкивания, действующими между частицами?
28. При каком давлении в аппарате идет процесс производства акриловой кислоты?
29. С каким процентным содержанием воды принимается нефть для перекачки по магистральным трубопроводам?
30. Что служит недостатком метода получения винилхлорида гидрохлорированием ацетиленом?
31. Каков алгоритм расчета теплоемкости с применением уравнения Келли, если происходит изменение агрегатного состояния вещества или его кристаллической структуры?
32. Перечислите способы обоснования оптимальных технологических параметров.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 1		
1.	Основной способ получения этилена	1) ректификация; 2) депарафинизация; 3) абсорбция; 4) пиролиз
2.	Самый высокий выход этилена из:	1) пропана; 2) этана; 3) октана; 4) бутана
3.	При пиролизе пропана количество продуктов равно:	1) 4 (этилен, пропилен, метан, водород); 2) 2 (этилен, водород); 3) 3 (этилен, пропилен, водород); 4) 1 (этилен)
4.	С увеличением молекулярной массы стабильность n-парафинов:	1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется; 4) параметры независимы друг от друга
5.	С увеличением молекулярной массы n-парафинов выход этилена:	1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется; 4) параметры независимы друг от друга
6.	Оксосинтез этилена ведут при температуре	1) 230-270; 2) 500-570; 3) 120-180; 4) 10-20
7.	Смесь масляного и изомасляного альдегидов получается оксосинтезом ...	1) этилена; 2) пропилена; 3) бутилена-1; 4) пентена-2
8.	Наиболее перспективным и экономичным методом производства уксусной кислоты считается	1) карбонилирование метанола; 2) окисление этаноля; 3) восстановление этаноля; 4) брожение углеводов
9.	Выход уксусной кислоты 90% методом	1) карбонилирования метанола; 2) окисления этаноля; 3) восстановления этаноля; 4) брожения углеводов
10.	Реакция присоединения воды к олефинам называется	1) гидратация; 2) гидрирование; 3) гидроформилирование; 4) гидроксילирование
11.	Синтез этилового спирта гидратацией этилена:	1) относится к каталитическим процессам; 2) не относится к каталитическим процессам; 3) нет такой реакции; 4) необратимая

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	В сравнении с бензином метанол:	1) имеет более низкие антидетонационные свойства; 2) увеличивает мощность двигателя на 15%; 3) имеет более низкую химическую активность; 4) более ядовитый
13.	Сухой перегонкой древесины получают	1) бензин; 2) керосин; 3) метанол; 4) этанол
14.	Не зависит от температуры и давления теплоемкость:	1) газов; 2) жидкостей; 3) твердых тел; 4) плазмы
15.	Зависит от температуры и давления теплоемкость:	1) газов; 2) жидкостей; 3) твердых тел; 4) плазмы
16.	Мало зависит от температуры и не зависит от давления теплоемкость:	1) газов; 2) жидкостей; 3) твердых тел; 4) плазмы
17.	Размерность массовой теплоемкости:	1) Дж/г*град; 2) Дж/моль*град; 3) Дж/г*моль; 4) Дж*моль/град
18.	Размерность мольной теплоемкости:	1) Дж/г*град; 2) Дж/моль*град; 3) Дж/г*моль; 4) Дж*моль/град
19.	Массовая C_m и мольная C_n теплоемкости связаны выражением:	1) $C_n = C_m * M$; 2) $C_m = C_n * M$; 3) $C_n = C_m / M$; 4) $C_m = C_n * M / V_m$
20.	Реакция протекает самопроизвольно при знаке и величине энергии Гиббса:	1) $\Delta G = 0$; 2) $\Delta G > 0$; 3) $\Delta G < 0$; 4) $\Delta G = \Delta H$
Вариант 2		
1.	Качественной реакцией на непредельные углеводороды не является:	1) реакция Коновалова; 2) реакция Вагнера; 3) реакция с бромной водой; 4) реакция с S_2C_{12}
2.	Какие углеводороды преимущественно входят в состав газа каталитического крекинга:	1) пропан, пропен, бутан, бутен; 2) пропан, пропен, бутан, этен; 3) этилен и пропилен; 4) пропан, бутан, бутен.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Смесь масляного и изомасляного альдегидов получается оксосинтезом	1) этилена; 2) пропилена; 3) бутилена-1; 4) пентена-1
4.	В процессах нефтехимического синтеза используется:	1) продукты основного органического синтеза; 2) продукты первичной и вторичной переработки нефти; 3) горючие ископаемые; 4) продукты биохимических процессов
5.	Основным сырьем получения ацетилена методом пиролиза природного газа является	1) метан; 2) карбид кальция; 3) этан; 4) бензол
6.	Реакция образования метанола $\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{OH}$	1) экзотермическая; 2) эндотермическая; 3) обратимая; 4) смешанная
7.	Реакция присоединения оксида углерода и водорода по двойной связи олефина с образованием альдегидов, содержащих на один атом углерода больше, чем в исходном олефине, называется	1) гидроформатированием; 2) реакцией Дильса-Альдера; 3) оксосинтезом; 4) гидрированием
8.	Выход уксусной кислоты 90% методом	1) карбонилирования метанола; 2) окисления этанала; 3) восстановления этанала; 4) брожения углеводов
9.	Реакция присоединения воды к олефинам называется	1) гидратация; 2) гидрирование; 3) гидроформилирование; 4) гидрогалогенирование
10.	Синтез этилового спирта гидратацией этилена:	1) относится к каталитическим процессам; 2) не относится к каталитическим процессам; 3) нет такой реакции; 4) необратимая реакция
11.	Реакция гидратации идет с выделением тепла и уменьшением объема, поэтому ей благоприятствуют:	1) повышенные температуры; 2) пониженные давления; 3) повышенные давления; 4) отсутствие катализатора
12.	Содержание бензола в автомобильном бензине по ЕВРО-4 составляет:	1) не >1%; 2) не >2%; 3) не >5%; 4) не >3%
13.	Основные виды сырья для производства винилхлорида:	1) этилен, ацетилен; 2) винилацетилен; 3) этан; 4) метан

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Катализатор процесса окисления этилена до окиси этилена	1) серная кислота; 2) соляная кислота; 3) алюмосиликаты; 4) серебро на носителе
15.	Выделение тепла в термодинамике обозначается:	1) + Q; 2) + ΔH; 3) - Q; 4) - ΔH
16.	Массовая C_m и мольная C_n теплоемкости связаны выражением:	1) $C_n = C_m \cdot M$; 2) $C_m = C_n \cdot M$; 3) $C_n = C_m / M$; 4) $C_n = C_m \cdot V_m$
17.	Реакция не может протекать самопроизвольно, для ее проведения необходимо затратить энергию, при знаке и величине энергии Гиббса:	1) $\Delta G = 0$; 2) $\Delta G > 0$; 3) $\Delta G < 0$; 4) $\Delta G = \Delta H$
18.	Энергия поступательного, колебательного и вращательного движения частиц - это	1) внутренняя энергия системы; 2) кинетическая энергия; 3) потенциальная энергия; 4) внешняя энергия
19.	Тип реактора процесса окисления этилена до окиси этилена -	1) колонна; 2) объёмный реактор с мешалкой; 3) шахтная печь; 4) трубчатый реактор
20.	Энергия, обусловленная силами притяжения и отталкивания, действующими между частицами - это	1) внутренняя энергия системы; 2) кинетическая энергия; 3) потенциальная энергия; 4) внешняя энергия
Вариант 3		
1.	Высокооктановыми углеводородами товарных бензинов в основном является:	1) изооктан-толуол; 2) толуол-гептан; 3) н-пентан-нафталин; 4) этилциклогексан-н-октан
2.	Лабораторным методом определения индивидуального состава углеводородов C_1 - C_5 в нефти является:	1) газо-жидкостная хроматография; 2) газовая хроматография; 3) гель - хроматография; 4) ионно-обменная хроматография
3.	Сырьём для производства терефталевой кислоты и её эфиров является	1) бензол; 2) о-ксилол; 3) п-ксилол; 4) нафталин
4.	В нефти отсутствуют	1) алкены; 2) арены; 3) алканы 4) гибридные углеводороды

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5.	Для идентификации ароматических углеводородов с боковыми цепями и определения количества заместителей в ароматическом кольце проводят:	1) окисление KMnO_4 ; 2) реакцию взаимодействия со спиртами; 3) декарбоксилирование; 4) бромирование
6.	Высокооктановыми углеводородами товарных бензинов в основном является:	1) изооктан-толуол; 2) толуол-гептан; 3) н-пентан-нафталин; 4) этилциклогексан-н-октан
7.	Состав кокса, образующегося при каталитическом крекинге:	1) имеет полициклический ароматический характер; 2) имеет нафтовый характер; 3) содержит чистый углерод; 4) имеет неопределенный характер.
8.	Структура смол не доказывается:	1) гидрированием; 2) окислением; 3) формолитовой реакцией; 4) адсорбционной хроматографией
9.	При деалкилировании толуола конверсией водяным паром, кроме бензола, выделяется:	1) водород 2) водород и угарный газ 3) водород, угарный и углекислый газы; 4) углекислый газ
10.	Катализатор производства окиси этилена окислением этилена:	1) хлорид одновалентной меди; 2) металлическое серебро; 3) Al_2O_3 ; 4) фосфорная кислота
11.	Для получения акриловой кислоты по процессу Реппе не применяют:	1) ацетилен; 2) пропилен; 3) оксид углерода; 4) воду
12.	Наиболее перспективным и экономичным методом производства уксусной кислоты считается	1) карбонилирование метанола; 2) окисление этанола; 3) восстановление этанола; 4) брожением углеводов
13.	Не относится к термодинамическим функциям:	1) температура; 2) внутренняя энергия; 3) энтропия; 4) энергия Гиббса
14.	Энергия, обусловленная силами притяжения и отталкивания, действующими между частицами, - это ...	1) внутренняя энергия системы; 2) кинетическая энергия; 3) потенциальная энергия; 4) внешняя энергия
15.	Реакция пиролиза метана становится термодинамически вероятной ($\Delta G=96,8-0,0647 \cdot T$), при температуре ...	1) 1600 К; 2) 1500 К; 3) 1450 К; 4) 1550 К
16.	Система, обменивающаяся с окружающей средой только энергией, называется	1) открытой; 2) закрытой; 3) изолированной; 4) замкнутой

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17.	Вещество, которое приводит к резкому увеличению каталитической активности катализатора:	1) ингибитор; 2) катализатор; 3) промотор; 4) инициатор
18.	Мало зависит от температуры и не зависит от давления теплоемкость:	1) газов; 2) жидкостей; 3) твердых тел; 4) плазмы
19.	Реакция гидратации идет с выделением тепла и уменьшением объема, поэтому ей благоприятствуют:	1) повышенные температуры; 2) пониженные давления; 3) повышенные давления; 4) отсутствие катализатора
20.	Выделение тепла в термохимии обозначается:	1) + Q; 2) - ΔH; 3) - Q; 4) + ΔH

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Шкала оценивания знаний в тестовой форме

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учебник М.: Альянс, 2013.

2. Лиакумович А.Г. Технология мономеров для синтетических каучуков общего назначения. Практическое пособие/Профессия, 2016. – 224 с.

3. Москвичев, Ю.А. Теоретические основы химической технологии: учебное пособие/Ю.А. Москвичев, А.К. Григоричев, О.С. Павлов. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург:Лань, 2020. - 272 с.

4. Пивоварова Н.А., Гетерогенный катализ в нефтегазопереработке: Учебное пособие / Н.А. Пивоварова, Л.Б. Кириллова, А.Ю. Морозов под ред. Н.А Пивоваровой, Астраханский ГТУ, Издательство АГТУ 2015. – 196 с. - [<http://www.rucont.ru>].

5. Солодова Н.Л. Химическая технология производства топлив/ Н.Л. Солодова, Е.И. Черкасова, Е.А. Емельянычева, Н.А. Тереньева – КНИТУ, 2020. – 192 с.

6. Тараканов Г.В. Основы технологии переработки природного газа и конденсата: Под ред. Г.В. Тараканова/ Г.В. Тараканов, А.К. Мановян – Изд. 2-ое, перераб. и доп. (учебное пособие с грифом «Допущено РИС АГТУ в качестве учебного пособия для студентов вузов»). - Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – 192 с.: ил. [<http://www.rucont.ru>].

7. Фахрутдинов Р.З. Очистка и переработка нефтяных фракций/ Р.З. Фахрутдинов, Н.Л. Солодова, Е.И. Черкасова – КНИТУ, 2016. – 84 с.

8. Черкасова Е.И. Процессы переработки углеводородного сырья/ Е.И. Черкасова, Н.Л. Солодова, Е.А. Емельянычева, Н.А. Тереньева, И.И. Салахов – РИЦ Школа, 2019. – 350 с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Чернецкая Н.В., Раскулова Т. В., Нисковская М.Ю., Покровская М.А. Альбом технологических схем процессов переработки нефти, основного органического и элементоорганического синтеза учеб, пособие Ангарск: АГТА, 2011.

2. Раскулова Т. В., Елшин А. И., Нисковская М. Ю., Покровская М.А. Основные расчеты в химической технологии. Сборник задач: учеб. пособие Ангарск: АГТА, 2012.

3. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей. – М.: Химия, КолосС, 2004. – 456 с.

4. Капустин В.М. Сборник задач по технологии переработки нефти и газа, Часть 1. Первичная переработка нефти: Учебное пособие/В.М. Капустин, Д.Ю. Махин, Л.А. Смирнова, М.А. Ершов – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина 2020 – 222 с.

5. Практические задачи по технологии переработки нефти. Учебно-методическое пособие/ Ю.В. Кожевникова, Е.Ю. Сердюкова - М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина 2020 – 16 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Химические реакторы. Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: О.А. Дубовиков, Э.Ю. Георгиева. СПб, 2021. 27с.

2. Химическая технология природных энергоносителей и углеродородных материалов. Каталитический крекинг: Методические указания к практическим занятиям/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Н.К. Кондрашева, А.А. Шайдулина, В.А. Рудко – СПб, 2017. – 76 с.

2. Химическая технология углей и горючих сланцев. Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: М.Ю. Назаренко, С.Н. Салтыкова – СПб, 2021. – 60 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; www.garant.ru
2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; www.consultant.ru/
3. Электронно-библиотечная система «Лань»; <https://e.lanbook.com/books>
4. Электронно-библиотечная система «Znaniium.com»; <http://znaniium.com>
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://biblioclub.ru>
6. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»; <http://www.bibliocomplectator.ru>
7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
8. Термические константы веществ. Электронная база данных. <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. До-

ступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) – 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).