

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
«Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой»

Ю.Я. Романовский

«19» 2024 г.

Регистрационный № УД 679/24/уч.

ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности

**6-05-0711-02 «Переработка нефти и газа и промышленный
органический синтез»**

с профилизацией «Технология нефтегазопереработки и нефтехимии»

2024 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта по специальности общего высшего образования ОСВО 6-05-0711-02-2023 и учебного плана учреждения образования по специальности 6-05-0711-02 «Переработка нефти и газа и промышленный органический синтез» с профилизацией «Технология нефтегазопереработки и нефтехимии». Регистрационный №22-23/уч. МТФ от 04.04.2023г. для дневной формы получения высшего образования. Регистрационный №06-23/уч.з. МТФ от 04.04.2023г. для заочной формы получения высшего образования.

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.В. Бурая, доцент кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», кандидат педагогических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой технологии и оборудования переработки нефти и газа учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»

(протокол № 20 от 17.12.2024)

Научно-методическим советом учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»

(протокол № 3 от 19.12.2024)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В настоящее время наблюдается активная трансформация отрасли промышленной переработки углеводородов на основе внедрения принципиально новых эффективных и экологических технологий, глубокой модернизации действующих предприятий, повсеместного использования современных цифровых инструментов с целью рационального использования ресурсов и сокращения производственных издержек. Разработка, проектирование, внедрение новых технологических решений, оптимизация текущих производственных процессов требуют от инженера решения сложных технических задач, связанных с выявлением закономерностей протекания химических реакций в различных процессах, анализом результатов экспериментальных исследований, поиском оптимальных условий проведения технологических процессов. Содержание настоящей учебной программы дисциплины «Химия нефти и газа» отражает с временные мировые тренды переработки углеводородного сырья, направления развития нефтеперерабатывающей промышленности Республики Беларусь, учитывает экологическую и социально-экономическую ситуацию в регионе.

Предметом учебной дисциплины являются состав и свойства нефти и нефтяных фракций, топлив, нефтяных масел и других продуктов нефтепереработки, технологические процессы переработки нефти и газов, оборудование и методы анализа свойств нефти и газов, товарных нефтепродуктов.

Целью преподавания учебной дисциплины «Химия нефти и газа» является формирование у студентов системы знаний о составе и физико-химических свойствах углеводородных систем (нефти, газа, газовых конденсатов, нефтяных фракций, тяжелых нефтяных остатков, товарных нефтепродуктов и др.), методах их исследования и определения свойств; теоретических основах технологических процессов переработки нефтяного сырья; формирование у студентов практических навыков решения профессиональных задач, связанных с методами разделения и определения состава углеводородных смесей, выбором и обоснованием оптимальных способов переработки нефти и газа.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих **задач**:

- изучение химического состава и свойств углеводородного сырья и нефтепродуктов на основе методологии нефтяных дисперсных систем;
- освоение современных физико-химических методов анализа состава и свойств нефтей, газоконденсатов и газов;
- формирование знаний о составе и эксплуатационных свойствах основных видов товарных нефтепродуктов, влиянии химического состава на основные показатели качества товарных нефтепродуктов;
- понимание химизма и механизма основных технологических процессов переработки углеводородного сырья, кинетики и термодинамики протекающих в них реакций.

В результате изучения учебной дисциплины «Химия нефти и газа» формируются следующие **специализированные компетенции**:

- моделировать физические и химические процессы и явления, лежащие в основе технологии переработки нефти и газа, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения
- владеть физико-химическими методами оценки качества и свойств нефти, газа и продуктов их переработки, проводить стандартные лабораторные испытания, анализировать современные требования к качеству продукции
- применять пакеты прикладных программ для технологических расчетов оборудования, блоков промышленных установок, использовать современные информационные технологии в моделировании технологических процессов переработки нефти и газа;

универсальные компетенции:

- владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- химический состав нефтей, газоконденсатов и газов, нефтепродуктов;
- влияние физико-химических свойств углеводородов и других компонентов нефти на свойства нефтепродуктов;
- основы термодинамики, кинетики, химизма и механизма превращений компонентов нефти и газа в технологических процессах переработки углеводородного сырья;
- современные методы аналитического контроля нефти и нефтепродуктов;

уметь:

- анализировать эффективность технологических процессов переработки нефти и газа на основе химизма и механизма реакций, лежащих в их основе;
- определять оптимальные физико-химические методы исследования состава и свойств углеводородного сырья и нефтепродуктов;
- проводить экспериментальные исследования в области переработки нефти и газа;
- обрабатывать и анализировать полученные результаты эксперимента;

владеть:

- современными лабораторными методами исследования нефти, газа, нефтепродуктов;
- навыками применения информационных технологий, пакетов специализированных программ с целью определения свойств углеводородных фракций;
- современными методами аналитического контроля нефти и нефтепродуктов.

Связи с другими учебными дисциплинами.

При изучении дисциплины «Химия нефти и газа» активно используются знания, которые студенты приобретают при изучении предшествующих курсов, включая разделы высшей математики, физики, теоретических основ химии, физической химии, органической химии. Учебная дисциплина «Химия нефти и газа» базируется на знаниях по дисциплине «Теоретические основы химии», «Высшая математика», «Физика», «Физическая химия». В свою очередь дисциплина «Химия нефти и газа» является базой для таких дисциплин, как: «Технология переработки нефти и газа», «Основы технологии нефтехимического синтеза», «Поверхностные явления и дисперсные системы».

Форма получения образования – дневная.

В соответствии с учебным планом на изучение учебной дисциплины «Химия нефти и газа» отводится: общее количество учебных часов – 324 (9 з.е), аудиторных – 174 часа, из них лекции – 70 часов, практические занятия – 48 часов, лабораторные занятия – 56 часов. Самостоятельная работа студента – 150 часов.

Ученая дисциплина изучается в 4 и 5 семестрах.

Распределение учебных часов по курсам и семестрам:

2 курс 4 семестр: общее количество учебных часов – 216 (6 з.е.), аудиторных – 106 часов, из них лекции – 34 часа, практические занятия – 16 часов, лабораторные занятия – 56 часов;

Самостоятельная работа студента – 110 часов.

Курсовая работа – 40 часов (1 з.е.)

Форма промежуточной аттестации – экзамен

3 курс 5 семестр: общее количество учебных часов – 108 (3 з.е.), аудиторных – 68 часов, из них лекции – 36 часов, практические занятия – 32 часа.

Самостоятельная работа студента – 40 часов.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Форма получения образования – заочная.

В соответствии с учебным планом на изучение учебной дисциплины «Химия нефти и газа» отводится: общее количество учебных часов – 324 (9 з.е), аудиторных – 50 часов, из них лекции – 20 часов, практические занятия – 16 часов, лабораторные занятия – 14 часов. Самостоятельная работа студента – 274 часа.

Ученая дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах.

Распределение учебных часов по курсам и семестрам:

3 курс 5 семестр: общее количество учебных часов – 216 (6 з.е.), аудиторных – 30 часов, из них лекции – 10 часов (из них 4 часа УСРС), практические занятия – 6 часов (из них 2 часа УСРС), лабораторные занятия – 14 часов.

Самостоятельная работа студента – 186 часов.

Курсовая работа – 40 часов (1 з.е.)

Форма промежуточной аттестации – экзамен

3 курс 6 семестр: общее количество учебных часов – 108 (3 з.е.), аудиторных – 20 часов, из них лекции – 10 часов (из них 2 часа УСРС), практические занятия – 10 часов (из них 2 часа УСРС).

Самостоятельная работа студента – 88 часов.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Методы исследования химического состава и свойств нефтей, нефтяных фракций, нефтепродуктов.

Понятие о нефти как о сложной дисперсной системе.

Общие принципы исследования химического состава нефти. Физико-химические методы исследования химического и группового состава нефти и газа. Хроматографические методы разделения и анализа в химии нефти. Качественный и количественный состав углеводородных смесей методом газовой хроматографии. Разделение углеводородных смесей с помощью молекулярных сит. Физико-химические методы идентификации углеводородов и других соединений нефти. Физико-химические константы углеводородов нефти и их значение для идентификации углеводородов и анализа углеводородных смесей. Рефрактометрические методы анализа. Ректификация. Термическая диффузия. Оптическая спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов. Спектры комбинационного рассеяния. Молекулярная масс- и хроматомасс-спектроскопия. Ядерный магнитный и парамагнитный резонанс.

Контроль качества нефтепродуктов для обеспечения соответствия современным требованиям. Стандартные методы анализа и контроля качества нефтепродуктов. Лабораторное оборудование, применяемое для аналитического контроля качества нефти и нефтепродуктов. Использование информационных технологий в системе аналитического контроля на нефтеперерабатывающих предприятиях.

Тема 2. Углеводороды нефти и нефтепродуктов.

Алканы, циклоалканы, арены нефти и нефтяных фракций, содержание в нефти и нефтяных фракциях, распределение по фракциям нефти. Физико-химические свойства углеводородов. Связь между строением и физическими свойствами. Межмолекулярные взаимодействия алканов, циклоалканов, аренов. Методы количественного определения, выделения и идентификации. Значение алканов, циклоалканов, аренов как компонентов топлив, смазочных масел и сырья для химической переработки. Перспективные процессы промышленного синтеза углеводородов.

Углеводороды смешанного (гибридного) строения, содержание в нефтяных фракциях. Влияние углеводородов смешанного строения на свойства нефтепродуктов.

Непредельные углеводороды, их содержание в продуктах термической и каталитической переработки нефтяного сырья. Химические свойства алкенов, имеющие аналитическое значение. Количественное определение, выделение и идентификация алкенов. Влияние алкенов на свойства нефтепродуктов. Значение алкенов как сырья для химической переработки.

Диеновые углеводороды нефтепродуктов. Содержание в продуктах термической переработки углеводородного сырья. Связь между строением и свойствами диенов. Методы количественного определения, выделения и идентификации диенов. Влияние диенов на свойства нефтепродуктов.

Групповой состав, индивидуальный состав, структурно-групповой состав нефтяных фракций и нефтепродуктов, методы определения.

Тема 3. Гетероатомные соединения нефти и газов.

Классификация гетероатомных соединений.

Серосодержащие соединения нефти и газов. Содержание и распределение сернистых соединений в нефтях и нефтяных фракциях. Методы качественного и количественного определения различных сернистых соединений. Влияние сернистых соединений на эксплуатационные и экологические свойства нефтепродуктов.

Кислородные соединения. Нефтяные кислоты, фенолы, гетероциклические кислородные соединения, их содержание в нефтях и нефтяных фракциях. Состав, строение, физические и химиче-

ские свойства, методы их количественного выделения и установления строения. Влияние на эксплуатационные свойства нефтепродуктов.

Азотистые соединения. Содержание азота и азотистых соединений в нефтях, нефтяных фракциях и нефтепродуктах. Типы азотистых соединений (основные и нейтральные), характеристика их свойств. Методы количественного определения азота. Методы выделения и идентификации азотистых соединений. Влияние на эксплуатационные и экологические свойства нефтепродуктов.

Тема 4. Смолисто-асфальтеновые вещества (САВ). Микроэлементы.

Классификация, методы исследования и характеристика групп смолистых и асфальтеновых веществ, их характерные особенности. Характеристика состава и строения смол и асфальтенов. Методы разделения смол и определение их группового состава. Модели строения асфальтенов. Влияние САВ на эксплуатационные и экологические свойства нефтепродуктов.

Микроэлементный состав нефтей. Количественное и качественное распределение элементов в нефтях. Химическая природа металлосодержащих соединений нефти и нефтепродуктов. Нативные нефтяные комплексные соединения – порфирины. Количественное определение минеральных веществ в нефти. Химический состав нефтяной золы.

Тема 5. Общие сведения о термических и термокаталитических процессах переработки нефти и газа

Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных групп. Свободно-радикальный механизм термического крекинга углеводородов. Примеры промышленных термических процессов переработки нефти и газа.

Общие сведения о катализе и катализаторах. Состав и свойства катализаторов, их связь с механизмом реакций. Виды промышленного катализа. Стадии каталитических процессов. Примеры промышленных каталитических процессов переработки нефти и газа.

Тема 6. Термические процессы переработки нефти и газа

Процессы висбрекинга и термокрекинга нефтяного сырья. Их место в схеме завода. Превращения углеводородов сырья и неуглеводородных компонентов в процессе висбрекинга и термокрекинга.

Пиролиз нефтяных фракций и газового сырья для производства низших олефинов и ароматических углеводородов. Последовательно-параллельные реакции термических превращений сложных углеводородных смесей в процессе пиролиза. Переработка газообразных и жидких продуктов пиролиза.

Особенности термических реакций в жидкой фазе. Образование нефтяного кокса. Получение светлых нефтепродуктов термическим разложением остаточных фракций, получение термогазоля и нефтяного кокса.

Сравнение химизма превращений углеводородов в различных промышленных процессах термической переработки нефтяного сырья.

Тема 7. Термокаталитические процессы переработки нефти и газа

Природа активных центров катализаторов крекинга. Кислотный катализ. Роль протонных и апротонных кислот. Цеолиты. Ионный характер превращений углеводородов в присутствии алюмосиликатных и цеолитсодержащих катализаторов.

Термодинамика, кинетика, химизм и механизм превращений углеводородов в условиях каталитического крекинга. Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе крекинга, особенности отравления пористого катализатора.

Тема 8. Гидрогенизационные процессы переработки нефти.

Химизм, термодинамика, кинетика и механизм гидрогенизационных процессов переработки нефтяных фракций (гидрокрекинг, гидроочистка, гидроизомеризация). Катализаторы, природа активных центров катализаторов и механизм их действия.

Химизм превращений углеводородов и неуглеводородных компонентов в процессах гидрокрекинга, гидроочистки и гидроизомеризации.

Сущность водородной коррозии, способы предотвращения водородной коррозии оборудования в гидрогенизационных процессах.

Тема 9. Каталитический риформинг

Катализаторы риформинга. Природа активных центров и механизм действия катализаторов. Термодинамика, химизм и механизм основных реакций нафтенных, парафиновых и ароматических углеводородов. Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе риформинга. Сырье и его подготовка. Продукты риформинга. Каталитическая ароматизация как способ получения ароматических углеводородов для промышленного органического синтеза.

Современные направления развития технологий каталитического риформинга бензиновых фракций

Тема 10. Изомеризация нормальных алканов.

Химизм, термодинамика, кинетика и механизм процесса изомеризации алканов C_4 - C_6 . Катализаторы изомеризации. Характеристика сырья и продуктов.

Области применения продуктов изомеризации нормальных алканов.

Тема 11. Переработка газов. Алкилирование изоалканов алкенами

Теоретические основы процессов получения высокооктановых компонентов бензинов и других органических веществ из газообразного сырья. Алкилирование изоалканов алкенами. Химизм, термодинамика, кинетика и механизм основных реакций процесса. Катализаторы алкилирования. Применение продуктов алкилирования изобутана олефинами в качестве высокооктановых компонентов моторных топлив.

Экологические проблемы производств и основные пути их решения

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Выполнение курсовой работы является важнейшим этапом изучения учебной дисциплины. Выполнение курсовой работы и ее защита дают возможность студенту продемонстрировать, насколько он овладел материалом, как он умеет использовать свои знания при решении практических инженерных задач. Курсовая работа ориентирована на освоение принципов научных исследований и развитие навыков и качеств, необходимых специалистам, способным выполнять функциональные обязанности на уровне исследования и направлена на систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний по дисциплине «Химия нефти и газа».

Цель курсовой работы: закрепление полученных студентами теоретических и практических знаний в области состава и свойств нефти, газа, нефтяных фракций.

Примерная тематика курсовых работ:

1. Влияние химического состава бензинов на величину октанового числа.
2. Влияние химического состава дизельных топлив на их низкотемпературные свойства.
3. Исследование состава и свойств тяжелых нефтяных остатков (по вариантам) с целью определения направлений их дальнейшей переработки.
4. Исследование группового и структурно-группового состава вакуумных дистиллятов (по вариантам) с целью сравнительных характеристик их низкотемпературных свойств.
5. Анализ сернистых соединений в нефтепродуктах (по вариантам): их распределение по фракциям нефти, определение эффективных способов удаления.
6. Исследование сорбционной емкости различных адсорбентов с целью их использования в различных областях (с указанием назначения).
7. Исследование и подбор эффективных экстрагентов для экстракции различных активных компонентов из смесового углеводородного сырья.
8. Исследование влияния технологии процесса переработки на химический состав масляных фракций
9. Влияние химического состава вакуумных дистиллятов на их низкотемпературные свойства.
10. Исследование влияния различных факторов (температурное воздействие, химическая активация и др.) на структуру и пористость нефтяного кокса.
11. Исследование молекулярно-массового распределения парафинов во фракциях дизельного топлива (вакуумных дистиллятов) с целью регулирования низкотемпературных свойств фракций.
12. Исследование возможностей спектральных методов анализа в определении химического состава нефтяных фракций.

Возможны следующие **варианты курсовых работ** по дисциплине:

- курсовая работа исследовательского характера без проведения экспериментального исследования, включающая теоретический анализ поставленной задачи, современные направления решения проблемы, описание или разработку методик качественного и/или количественного определения параметров эффективности решения задачи;
- курсовая работа исследовательского характера, включающая теоретический анализ проблемы и проведение экспериментального исследования в лабораториях кафедры.

Курсовая работа может быть основой для дальнейшей учебно-исследовательской работы студентов, выполнения дипломных работ.

Формы контроля при выполнении курсовой работы:

- текущий контроль на консультациях с руководителем;
 - промежуточная аттестация (устная защита курсовой работы).
- После защиты за курсовую работу выставляется дифференцированная отметка.

Критерии отметки:

- обоснование актуальности работы;
- наличие четких формулировок целей и задач курсовой работы;

- анализ основных теоретических положений по теме курсовой работы;
- соответствие результатов и выводов целям и задачам, поставленным в задании на курсовую работу;
- объем и качество выполнения работы, оригинальность и самостоятельность решений;
- умение излагать результаты работы, обосновывать и отвечать на заданные при защите вопросы.

Структура курсовой работы должна соответствовать заданию и состоит из следующих разделов: содержание; введение; теоретическая часть, включающая обзор источников информации по теме курсовой работы; методическая, экспериментальная часть; выводы; список использованных литературных источников.

График выполнения и количество часов на выполнение в соответствии с учебным планом:

Название раздела	Количество часов
Введение	2
Теоретическая часть	8
Методическая часть	6
Экспериментальная часть	16
Выводы;	6
Список использованных литературных источников	2
Итого:	40

**Учебно-методическая карта учебной дисциплины «Химия нефти и газа»
Дневная форма получения высшего образования**

Номера раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Литература	Формы контроля знаний
		лекций	Практических занятий	Лабораторных занятий	УСРС			
					лекций	Практич.занятий		
1	2	3	4	5	6		7	8
IV семестр								
Тема 1	Методы исследования химического состава и свойств нефтей, нефтяных фракций, нефтепродуктов	4	2	14	4			
	Понятие о нефти как о сложной дисперсной системе. Общие принципы исследования химического состава нефти. Физико-химические методы исследования химического и группового состава нефти и газа. Хроматографические методы разделения и анализа в химии нефти. Разделение углеводородных смесей с помощью молекулярных сит. Рефрактометрические методы анализа. Ректификация. Термическая диффузия. Оптическая спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов. Спектры комбинационного рассеяния. Молекулярная масс- и хроматомасс-спектроскопия. Ядерный магнитный и парамагнитный резонанс	2			2		О – [1, 2,6,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Устный опрос* Выполнение тестовых заданий* Выполнение тестовых заданий*

	Стандартные методы анализа и контроля качества нефтепродуктов. Использование информационных технологий в системе аналитического контроля на нефтеперерабатывающих предприятиях.	2					О – [1, 2] Д – [1, 2, 5, 14] Н-[1-3]	Устный опрос*
	Анализ состава и свойств нефтепродуктов. Контроль качества нефтепродуктов для обеспечения соответствия современным требованиям. Определение основных физико-химических и эксплуатационных характеристик. Лабораторное оборудование, применяемое для аналитического контроля качества нефти и нефтепродуктов.		2				О – [1, 2] Д – [1, 2, 5, 6, 7] Н-[1-3]	Проверочная работа по теме 1*
	Инструктаж по охране труда и технике безопасности в химической лаборатории			2			Д – [14]	
	Определение группового состава прямогонного бензина.			2			Д – [14]	
	Определение группового состава прямогонного бензина.			2			Д – [14]	
	Обработка экспериментальных результатов и их анализ			2				защита отчета по лаб. раб.*
	Определение полициклических ароматических углеводородов в дизельном топливе хроматографическими методами анализа.			2			Д – [14]	
				2				
	Определение фактических смол в нефтепродуктах (методом ПОС-А)			2				защита отчета по лаб. раб.*
Тема 2	Углеводороды нефти и нефтепродуктов	6	2	16	2	2		
	Алканы, циклоалканы, арены нефти и нефтяных фракций, содержание в нефти и нефтяных фракциях, распределение по фракциям нефти. Физико-химические свойства углеводородов. Связь между строением и физическими свойствами. Гибридные углеводороды нефти.	2					О – [1, 2, 11] Д – [1, 2, 5, 14]	Выполнение тестовых заданий*
	Межмолекулярные взаимодействия алканов, циклоалканов, аренов. Методы количественного определения, выделения и идентификации.	2						Выполнение тестовых заданий*
	Значение алканов, циклоалканов, аренов как компонентов топлив, смазочных масел и сырья для химической переработки.				2			Устный опрос*

Непредельные углеводороды, их содержание в продуктах термической и каталитической переработки нефтяного сырья. Количественное определение, выделение и идентификация алкенов. Влияние алкенов на свойства нефтепродуктов. Диеновые углеводороды: содержание в продуктах термической переработки углеводородного сырья, связь между строением и свойствами диенов. Методы количественного определения, выделения и идентификации диенов.	2					О – [1, 2, 11] Д – [1, 2, 5, 14]	Устный опрос*
Групповой состав, индивидуальный состав, структурно-групповой состав нефтяных фракций и нефтепродуктов, методы определения.				2		О – [1, 2, 11] Д – [1, 2, 5, 14]	Выполнение тестовых заданий*
Анализ влияние содержания алканов, циклоалканов, аренов, гибридных углеводородов на свойства нефтепродуктов. Выполнение заданий по анализу паспортов готовой продукции (нефтепродуктов) ОАО «Нафтан» и ОАО «Мозырский НПЗ». Работа с паспортами товарной продукции НПЗ.		2			2	О – [1, 2, 10, 11] Д – [1, 2, 4, 5, 14] Н-[1-3]	Устный опрос* Обсуждение результатов решения индивидуальных заданий*
Определение цетановых чисел дизельных топлив в лабораторных условиях.			2			Д – [14]	
Определение цетановых чисел дизельных топлив в лабораторных условиях.			2			Д – [14]	
Обработка экспериментальных результатов и их анализ.			2				защита отчета по лаб. раб.*
Определение октанового числа бензинов лабораторными методами			2			Д – [14]	
Обработка экспериментальных результатов и их анализ.			2				защита отчета по лаб. раб.*
Определение н-алканов в керосиногазойлевых фракциях.			2			Д – [14]	
Обработка экспериментальных результатов и их анализ.			2				защита отчета по лаб. раб.*

	Определение содержания непредельных углеводородов в нефтепродуктах методом Маргошеса.			2			Д – [14]	защита отчета по лаб. раб.*
Тема 3	Гетероатомные соединения нефти и газов.	6	2	10	2	2		
	Классификация гетероатомных соединений. Серосодержащие соединения нефти и газов.	2					О – [1,2,6,11]	Выполнение тестовых заданий*
	Сернистые соединения. Содержание и распределение сернистых соединений в нефтях и нефтяных фракциях. Методы качественного и количественного определения различных сернистых соединений.				2		О – [1,2,6,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Устный опрос*
	Влияние сернистых соединений на эксплуатационные и экологические свойства нефтепродуктов					2	О – [1,2,6,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Обсуждение решений ситуативных задач*
	Кислородные соединения. Нефтяные кислоты, фенолы, гетероциклические кислородные соединения, их содержание в нефтях и нефтяных фракциях. Влияние на эксплуатационные и экологические свойства нефтепродуктов.	2					О – [1,2,6,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Устный опрос*
	Азотистые соединения. Содержание азота и азотистых соединений в нефтях, нефтяных фракциях и нефтепродуктах. Типы азотистых соединений (основные и нейтральные), характеристика их свойств. Методы количественного определения азота. Методы выделения и идентификации азотистых соединений. Влияние на эксплуатационные и экологические свойства нефтепродуктов.	2					О – [1,2,6,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Устный опрос*
	Анализ содержания гетероатомных соединений в нефти и нефтяных фракциях: состав, строение, свойства, методы удаления. Влияние на свойства нефтепродуктов.		2				О – [1,2,6,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Проверочная работа по темам 2,3*
	Определение структурно-группового состава вакуумных дистиллятов и смазочных масел.			2			Д – [14]	

	Определение структурно-группового состава вакуумных дистиллятов и смазочных масел.			2			Д – [14]	
	Обработка экспериментальных результатов и их анализ			2				защита отчета по лаб. раб.*
	Определение общей и меркаптановой серы в светлых нефтепродуктах			2			Д – [14]	
	Обработка экспериментальных результатов и их анализ			2				защита отчета по лаб. раб.*
Тема 4	Смолисто-асфальтеновые вещества (САВ). Микроэлементы.	2	2	10	2	2		
	Классификация, методы исследования и характеристика групп смолистых и асфальтеновых веществ, их характерные особенности. Современные научные теории строения и свойств САВ.		2		2		О – [1,2,6,9,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Выполнение и защита проектов*
	Микроэлементный состав нефтей.	2						Устный опрос*
	Анализ содержания смолисто-асфальтеновых веществ в нефти и нефтяных фракциях: состав, строение, химические свойства. Влияние САВ на свойства нефтепродуктов.					2	О – [1,2,6,9,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Проверочная работа по теме 4*
	Количественное определение группового состава нефтяных остатков по методу Маркуссона.			2			Д – [14]	
	Определение группового состава гудрона и битумов по методу Маркуссона. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.			2			Д – [14]	защита отчета по лаб. раб.*
	Определение группового состава нефтяных остатков по методу ВНИИ НП.			2			Д – [14]	
	Определение группового состава гудрона и битумов (метод ВНИИ НП).			2			Д – [14]	
	Обработка экспериментальных результатов и их анализ.			2				защита отчета по лаб. раб.*

Тема 5.	Общие сведения о термических и термокаталитических процессах переработки нефти и газа	4	2	6				
	Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных рядов и молекулярной массы. Особенности термических реакций в жидкой фазе.	2					О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Устный опрос*
	Общие сведения о катализе и катализаторах. состав и свойства катализаторов, их связь с механизмом реакций. Термодинамика, кинетика, химизм и механизм превращений углеводородов в условиях каталитического крекинга.	2					О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Термодинамика и кинетика химических реакций. Термодинамический расчет с целью предсказания принципиальной возможности данного превращения и выбора наиболее выгодных параметров процесса.		2				О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Каталитический крекинг индивидуальных углеводородов на цеолитсодержащих катализаторах.			2			Д – [14]	
	Обработка экспериментальных результатов и их анализ.			2				защита отчета по лаб. раб.*
	Итого	22	10	56	12	6		

V СЕМЕСТР

Тема 6.	Термические процессы переработки нефти и газа	8	6		2			
	Термодеструктивные процессы в нефтепереработке. Промышленные процессы термической переработки нефти и нефтяных фракций. Назначение, сырье, продукты, перспективы развития.	2					О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Устный опрос*
	Процессы висбрекинга и термокрекинга нефтяного сырья. Их место в схеме завода. Превращения углеводородов сырья и	2					О – [1,2,4-7,10,11]	Обсуждение решений ситуативных задач*

	неуглеводородных компонентов в процессе висбрекинга и термокрекинга.						Д – [1-3, 5-8, 12-14]	
	Пиролиз нефтяных фракций и газового сырья для производства низших олефинов и ароматических углеводородов. Последовательно-параллельные реакции термических превращений сложных углеводородных смесей в процессе пиролиза.	2					О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Устный опрос*
	Переработка газообразных и жидких продуктов пиролиза.	2					О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Особенности термических реакций в жидкой фазе. Образование нефтяного кокса. Получение светлых нефтепродуктов термическим разложением остаточных фракций, улучшение качества котельного топлива, получение термогазойля и нефтяного кокса.				2		О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Сравнение химизма превращений углеводородов в различных промышленных процессах термической переработки нефтяного сырья.		2				О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Устный опрос*
	Химизм, механизм, кинетические закономерности и термодинамика реакций различных групп углеводородов (алканы, нафтенy, алкилароматические, непредельные, полиароматические углеводороды) в условиях термодеструктивных процессов переработки нефтяного сырья		2				О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Устный опрос*
	Основы химизма и механизма термических превращений тяжелого нефтяного сырья. Механизм образования кокса.		2				О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Проверочная работа по теме 6*
Тема 7.	Термокаталитические процессы переработки нефти и газа	6	8		2			

	Классификация каталитических процессов переработки нефти и газа. Природа активных центров катализаторов крекинга. Кислотный катализ. Роль протонных и апротонных кислот.	2					О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Устный опрос*
	Природные и синтетические цеолиты, их применение в нефтепереработке и нефтехимии. Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе крекинга, особенности отравления пористого катализатора.	2					О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Ионный характер превращений углеводородов в присутствии алюмосиликатных и цеолитсодержащих катализаторов.	2					О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Термодинамика, кинетика, химизм и механизм превращений углеводородов в условиях каталитического крекинга.				2		О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Современные катализаторы процесса каталитического крекинга, их состав и назначение вводимых модификаторов. Кислотные свойства катализаторов и их связь с механизмом реакций. Природа активных центров катализаторов каталитического крекинга		2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Обсуждение решений ситуативных задач*
	Карбоний-ионный механизм реакций каталитического крекинга на примере различных групп углеводородов.		2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Устный опрос*
	Преимущества каталитического крекинга перед термическим		2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Проверочная работа по теме 7*
Тема 8.	Гидрогенизационные процессы переработки нефти.	4	6		4			
	Классификация и назначение гидрогенизационных процессов переработки нефтяных фракций.				2		О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Устный опрос*
	Химизм, термодинамика, кинетика и механизм гидрогенизационных процессов переработки нефтяных фракций (гидрокрекинг, гидроочистка, гидроизомеризация).				2		О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Выполнение тестовых заданий*

	Катализаторы гидрогенизационных процессов, природа активных центров катализаторов и механизм их действия.	2					О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Устный опрос*
	Химизм превращений углеводородов и неуглеводородных компонентов в процессах гидрокрекинга, гидроочистки и гидроизомеризации.	2					О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Гидроочистка: назначение, применяемые катализаторы. Термодинамика и кинетика процесса. Химизм превращения сернистых, азотистых и кислородсодержащих соединений нефти.		2				О – [1, 2] Д – [1, 2, 5]	Обсуждение решений ситуативных задач*
	Химизм, термодинамика и кинетика реакций гидрокрекинга. Последовательно-параллельный характер реакций. Каталитические системы.		2				О – [1, 2] Д – [1, 2, 5]	Устный опрос*
	Сущность водородной коррозии, способы предотвращения водородной коррозии оборудования в гидрогенизационных процессах.		2				О – [1, 2] Д – [1, 2, 5]	Обсуждение решений ситуативных задач*
Тема 9.	Каталитический риформинг	4	6		2			
	Назначение процесса. Термодинамика, химизм и механизм основных реакций нафтеновых, парафиновых и ароматических углеводородов в процессе каталитического риформинга.	2					О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Устный опрос*
	Катализаторы риформинга. Природа активных центров и механизм действия катализаторов. Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе риформинга.	2					О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Обсуждение решений ситуативных задач*
	Сырье и его подготовка. Продукты риформинга.		2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Устный опрос*
	Каталитическая ароматизация как способ получения ароматических углеводородов для промышленного органического синтеза.		2		2		О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Устный опрос*
	Современные направления развития технологий каталитического риформинга бензиновых фракций		2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Проверочная работа по темам 8,9*

Тема 10.	Изомеризация нормальных алканов		2		2			
	Назначение процесса. Химизм, термодинамика, кинетика и механизм процесса изомеризации алканов C ₄ -C ₆ .				2		О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Катализаторы изомеризации. Характеристика сырья и продуктов. Области применения продуктов изомеризации нормальных алканов.		2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Выполнение тестовых заданий*
Тема 11.	Переработка газов. Алкилирование изоалканов алкенами	2	6		2			
	Теоретические основы процессов получения высокооктановых компонентов бензинов и других органических веществ из газообразного сырья. Алкилирование изоалканов алкенами.	2					О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Устный опрос*
	Химизм, термодинамика, кинетика и механизм основных реакций процесса. Катализаторы алкилирования. Применение продуктов алкилирования изобутана олефинами в качестве высокооктановых компонентов моторных топлив.				2		О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Выполнение тестовых заданий*
	Преимущества и недостатки сернокислотного и фтористоводородного алкилирования.		2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Обсуждение решений ситуативных задач*
	Применение продуктов алкилирования изобутана олефинами в качестве высокооктановых компонентов моторных топлив.		2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Устный опрос*
	Экологические проблемы производств и основные пути их решения		2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Проверочная работа по темам 10,11*
	Итого:	22	32		14			

*мероприятия текущего контроля

**Учебно-методическая карта учебной дисциплины «Химия нефти и газа»
Заочная форма получения высшего образования**

Номера раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Литература	Формы контроля знаний
		лекций	Практических занятий	Лабораторных занятий	Управляемая самостоятельная работа			
					лекции	Практически е занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
V семестр								
Тема 1	Методы исследования химического состава и свойств нефтей, нефтяных фракций, нефтепродуктов	2	4	4				
	Понятие о нефти как о сложной дисперсной системе. Общие принципы исследования химического состава нефти. Физико-химические методы исследования химического и группового состава нефти и газа. Хроматографические методы разделения и анализа в химии нефти. Разделение углеводородных смесей с помощью молекулярных сит. Рефрактометрические методы анализа.		2		2		О – [1, 2, 6, 11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Контрольная работа по теме 1 с использованием платформы Moodle — системы управления образовательным электронным курсом

	Ректификация. Оптическая спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов. Спектры комбинационного рассеяния. Молекулярная масс- и хроматомасс-спектроскопия.							
	Анализ состава и свойств нефтепродуктов. Контроль качества нефтепродуктов для обеспечения соответствия современным требованиям. Определение основных физико-химических и эксплуатационных характеристик. Лабораторное оборудование, применяемое для аналитического контроля качества нефти и нефтепродуктов.		2		2		О – [1, 2] Д – [1, 2, 5, 14] Н-[1-3]	Выполнение тестовых заданий с использованием платформы Moodle
	Определение группового состава прямогонного бензина.			2			Д – [14]	Защита лабораторной работы
				2				
Тема 2	Углеводороды нефти и нефтепродуктов	2		6				
	Групповой состав, индивидуальный состав, структурно-групповой состав нефтяных фракций и нефтепродуктов, методы определения. Межмолекулярные взаимодействия алканов, циклоалканов, аренов. Методы количественного определения, выделения и идентификации.	2					О – [1, 2, 11] Д – [1, 2, 5, 14]	Контрольная работа по теме 2 с использованием платформы Moodle
	Определение цетановых чисел дизельных топлив в лабораторных условиях.			2			Д – [14]	Защита лабораторной работы
	Определение октанового числа бензинов лабораторными методами			2			Д – [14]	Защита лабораторной работы
				2				
Тема 3	Гетероатомные соединения нефти и газов	2	2					
	Классификация гетероатомных соединений. Серо-, азот- и кислородсодержащие соединения нефти и газов.	2					О – [1,2,6,11]	Проверочная работа по теме 3 с использованием платформы Moodle
	Анализ содержания гетероатомных соединений в нефти и нефтяных фракциях: состав, строение, свойства, методы удаления. Влияние на свойства нефтепродуктов.					2	О – [1,2,6,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Выполнение тестовых заданий

							Интернет-ресурсы	
Тема 4	Смолисто-асфальтеновые вещества (САС). Микроэлементы.	2		4				
	Классификация, методы исследования и характеристика групп смолистых и асфальтеновых веществ, их характерные особенности. Современные научные теории строения и свойств САС.	2					О – [1,2,6,9,11] Д – [1-3, 5, 12-14]	Контрольная работа по теме 4 с использованием платформы Moodle
	Определение группового состава гудрона и битумов по методу Маркуссона.			2			Д – [14]	Защита лабораторной работы
	Обработка экспериментальных результатов и их анализ.			2				
Тема 5	Общие сведения о термических и термокаталитических процессах переработки нефти и газа	2						
	Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных рядов и молекулярной массы. Особенности термических реакций в жидкой фазе.	2					О – [1,2,4-7,10,11] Д – [1-3, 5-8, 12-14]	Проверочная тестовая работа по теме 5 с использованием платформы Moodle
	ВСЕГО	6	4	14	4	2		
*При выполнении лабораторного практикума студенты заочной формы обучения выполняют разные работы, при этом каждый – проходит инструктаж по ОТ и ПБ при выполнении работ в лаборатории химии нефти и газа.								
VI семестр								
Тема 6	Термические процессы переработки нефти и газа		2		2			
	Термодеструктивные процессы в нефтепереработке. Промышленные процессы термической переработки нефти и нефтяных фракций. Назначение, сырье, продукты, перспективы развития.				2		О – [1,2,4-7,10,12] Д – [1-3, 5-8, 12-17]	Контрольная работа по теме 6 с использованием платформы Moodle
	Химизм, механизм, кинетические закономерности и термодинамика реакций различных групп углеводородов (алканы, нафтенy, алкилароматические, непредельные, полиароматические углеводороды) в условиях		2				Д – [1-2, 5-10, 12-17]	Решение задач с использованием платформы Moodle

	термодеструктивных процессов переработки нефтяного сырья							
Тема 7	Термокаталитические процессы переработки нефти и газа	2	2					
	Классификация каталитических процессов переработки нефти и газа. Природа активных центров катализаторов крекинга. Кислотный катализ. Роль протонных и апротонных кислот.	2					О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Контрольная работа по теме 6 с использованием платформы Moodle
	Карбоний-ионный механизм реакций каталитического крекинга на примере различных групп углеводородов		2				О – [1,3-5,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Решение ситуативных задач с использованием платформы Moodle
Тема 8	Гидрогенизационные процессы переработки нефти.	2				2		
	Химизм, термодинамика, кинетика и механизм гидрогенизационных процессов переработки нефтяных фракций (гидрокрекинг, гидроочистка) Химизм, термодинамика, кинетика и механизм гидрогенизационных процессов переработки нефтяных фракций (гидроизомеризация).	2				2	О – [1,3-5,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	
Тема 9.	Каталитический риформинг	2						
	Назначение процесса. Термодинамика, химизм и механизм основных реакций нафтеновых, парафиновых и ароматических углеводородов в процессе каталитического риформинга.	2					О – [1,3-5,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Контрольная работа по темам 8, 9 с использованием платформы Moodle
Тема 10.	Изомеризация нормальных алканов		2					
	Катализаторы изомеризации. Характеристика сырья и продуктов. Области применения продуктов изомеризации нормальных алканов.		2				О – [1,3-5,10,11]	Выполнение тестовых заданий с использованием платформы Moodle

Тема 11.	Переработка газов. Алкилирование изоалканов алкенами	2						
	Химизм, термодинамика, кинетика и механизм основных реакций процесса. Катализаторы алкилирования. Применение продуктов алкилирования изобутана олефинами в качестве высокооктановых компонентов моторных топлив.	2	2				О – [1,4-7,10,11] Д – [3, 4,5-8, 10-14]	Контрольная работа по темам 10, 11 с использованием платформы Moodle
	ВСЕГО	8	8		2	2		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Магарил, Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти: учеб. пособие для вузов / Р.З. Магарил. – М.: «КДУ», 2008. – 280 с.
2. Костромин, Р.Н. Химический состав нефти : учебное пособие / Р.Н. Костромин, Д.А. Ибрагимова, Н.Л. Солодова ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 160 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56056>
3. Гончарова, И.Н. Технология процессов подготовки и переработки нефтяного сырья в России и за рубежом : учебное пособие. / И.Н. Гончарова - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2019. - 241 с.
4. Романовский, Б.В. Основы катализа: учебное пособие / Б.В. Романовский. – 2-е изд. (эл.). – Москва : Лаборатория знаний, 2017. – 175 с. : ил. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461287>
5. Власов, В. Г. Подготовка и переработка нефтей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В. Г. Власов. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 328 с. – Режим доступа: по подписке: URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617851> (дата обращения: 17.03.2023)
6. Капустин В.М. Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под ред. О.Ф. Глаголевой. – М.: КолосС, 2012. – 456 с.
7. Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть вторая. Физико-химические процессы. – М.: Химия, 2015. – 400 с.
8. Капустин, В.М. Справочник нефтепереработчика / В. М. Капустин, М. Г. Рудин, С. Г. Кулес. - Москва : Химия : РГУ нефти и газа, 2018. - 414 с.
9. Гайле, А.А. Процессы разделения и очистки продуктов нефти и газа : учебное пособие / А. А. Гайле, В. Е. Сомов, А. В. Камешков. - [2 издание, исправленное и дополненное]. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2018. - 431 с.
10. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие / В. В. Остриков [и др.] ; под общей редакцией В.В. Острикова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 242 с.
11. Рябов В.Д. Химия нефти и газа. -М.: Изд-во "Техника", ТУМА ГРУПП, 2004, - 288 с.
12. Современные методы анализа газа и газового конденсата: учебное пособие / составитель Т. П. Платонова. — Благовещенск : АмГУ, 2023. — 67 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/454538>

Дополнительная:

1. Агабеков, В.Е. Нефть и газ: технологии и продукты переработки: / НАН Беларуси, Ин-т химии новых материалов / В.Е. Агабеков - Минск: Белорусская наука, 2011. - 458 с.
2. Агабеков, В.Е. Нефть и газ. Добыча, комплексная переработка и использование / В.Е. Агабеков - Мн.: БГТУ, 2003. - 371 с.
3. Капустин, В.М. Химия и технология переработки нефти / В.М. Капустин, М.Г. Рудин — М.: Химия, 2013. – 469 с.
4. Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы: учебник. / А.В. Кузнецов - М.: КолосС, 2007. - 199 с.
5. Мановян, А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учеб. пособие. - 2-е изд., испр. / А.К. Мановян - М.: Химия, 2001. - 567с.
6. Капустин, В.М. Технология производства автомобильных бензинов. / В.М. Капустин — М.: Химия, 2015. – 256 с.
7. Капустин, В.М., Оксигенаты в автомобильных бензинах. / В.М. Капустин, С.А. Карпов, А.В. Царев— М.: КолосС, 2011. – 336 с.

8. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учеб. пособие / под ред. С.А. Ахметова. - СПб.: Недра, 2006. - 871 с.
9. Капустин, В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками. / В.М. Капустин - Москва: КолосС, 2008. - 230с.
10. Левинтер, М.Е. Глубокая переработка нефти: Учеб.пособие для вузов. / М.Е. Левинтер - М.: Химия, 1992. - 224с.
11. Мановян, А.К. Технология переработки природных энергоносителей: учеб. пособие. / А.К. Мановян - М.: Химия: КолосС, 2004. - 455 с.
12. Методические указания: Покровская, С. В.: методические указания к лабораторному практикуму по курсу «Химия нефти и газа» для студентов дневного и заочного отделений специальности 1 -48 01 03 «Химическая технология переработки органических материалов» /С.В. Покровская, И.В. Буряя ; Министерство образования РБ, Полоцкий государственный университет. - Новополоцк : ПГУ, 2011 - 66 с.
13. Методические указания: Покровская, С. В.: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Химия нефти и газа» для студентов заочной формы обучения специальности 1 – 48 01 03/ С.В. Покровская, И.В. Буряя ; Министерство образования РБ, Полоцкий государственный университет. - Новополоцк : ПГУ, 2006 - 20 с.
14. Покровская С.В. Учебно-методическое пособие по курсу "Химия нефти и газа". – Министерство образования РБ, Полоцкий государственный университет. - Новополоцк : ПГУ, 2004. –268с.
15. Белозерова, О. В. Химия нефти и газа : учебное пособие / О. В. Белозерова. — Иркутск : ИРНИТУ, 2019. — 126 с. — ISBN 978-5-8038-1416-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/216995>
16. «Дьячкова, С. Г. Анализ качества нефтепродуктов: лаб. практикум : учебное пособие / С. Г. Дьячкова, Е. В. Рудякова, А. А. Чайка. — Иркутск : ИРНИТУ, 2020. — 70 с. — ISBN 978-5-8038-1507-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325082>
17. Шостак, Н. А. Фазовые превращения углеводородных систем : учебное пособие / Н. А. Шостак, М. С. Аль-Идриси. — Краснодар : КубГТУ, 2023. — 175 с. — ISBN 978-5-8333-1241-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/413678>

Нормативно-правовые акты:

- 1 Технический регламент таможенного союза. ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» // Электронный ресурс – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/tehnreg/deptexreg/tr/Documents/P_826_1.pdf
- 2 ИТС 50-2017 Переработка природного и попутного газа. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. // Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.rst.gov.ru/documentManager/rest/file/load/1520860549947>
- 3 ИТС 30-2021 Переработка нефти. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. // Электронный ресурс – Режим доступа: <https://rst.gov.ru:8443/file-service/file/load/1640684651520>

Интернет -ресурсы:

1. Каталог и информация о качественных показателях продукции ОАО «Нафтан» // Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.naftan.by/ru/Product>
2. Каталог и информация о качественных показателях продукции ОАО «Мозырский НПЗ» // Электронный ресурс – Режим доступа: <https://mnpz.by/products/>

Учебно-методический комплекс:

Химия нефти и газа: учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-480103/ сост. и общ. ред. С.В. Покровская. – 2-е изд., доп. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2007. – 268 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Определение группового состава прямогонного бензина. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
2. Определение содержания непредельных углеводородов в нефтепродуктах методом Маргошеса.
3. Определение октановых чисел бензинов в лабораторных условиях. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
4. Определение цетановых чисел дизельных топлив в лабораторных условиях. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
5. Определение структурно-группового состава вакуумных дистиллятов и смазочных масел. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
6. Каталитический крекинг индивидуальных углеводородов на цеолитсодержащих катализаторах. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
7. Определение группового и структурно-группового состава гудрона и битумов. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
8. Определение n-алканов в керосиногазойлевых фракциях. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
9. Определение полициклических ароматических углеводородов в дизельном топливе хроматографическими методами анализа. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
10. Определение фактических смол в нефтепродуктах (методом ПОС-А). Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
11. Определение общей и меркаптановой серы в нефтепродуктах. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
12. Определение коррозионного воздействия нефтепродуктов испытанием на медной пластинке. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
13. Количественное определение группового состава нефтяных остатков по методу Маркуссона. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.
14. Определение группового состава нефтяных остатков по схеме ВНИИ НИ. Обработка экспериментальных результатов и их анализ.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Четвертый семестр

1. Анализ состава и свойств нефтепродуктов. Контроль качества нефтепродуктов для обеспечения соответствия современным требованиям. Определение основных физико-химических и эксплуатационных характеристик. Лабораторное оборудование, применяемое для аналитического контроля качества нефти и нефтепродуктов.
2. Анализ влияния содержания алканов, циклоалканов, аренов, гибридных углеводородов на свойства нефтепродуктов.
3. Выполнение заданий по анализу паспортов готовой продукции (нефтепродуктов) ОАО «Нафтан» и ОАО «Мозырский НПЗ». Работа с паспортами товарной продукции НПЗ.
4. Анализ содержания гетероатомных соединений в нефти и нефтяных фракциях: состав, строение, фазовое состояние при нормальных условиях. Влияние на свойства нефтепродуктов.
5. Влияние сернистых соединений на эксплуатационные и экологические свойства нефтепродуктов
6. Анализ содержания смолисто-асфальтеновых веществ в нефти и нефтяных фракциях: состав, строение, фазовое состояние при нормальных условиях. Влияние на свойства нефтепродуктов.
7. Термодинамика и кинетика химических реакций. Термодинамический расчет с целью предсказания принципиальной возможности данного превращения и выбора наиболее выгодных параметров процесса.

Пятый семестр

1. Сравнение химизма превращений углеводородов в различных промышленных процессах термической переработки нефтяного сырья.
2. Химизм, механизм, кинетические закономерности и термодинамика реакций различных групп углеводородов (алканы, нафтены, алкилароматические, непредельные, полиароматические углеводороды) в условиях термодеструктивных процессов переработки нефтяного сырья
3. Основы химизма и механизма термических превращений тяжелого нефтяного сырья.
4. Термодинамика, кинетика, химизм и механизм превращений углеводородов в условиях каталитического крекинга.
5. Современные катализаторы процесса каталитического крекинга, их состав и назначение вводимых модификаторов. Кислотные свойства катализаторов и их связь с механизмом реакций. Природа активных центров катализаторов каталитического крекинга
6. Карбоний-ионный механизм реакций каталитического крекинга на примере различных групп углеводородов.
7. Преимущества каталитического крекинга перед термическим.
8. Гидроочистка: назначение, применяемые катализаторы. Термодинамика и кинетика процесса. Химизм превращения сернистых, азотистых и кислородсодержащих соединений нефти.
9. Химизм, термодинамика и кинетика реакций гидрокрекинга. Последовательно-параллельный характер реакций. Каталитические системы.
10. Сущность водородной коррозии, способы предотвращения водородной коррозии оборудования в гидрогенизационных процессах.
11. Сырье и его подготовка. Продукты риформинга.
12. Каталитическая ароматизация как способ получения ароматических углеводородов для промышленного органического синтеза.
13. Современные направления развития технологий каталитического риформинга бензиновых фракций
14. Катализаторы изомеризации. Характеристика сырья и продуктов. Области применения продуктов изомеризации нормальных алканов.
15. Преимущества и недостатки серноокислотного и фтористоводородного алкилирования.
16. Применение продуктов алкилирования изобутана олефинами в качестве высокооктановых компонентов моторных топлив.
17. Экологические проблемы производств и основные пути их решения
- 18.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

очная форма обучения – 4 семестр, заочная форма обучения – 5 семестр

1. Химическая классификация нефтей.
2. Влияние химического состава бензинов на их детонационные свойства
3. Эксплуатационные и экологические требования к современным бензинам.
4. Эксплуатационные и экологические требования к современным дизельным топливам.
5. Влияние химического состава дизельных фракций на их эксплуатационные свойства
6. Влияние химического состава керосиновых фракций на их эксплуатационные свойства
7. Влияние химического состава масляных фракций на их эксплуатационные свойства
8. Методы выделения и идентификации олефинов, ароматических, нафтенных и парафиновых углеводородов нефти.
9. Понятия группового, элементного, структурно-группового состава нефтепродуктов
10. Алканы. Содержание в нефтяных фракциях, строение (нормальные, изо-строения, изопреноидные); агрегатное состояние (газообразные, жидкие, твердые); физические и химические свойства. Влияние на эксплуатационные свойства нефтепродуктов.
11. Ароматические углеводороды (арены): закономерности их распределения по фракциям нефти. Строение (моноклинические, бициклические, три-, тетра- и др. полициклические арены).

Физические и химические свойства аренов. Влияние на эксплуатационные свойства нефтепродуктов.

12. Нафтенy. Содержание в нефтяных фракциях, строение (трех-, четырех-, пяти-, шестичленные циклы; моно-, би-, трициклические и др.), свойства, распределение по фракциям. Влияние на свойства нефтепродуктов. Гибридные углеводороды.

13. Непредельные углеводороды (алкены, диены), образующиеся при переработке нефти. Физические и химические свойства. Влияние на свойства нефтепродуктов.

14. Углеводороды, идентифицированные в прямогонных бензинах. Анализ группового состава прямогонных бензинов

15. Химические методы выделения и идентификации углеводородов и гетероатомных соединений

16. Физико-химические и физические методы выделения и идентификации компонентов нефти (фракционирование, кристаллизация, экстракция, адсорбция, разделение на мембранах и др.).

17. Хроматографические методы анализа углеводородов.

18. Спектральные методы анализа и идентификации компонентов нефти и нефтепродуктов

19. Углеводороды смешанного (гибридного) строения. Типы углеводородов. Влияние углеводородов смешанного строения на свойства нефтепродуктов

20. Смолисто-асфальтеновые вещества нефти и продуктов переработки, их классификация. Элементный состав, структура. Влияние САВ на эксплуатационные свойства нефтепродуктов.

21. Минеральные компоненты нефти. Их состав, возможность выделения и перспективы практического использования.

22. Сернистые соединения нефти, их разновидности, физические и химические свойства. Влияние сернистых соединений на свойства нефтепродуктов и протекание процессов нефтепереработки.

23. Методы качественного и количественного анализа сернистых соединений..

24. Азотистые соединения нефтей. Типы азотистых соединений. Влияние азотистых соединений на свойства нефтепродуктов и протекание процессов нефтепереработки.

25. Кислородсодержащие соединения нефти, их разновидности. Нефтяные кислоты, их физические и химические свойства. Влияние кислородсодержащих соединений на свойства нефтепродуктов и протекание процессов нефтепереработки.

26. Анализ структурно-группового состава масел, способы выражения результатов анализа.

27. Смолы и асфальтены: физические и химические свойства, состав. Влияние на свойства и хранение нефтепродуктов.

28. Определение группового состава тяжелых нефтяных фракций адсорбционными методами.

29. Межмолекулярные взаимодействия САВ. Физические модели строения асфальтенов (модель Йена, фрактальная модель). Влияние САВ на свойства нефтепродуктов.

30. Классические и современные методы анализа смолисто-асфальтеновых веществ.

31. Типы межмолекулярных взаимодействий компонентов нефти. Примеры проявления эффекта межмолекулярного взаимодействия углеводородов или других соединений, содержащихся в нефти и нефтяных фракциях

32. Сущность термических процессов переработки нефти, примеры и перспективы развития.

33. Сущность гомолитического и гетеролитического распада связи. Привести примеры

34. Реакции, характерные для радикалов углеводородов в термических процессах

35. Образование нефтяного кокса в жидкофазных термических процессах: исходные вещества, механизм реакций.

36. Общие сведения о катализе и катализаторах. Энергетика и химическая природа катализа.

37. Требования к промышленным катализаторам. Примеры каталитических процессов в нефтепереработке

38. Механизм действия катализаторов окислительно-восстановительного типа. В каких промышленных процессах они применяются?
39. Сущность кислотного катализа. Примеры промышленных процессов, в которых применяется кислотный катализ
40. Способы образования карбокатионов в каталитических процессах (роль кислот Льюиса и Бренстеда)
41. Свойства карбокатионов (на примере каталитических процессов углеводородов)
42. Основные стадии каталитических реакций

очная форма обучения – 5 семестр, заочная форма обучения – 6 семестр

1. Назначение и роль термодеструктивных процессов в переработке природных энергоносителей
2. Научные основы термодеструктивных процессов. Их химизм, механизм, кинетические закономерности и термодинамика.
3. Основные положения теории цепных радикальных реакций и их приложение к объяснению протекающих процессов термического крекинга и висбрекинга. Назначение процессов.
4. Основные положения теории цепных радикальных реакций и их приложение к объяснению процесса пиролиза углеводородного сырья. Назначение процесса.
5. Термическая стабильность различных групп углеводородов, ее влияние на протекание процессов термического крекинга и выход продуктов.
6. Основы химизма и механизма термических превращений тяжелого нефтяного сырья.
7. Механизм процесса пиролиза индивидуальных углеводородов и сложных смесей.
8. Особенности термических реакций в жидкой фазе. Промышленные процессы термической переработки нефти и нефтяных фракций.
9. Теоретические основы процесса коксования: химизм, механизм, кинетические закономерности и термодинамика.
10. Радикально-цепной механизм реакций образования кокса (на примере процесса замедленного коксования).
11. Каталитический крекинг нефтяного сырья, назначение процесса. Химизм процесса (основные и побочные реакции), основные продукты. Сравнение устойчивости различных групп углеводородов к химическим превращениям при термическом и каталитическом крекинге.
12. Кислотный катализ в нефтеперерабатывающей промышленности. Гипотезы образования карбокатионов и их превращения.
13. Природные и синтетические цеолиты, их применение в нефтепереработке и нефтехимии.
14. Особенности химизма каталитического крекинга алканов. Карбоний-ионный механизм реакций каталитического крекинга алканов.
15. Особенности химизма каталитического крекинга алкенов. Карбоний-ионный механизм реакций каталитического крекинга алкенов.
16. Особенности химизма каталитического крекинга нафтен. Карбоний-ионный механизм реакций каталитического крекинга нафтен.
17. Особенности химизма каталитического крекинга аренов. Карбоний-ионный механизм реакций каталитического крекинга аренов.
18. Кислотные свойства катализаторов и их связь с механизмом реакций.
19. Виды катализаторов процесса каталитического крекинга, их состав и назначение вводимых модификаторов.
20. Современные катализаторы каталитического крекинга: структура, состав и свойства, цеолитсодержащие алюмосиликатные катализаторы.
21. Природа активных центров катализаторов каталитического крекинга
22. Преимущества каталитического крекинга перед термическим.
23. Назначение и сущность гидрогенизационных процессов.

24. Разновидности гидрогенизационных процессов и их роль в производстве топлив. Состав и свойства катализаторов, их связь с механизмом реакций.
25. Влияние строения и состава катализатора на эффективность осуществления гидрогенизационных процессов.
26. Гидрогенизационные процессы облагораживания нефтяных фракций. Назначение процессов и их сущность.
27. Гидроочистка: назначение процесса, химизм, термодинамика и кинетика процесса.
28. Катализаторы процесса гидроочистки нефтяных фракций.
29. Глубокая гидроочистка углеводородных фракций, назначение процесса, химизм.
30. Гидрокрекинг как способ углубленной переработки нефти. Химизм, кинетика и термодинамика процесса.
31. Гидрокрекинг, назначение процесса, химизм, катализаторы гидрокрекинга.
32. Химические реакции алканов в процессе гидрокрекинга, влияние катализатора на протекание реакций алканов.
33. Химические реакции нафтендов в процессе гидрокрекинга, влияние катализатора на протекание реакций.
34. Химические реакции гетероатомных соединений в процессе гидрокрекинга, влияние катализатора на протекание реакций.
35. Химические реакции ароматических и алкилароматических углеводородов в процессе гидрокрекинга, влияние катализатора на протекание реакций.
36. Каталитический риформинг, назначение процесса. Химизм, механизм и термодинамика реакций каталитического риформинга.
37. Катализаторы процесса каталитического риформинга. Бифункциональный характер катализаторов.
38. Выбор сырья процесса каталитического риформинга. Требования к качеству сырья процесса.
39. Алкилирование изоалканов олефинами, назначение процесса. Химизм и термодинамика процесса.
40. Катализаторы процесса алкилирования изоалканов олефинами
41. Преимущества и недостатки сернокислотного и фтористоводородного алкилирования.
42. Изомеризация пентан-гексановой фракции. Химизм и термодинамика процесса.
43. Катализаторы процесса изомеризации алканов. Механизм процесса на бифункциональных катализаторах. Характеристика и области применения продуктов.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ
УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
Дневная форма получения высшего образования
4 СЕМЕСТР

Тема	Задание по УСР	Форма контроля
Тема: «Понятие о нефти как о сложной дисперсной системе. Общие принципы исследования химического состава нефти» (лекция)	Составление тематического обзора научной литературы и периодических изданий (по индивидуальным заданиям).	Опрос на аудиторном занятии
Тема «Оптическая спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов. Спектры комбинационного рассеяния. Молекулярная масс- и хроматомасс-спектроскопия» (лекция)	Обобщение теоретического материала, определение прикладных направлений использования методов в сфере нефтепереработки	Выполнение тестовых заданий
Тема: «Значение алканов, циклоалканов, аренов как компонентов топлив, смазочных масел и сырья для химической переработки» (лекция).	Подготовка сообщений по теоретическим основам работы двигателей внутреннего сгорания, механизму и химизму процесса сгорания топлива в двигателе и др (задания в группах).	Обсуждение на аудиторном занятии
Тема: «Групповой состав, индивидуальный состав, структурно-групповой состав нефтяных фракций и нефтепродуктов, методы определения» (лекция).	Ознакомление по литературным источникам специфики определения состава нефти и нефтяных фракций	Выполнение тестовых заданий
Тема: «Выполнение заданий по анализу паспортов готовой продукции (нефтепродуктов) ОАО «Нафтан» и ОАО «Мозырский НПЗ». Работа с паспортами товарной продукции НПЗ» (практическое занятие).	Анализ технической документации (ТНПА) белорусских НПЗ, выполнение индивидуальных заданий.	Обсуждение на аудиторном занятии соответствующих методик (на основе ТНПА) и результатов решения индивидуальных заданий
Тема: «Сернистые соединения. Содержание и распределение сернистых соединений в нефтях и нефтяных фракциях.» (лекция).	Составление обзора научно-технической литературы по теме (задания в группах).	Обсуждение обзоров на аудиторном занятии
Тема: «Влияние сернистых соединений на эксплуатационные и экологические свойства нефтепродуктов» (практическое занятие).	Решение ситуативных задач.	Обсуждение решений ситуативных задач
Тема: «Классификация, методы исследования и характеристика групп смолистых и	Выполнение проектов: «Влияние смолисто-асфальтеновых веществ и микроэлементов нефтяных	Защита проектов

асфальтеновых веществ, их характерные особенности» (лекция)	фракций и остатков на процессы нефтепереработки и свойства нефтепродуктов»	
Тема: «Анализ содержания смолисто-асфальтеновых веществ в нефти и нефтяных фракциях: состав, строение, химические свойства. Влияние САВ на свойства нефтепродуктов.» (практические занятия).	Подготовка к проверочной работе по заданным вопросам	Проверочная работа по теме 4

5 СЕМЕСТР

Тема	Задание по УСП	Форма контроля
Тема «Особенности термических реакций в жидкой фазе. Образование нефтяного кокса» (лекция)	Проработка вопросов по механизмам реакций процессов пиролиза, коксования, термического крекинга и висбрекинга.	Выполнение тестовых заданий
Тема «Термодинамика, кинетика, химизм и механизм превращений углеводородов в условиях каталитического крекинга». (лекция)	Проработка вопросов по теоретическим вопросам процесса каталитического крекинга: • назначение процесса, • механизм, • кинетика, • химизм • основные продукты	Обсуждение на аудиторных занятиях, устный опрос
Тема «Классификация и назначение гидрогенизационных процессов переработки нефтяных фракций» (лекция)	Работа с различными источниками научно-технической информации, составление обзора	Экспресс-опрос на аудиторных занятиях. Обсуждение результатов работы с научно-технической информацией
Тема «Химизм, термодинамика, кинетика и механизм гидрогенизационных процессов переработки нефтяных фракций (гидрокрекинг, гидроочистка, гидроизомеризация)» (лекция)	Анализ информации научно-технических семинаров, научных публикаций в периодических отраслевых изданиях по заданным вопросам	Выполнение тестовых заданий
Тема «Каталитическая ароматизация как способ получения ароматических углеводородов для промышленного органического синтеза» (лекция)	Работа с различными источниками научно-технической информации, составление обзора	Экспресс-опрос на аудиторных занятиях, обсуждение подготовленной информации
Тема «Назначение процесса. Химизм, термодинамика, кинетика и механизм процесса	Разработка тестовых заданий по материалам учебной литературы	Выполнение тестовых заданий

изомеризации алканов C ₄ -C ₆ .» (лекция)		
Химизм, термодинамика, кинетика и механизм основных реакций процесса алкилирования изобутана олефинами. Катализаторы алкилирования. Применение продуктов алкилирования изобутана олефинами в качестве высокооктановых компонентов моторных топлив.	Выполнение проекта: «Пути оптимизации технологического процесса алкилирования изобутана бутиленом»	Защита проекта

Проект (4 семестр) по теме «Влияние смолисто-асфальтеновых веществ и микроэлементов нефтяных фракций и остатков на процессы нефтепереработки и свойства нефтепродуктов»

Пример проектного задания: в 1961г. Т. Йен предложил пачечную модель строения асфальтенов типа "plate to plate". В основу модели была положена принципиальная возможность плоскопараллельной ориентации полиароматических фрагментов разных молекул. В отличие от пачечной модели развивается идея о центрально-симметричном устройстве частицы САВ. Впервые она была постулирована Д. Пфайфером и Р. Саалем, предложившими статическую модель строения структурной единицы асфальтенов. Согласно ее ядро структурной единицы образовано высокомолекулярными полициклическими углеводородами и окружено компонентами с постепенно снижающейся степенью ароматичности. Как на основании предложенных моделей возможно объяснить образование *устойчивых дисперсных систем тяжелых нефтяных остатков (ТНО)*? *Определите и дайте обоснование технологическим условиям (температура, давление, добавление различных веществ и др.) переработки ТНО, приводящим к снижению устойчивости данной дисперсной системы?*

Цель: на основании анализа литературных данных, патентного поиска, исходных характеристик исследуемой фракции определить особенности ее использования в технологических процессах и/или как товарного нефтепродукта.

Период: 2 недели

Этапы:

- 1) подготовительный этап: постановка проблемы, определение цели проекта;
- 2) информационный этап: поиск и анализ литературных данных, патентный поиск, подбор оптимальных методов анализа изучаемой фракции и др. (в зависимости от задания для каждого студента в группе);
- 3) этап планирования: распределение задач в группах студентов, разделение задач на подзадачи (составление алгоритма решения проектной задачи), определение временных рамок выполнения заданий в группах;
- 4) работа над проектом в группах: координация преподавателем работы в группах, корректировка при необходимости направлений поиска студентами решения проблемной задачи; проведение консультаций;
- 5) представление результатов проекта: защита проекта на аудиторном занятии (презентация результатов, обсуждение в группе, формулирование общих выводов по проекту)

Сформированные компетенции: моделировать на основе знаний о свойствах смолисто-асфальтеновых веществ (САВ) и микроэлементов нефтяных фракций и остатков физические и химические процессы и явления, лежащие в основе технологии переработки тяжелых нефтяных остатков (ТНО), выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения; владеть физико-химическими методами оценки качества и свойств САВ и ТНО, анализировать результаты лабораторных испытаний, анализировать современные требования к качеству продукции.

Проект (5 семестр) по теме «Пути оптимизации технологического процесса алкилирования изобутана бутиленом».

Пример проектного задания: Алкилат (алкилбензин) является важнейшим компонентом товарных бензинов, содержание которого в смеси можно значительно увеличивать, не нарушая требований спецификаций на компаундирование “реформулированных экологически чистых” бензинов. Специфическими недостатками технологий алкилирования изобутана олефинами с применением жидких минеральных кислот в качестве катализаторов являются: наличие трудно утилизируемых отходов – кислых гудронов; необходимость отделения катализатора от реагентов и продуктов, организация его рециркуляции; высокая коррозионная активность катализаторов; необходимость применения коррозионностойкого оборудования; высокие требования промышленной безопасности и охраны труда; высокая экологическая нагрузка на окружающую среду. Наиболее перспективными катализаторами алкилирования на сегодняшний день специалисты считают **твердокислотные**. Но их использование в промышленных процессах также является спорным. Проведите сравнительно-сопоставительный анализ доступной технической информации о известных и перспективных технологиях алкилирования и применяемых катализаторах, результаты научных исследований и опытных промышленных пробегов в области катализа процесса алкилирования изоалканов олефинами и определите, на ваш взгляд, наиболее возможные к промышленному применению каталитические системы, их состав и свойства.

Цель: на основании анализа литературных данных, патентного поиска, характеристик известных промышленных процессов алкилирования изобутана олефинами определить достоинства и недостатки используемых гомогенных катализаторов процесса, направления поиска альтернативных твердокислотных катализаторов процесса, их возможный состав и свойства, выявить сложности использования исследуемых твердокислотных катализаторов в промышленном масштабе.

Период: 2 недели

Этапы:

- 1) подготовительный этап: постановка проблемы, определение цели проекта;
- 2) информационный этап: поиск и анализ литературных данных, патентный поиск, систематизация полученных данных (в зависимости от задания для каждого студента в группе);
- 3) этап планирования: распределение задач в группах студентов, разделение задач на подзадачи (составление алгоритма решения проектной задачи), определение временных рамок выполнения заданий в группах;
- 4) работа над проектом в группах: координация преподавателем работы в группах, корректировка при необходимости направлений поиска студентами решения проблемной задачи; проведение консультаций;
- 5) представление результатов проекта: защита проекта на аудиторном занятии (презентация результатов, обсуждение в группе, формулирование общих выводов по проекту).

Сформированные компетенции: моделировать физические и химические процессы и явления, лежащие в основе технологии алкилирования изоалканов олефинами, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения; анализировать современные требования к качеству сырья и продукции (исходных реагентов, товарных автомобильных бензинов).

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ
УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
заочная форма получения высшего образования

5 СЕМЕСТР

Тема	Задание по УСР	Форма контроля
Тема: «Понятие о нефти как о сложной дисперсной системе. Общие принципы исследования химического состава нефти» (лекция)	Проработка вопросов по учебной и научной литературе, и периодическим изданиям.	Контрольная работа по теме 1 с использованием платформы Moodle — системы управления образовательным электронным курсом
Тема «Анализ состава и свойств нефтепродуктов. Контроль качества нефтепродуктов для обеспечения соответствия современным требованиям. Определение основных физико-химических и эксплуатационных характеристик» (лекция)	Обобщение теоретического материала, определение прикладных направлений использования методов в сфере нефтепереработки	Выполнение тестовых заданий с использованием платформы Moodle
Тема: «Анализ содержания гетероатомных соединений в нефти и нефтяных фракциях: состав, строение, свойства, методы удаления. Влияние на свойства нефтепродуктов» (практические занятия).	Ознакомление по литературным источникам специфики определения содержания гетероатомных соединений в нефти и нефтяных фракциях	Выполнение тестовых заданий

6 СЕМЕСТР

Тема	Задание по УСР	Форма контроля
Тема «Термодеструктивные процессы в нефтепереработке. Промышленные процессы термической переработки нефти и нефтяных фракций. Назначение, сырье, продукты, перспективы развития» (лекция)	Проработка вопросов по механизмам реакций процессов пиролиза, коксования, термического крекинга и висбрекинга.	Контрольная работа по теме 6 с использованием платформы Moodle
Тема «Назначение процесса. Термодинамика, химизм и механизм основных реакций нафтеновых, парафиновых и ароматических углеводородов в процессе каталитического риформинга» (практические занятия)	Обзор учебной, научной литературы и периодических изданий по поставленным вопросам	Контрольная работа по темам 8, 9 с использованием платформы Moodle

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Цель самостоятельной работы – повышение качества подготовки и конкурентоспособности выпускников посредством формирования у них компетенций самообразования. Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к письменным проверочным работам (мини-контрольным), ознакомление с научной, научно-популярной, учебной литературой, подготовку к лабораторным и практическим работам и их защите.

Содержание самостоятельной работы студентов (дневная форма получения высшего образования)

Вид самостоятельной работы	Тематическое содержание и используемые источники	Количество часов
4 семестр		
Подготовка к практическим занятиям	Практические занятия по теме 1. Осн. литература [1,4]; Доп. литература: [1, 2, 5] Практические занятия по теме 2 Осн. литература [1,4]; Доп. литература: [1, 2, 5] Практические занятия по теме 3 Осн. литература [1,4]; Доп. литература: [1, 2, 5] Практические занятия по теме 4 Осн. литература [10]; Доп. литература: [10, 15, 17] Практические занятия по теме 5 Осн. литература [10]; Доп. литература: [10, 15, 17]	26
Подготовка к текущим рейтинговым проверочным работам	Проверочные работы по темам 1-4 Осн. литература [1,3-5,10,11] Доп. литература: [3, 4,5-8, 10-14]	20
Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам	Лабораторные занятия по темам 1-5. Основная литература: [1] - [4] Дополнительная литература:[5]-[11].	28
Подготовка к экзамену	Основная литература: [1] - [12] Дополнительная литература:[5]-[17].	36
	Итого за IV семестр:	110
5 семестр		
Подготовка к практическим занятиям	Практические занятия по теме 6. О – [1,2,4-7,10,11], Д – [1-3, 5-8, 12-14] Практические занятия по теме 7 О – [2,4-7,10, 12], Д – [12-17] Практические занятия по теме 8 О – [1,2,4-7,10,11], Д – [1-3, 5-8, 12-14] Практические занятия по теме 9 О – [2,4-7,10, 12], Д – [12-17] Практические занятия по теме 10 О - [8,10, 12], Д – [10-17] Практические занятия по теме 11 О - [8,10, 12], Д – [10-17]	10

Подготовка к текущим рейтинговым проверочным работам	Проверочные работы по темам 6-11 О - [1,3-5,10,11] Д - [3, 4,5-8, 10-14]	14
Подготовка к экзамену за V семестр	Основная литература: [6-12] Дополнительная литература:[8-17].	16
Итого:		40

**Содержание самостоятельной работы студентов
(заочная форма получения высшего образования)**

Вид самостоятельной работы	Тематическое содержание и используемые источники	Количество часов
5 семестр		
Подготовка к практическим занятиям	Практические занятия по теме 1, 3. Осн. литература [1,4]; Доп. литература: [1, 2, 5]	36
Подготовка к проверочным работам с использованием платформы Moodle	Проверочные работы по темам 1-4 Осн. литература [1,3-5,10,11] Доп. литература: [3, 4,5-8, 10-14]	60
Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам	Лабораторные занятия по темам 1-5. Основная литература: [1] - [4] Дополнительная литература:[5]-[11].	54
Подготовка к экзамену	Основная литература: [1] - [12] Дополнительная литература:[5]-[17].	36
Итого за V семестр:		186
6 семестр		
Подготовка к практическим занятиям	Практические занятия по теме 6. О –[1,2,4-7,10,11], Д – [1-3, 5-8, 12-14] Практические занятия по теме 7. О –[2,4-7,10, 12], Д – [12-17] Практические занятия по теме 8. О –[1,2,4-7,10,11], Д – [1-3, 5-8, 12-14] Практические занятия по теме 9. О –[2,4-7,10, 12], Д – [12-17] Практические занятия по теме 10. О - [8,10, 12], Д – [10-17] Практические занятия по теме 11. О - [8,10, 12], Д – [10-17]	30
Подготовка к проверочным работам с использованием платформы Moodle	Проверочные работы по темам 6-11 О - [1,3-5,10,11] Д - [3, 4,5-8, 10-14]	22
Подготовка к экзамену за VI семестр	Основная литература: [6-12] Дополнительная литература:[8-17].	36
Итого:		88

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

Диагностика качества усвоения знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для мониторинга качества изучения учебной дисциплины «Химия нефти и газа» и диагностики компетенций студентов используется следующий **диагностический инструментарий**:

- защита отчетов по лабораторным работам;
- проверочные работы по отдельным темам;
- защита курсовой работы;
- выполнение тестовых заданий;
- устный опрос;
- оценка решения ситуативных задач (индивидуальных решений и ответов, подготовленных группой студентов)
- экзамены: письменные у студентов дневной и заочной формы обучения.

Результаты текущего контроля студентов по дисциплине «Химия нефти и газа», обучающихся по дневной форме получения образования, оценивается отметкой в баллах по десятибалльной шкале и выводится исходя из отметок, выставленных в ходе проведения мероприятий текущего контроля в течение семестра, по следующей формуле:

$$T = (ПР + А + Л) / 3 + Д,$$

где

ПР - среднеарифметическое значение отметок (по 10-ти балльной системе) студента за проверочную работу;

А – среднеарифметическое значение отметок (по 10-ти балльной системе) во время устных опросов и обсуждения решения ситуативных задач;

Л - среднеарифметическое значение отметок (по 10-ти балльной системе), полученных студентом за защиту отчетов по лабораторным работам;

Д –дополнительный балл (за оригинальное решение вариативных заданий, выполнение дополнительных творческих работ (презентации, аналитические обзоры по теме и др.).

Для обучающего, пропустившего мероприятие текущего контроля по уважительной причине, кафедрой устанавливаются дополнительные сроки.

Обучающемуся, пропустившему мероприятие текущего контроля без уважительной причины, выставляется 1 (один) балл за данное мероприятие.

Результат текущего контроля может быть повышен:

- за участие обучающего в научно-практических мероприятиях, учебно-исследовательской, научно-исследовательской работе студентов (конференциях, семинарах, олимпиадах, конкурсах, научных кружках и т.п.) по профилю учебной дисциплины и может быть повышен до 10 баллов при достижении значимых результатов в этой работе;

- обучающийся в целях повышения отметки по любому мероприятию текущего контроля может воспользоваться правом на дополнительные образовательные услуги (платные консультации, платные дополнительные занятия). Количество и сроки пересдач с целью повышения отметки определяет кафедра.

Весовой коэффициент текущего контроля – 0,5.

Весовой коэффициент промежуточной аттестации – экзамена – 0,5.

Экзаменационная отметка по дисциплине (Э) для студентов дневной формы обучения рассчитывается на основе результата текущего контроля (Т) и отметки, полученной студентом за ответ по билету (О), по формуле:

$$Э = 0,5 \cdot Т + 0,5 \cdot О$$

где 0,5·Т – весовой коэффициент текущего контроля, 0,5·О – весовой коэффициент отметки за ответ по билету. Положительной является отметка 4 балла и выше.

Для студентов заочной формы обучения итоговой является отметка, полученная студентом за письменный ответ по билету на экзамене.

ХАРАКТЕРИСТИКА (ОПИСАНИЕ) ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К ПРЕПОДАВАНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА»

При изучении дисциплины «Химия нефти и газа» применяются следующие эффективные методики и технологии:

- технология рейтинговой оценки знаний;
- информационные мультимедийные технологии представления учебного материала в виде презентаций, видеофильмов;
- кейс-метод;
- проектный метод обучения;
- технологии решения проблемных задач (кейсов);
- дистанционные методы обучения с использованием Google Classroom.
- самостоятельное изучение онлайн-курсов по дисциплине, например «Нефтегазовое производство» (<http://mooc.gubkin.ru/>) и др.

В ходе изучения данной дисциплины студентам помимо лекционного материала предлагаются практические задания в виде решения ситуационных задач (кейсов). Содержание задач основывается на реальных проблемных вопросах, возникающих в технологических процессах нефтепереработки, при получении товарных нефтепродуктов, а также на современных научных публикациях в области химии нефти и газа. Выполнение таких заданий способствует изучению фундаментальных вопросов химии нефти и газа и развитию творческого подхода к решению различных проблем.

Важной формой изучения дисциплины является организация самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа включает в себя работу над лекционным материалом, подготовку к практическим занятиям, подготовку к защитами отчетов по лабораторным работам и экзаменам.

Используются компьютерные презентации лекционного материала по всем темам дисциплины.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
С ДРУГИМИ УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Технология переработки нефти и газа	Кафедра ТОПНГ	<i>нет</i>	
Основы технологии нефтехимического синтеза	Кафедра ТОПНГ	<i>нет</i>	

Заведующий кафедрой
технологии и оборудования переработки
нефти и газа
к.х.н., доцент

Е.В. Молоток Е.В. Молоток