



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НЕФТИ И ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ***

Направление подготовки (специальность)  
18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы  
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат

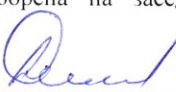
Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3

Магнитогорск  
2024 год

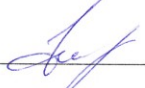
Программа практики/НИР составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

Программа практики/НИР рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Металлургии и химических технологий  
09.01.2024 протокол №4

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Программа практики/НИР одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2024 г. Протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Программа составлена:  
профессор кафедры МиХТ, д-р физ.-мат. наук  А.Н.  
Смирнов

Рецензент:  
доцент кафедры Химии, канд. техн. наук  Л.Г. Коляда

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений» является получение студентами знаний о сущности процессов превращения жидких горючих ископаемых при их подготовке и переработке; формирование практических умений и навыков использования основных теоретических закономерностей при выполнении техно-химических расчетов, проведении экспериментальных исследований, в производственно-технологической деятельности.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Общая химическая технология

Физическая химия

Введение в направление

История химии и химической технологии

Общая и неорганическая химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Коксование углей

Массообменные процессы химической технологии

Химические реакторы

Извлечение и переработка химических продуктов коксования

Применение топлива в металлургическом процессе

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен осуществлять контроль сырья, материалов и текущих отклонений от заданных параметров для обеспечения качества коксохимической продукции в ходе ее производства
ПК-2.1	Осуществляет контроль сырья и материалов для обеспечения качества коксохимической продукции в ходе ее производства

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,9 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 160,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Введение. Классификация и запасы топлива.								
1.1 Значение горючих ископаемых в мировой экономике. Ресурсы и месторождения нефти. Добыча нефти. Бурение нефтяных скважин. Методы разработки месторождений.	3	1			40	Подготовка к практическому занятию, собеседованию, коллоквиуму.	Собеседование	ПК-2.1
Итого по разделу		1			40			
2. Раздел 2. Химический состав нефти и методы исследования.								
2.1 Элементный и фракционный состав нефтей и нефтепродуктов. Исследование химического состава нефти. Хроматография. Физические свойства нефти и нефтепродуктов.	3	1	1		40			ПК-2.1
Итого по разделу		1	1		40			
3. Раздел 3. Процессы переработки нефти.								
3.1 Схемы переработки. Термические процессы: пиролиз, термический крекинг, висбрекинг, получение технического углерода и битума. Каталитические процессы: каталитический крекинг, каталитический гидрокрекинг, каталитический риформинг, каталитическая изомеризация пентан-гексановой фракции бензинов.	3	1	1		40	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к защите лабораторных работ, коллоквиуму. Подготовка индивидуального реферативного доклада (презентации).	Защита лабораторных работ, доклад подготовленной темы реферата.	ПК-2.1
Итого по разделу		1	1		40			

4. Раздел 4. Нефтепродукты.								
4.1 Нефтепродукты, их физико-химическая характеристика и использование.	3	1	2		40,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к защите лабораторных работ, коллоквиуму. Подготовка индивидуального реферативного доклада (презентации).	Защита лабораторных работ, доклад подготовленной темы реферата.	ПК-2.1
Итого по разделу		1	2		40,4			
Итого за семестр		4	4		160,4		экзамен	
Итого по дисциплине		4	4		160,4		экзамен	

## 5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в форме лекции-информации, так и в форме лекции-визуализации. Лекции проводятся с использованием интерактивного метода – «обучение на основе опыта» для создания аналогий между изучаемыми явлениями и знакомыми студентам жизненными ситуациями и более глубокого усваивания изучаемых вопросов. В рамках учебного курса предусмотрена встреча на одной из лекций со специалистом технологической группы коксохимического производства ПАО «ММК» для получения информации прикладного характера и знакомства с передовыми технологиями и методами труда.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. Выполнение лабораторных работ проводится с элементами исследования и внедрением инновационной технологии коллективного взаимообучения. (Для формирования системного творческого технического мышления и способности генерировать нестандартные технические идеи при решении творческих производственных задач). Контекстный метод обучения при проведении лабораторных занятий позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При защите лабораторных работ проводится учебная дискуссия, как метод интерактивного обучения, позволяющая обмениваться взглядами студентам по конкретной проблеме.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной про-работке тем в процессе выполнения курсового проекта, в процессе подготовки к лабораторным, практическим работам и промежуточной аттестации.

### 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

### 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

### 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

#### а) Основная литература:

1. Petroleum Refining (Технологии и продукты переработки нефти) : учебное пособие / Э. Э. Валеева, Д. А. Романов, Ю. Н. Зиятдинова, Н. А. Терентьева. — Казань : КНИТУ, 2010. — 129 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13338>

2. Солодова, Н. Л. Химическая технология переработки нефти и газа : учебное пособие / Н. Л. Солодова, Д. А. Халикова. — Казань : КНИТУ, 2012. — 120 с. — ISBN 978-5-7882-1220-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73481>

3. Рябов, В. Г. Химическая технология топлива и углеродных материалов. Сборник задач для проведения расчетов физико-химических свойств нефти и нефтепродуктов графическими методами : учебно-методическое пособие / В. Г. Рябов, А. В. Кудинов, К. В. Федотов. — Пермь : ПНИПУ, 2007. — 162 с. — ISBN 978-5-88151-842-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160642>

#### б) Дополнительная литература:

1.Рахматуллина, А. П. Химическая технология переработки газового сырья. Химия ситнез-газа : учебное пособие / А. П. Рахматуллина, Д. В. Бескровный. — Казань : КНИТУ, 2017. — 160 с. — ISBN 978-5-7882-2149-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102112>

2.Брук, Л. Г. Основы химической технологии : учебное пособие / Л. Г. Брук, Е. В. Егорова, О. Л. Каляя. — Москва : РТУ МИРЭА, 2019. — 126 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171500>

3. Егорова, Е. В. Химическая технология твердых горючих ископаемых. Газификация твердых топлив : учебное пособие / Е. В. Егорова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 35 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/240008>

#### **в) Методические указания:**

1. Крылова, С. А. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1708>

2. Смирнов, А. Н. Производство химических продуктов : учебное пособие. Ч. 1 / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2227>

3. Смирнов, А. Н. Производство химических продуктов. Часть 3. Производство фосфорной кислоты : практикум [для вузов] / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, Д. И. Алексеев ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2765>

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>



## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория по химической технологии топлива оснащена лабораторным оборудованием:
  - лабораторное оборудование (муфельные шкафы; сушильный шкаф; аналитические весы; плитки электрические; микроскоп электрический МИН-9; фото микроскоп отраженного света ПОЛАМР – 312; станок для полировки шлифов СШПМ химические реактивы, химическая посуда, водяные бани, термометры).
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## Приложение 1

### 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

#### Примеры тестовых заданий

1. Какие из парафиновых углеводородов при стандартных условиях находятся в твердой фазе:

C<sub>1</sub>–C<sub>4</sub>

C<sub>5</sub>–C<sub>15</sub>

C<sub>16</sub>–C<sub>53</sub>

2. На какой глубине реализуется главная фаза нефтеобразования:

1–2 км

2–3 км

6–8 км

3. В каком растворителе растворимы асфальтены:

петролейный эфир

низкокипящие алканы

низшие арены

4. Укажите аддитивные свойства смеси углеводородов:

плотность

вязкость

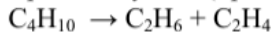
молекулярная масса

#### Примеры задач

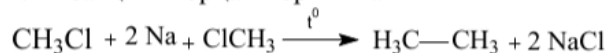
1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить этан.

Решение

1. Крекинг бутана (промышленный способ)



2. Реакция Вюрца-Шорыгина



3. Восстановление галогенпроизводного

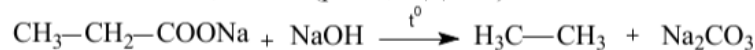


или

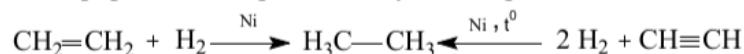


4. Из солей карбоновых кислот

сплавление со щелочью (реакция Дюма)



5. Гидрирование непредельных углеводородов



2. Рассчитать плотность газа, имеющего среднюю молекулярную массу 64, при 60°C и давлении 3 атм.

Решение.

Дано:

$$M = 64$$

$$T = 60 + 273 = 333 \text{ К}$$

$$P = 3 \cdot 1,013 \cdot 10^5 = 3,039 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\rho_{cm} = \frac{273}{22,4} \times \frac{42 \times 3,039 \times 10^5 \times 10^{-5}}{333} \approx 4,67$$

Ответ: 4,67 кг/м<sup>3</sup>.

3. Газовая смесь получена из 95 м<sup>3</sup> пропана и 23 м<sup>3</sup> этана. Плотности пропана и этана равны 2,0037 кг/м<sup>3</sup> и 1,3560 кг/м<sup>3</sup> соответственно. Выразить состав смеси в объемных и массовых долях.

Решение. Найдем общий объем смеси:  $V = 95 + 23 = 118 \text{ м}^3$ .

Объемная доля пропана  $V_p = 95 / 118 = 0,805$ , этана  $V_{et} = 23 / 118 = 0,195$ .

Массовые доли компонентов будут равны:

$$w_p = \frac{0,805 \cdot 2,0037}{0,805 \cdot 2,0037 + 0,195 \cdot 1,3560} = 0,859$$

$$w_{et} = \frac{0,195 \cdot 1,3560}{0,805 \cdot 2,0037 + 0,195 \cdot 1,3560} = 0,141$$

3. Рассчитать среднюю молекулярную массу фракции со средней температурой кипения 118°C.

Решение.

Используем формулу Б.М. Войнова:

$$M_{cp} = 60 + 0,3 \times t_{cp} + 0,001 \times t_{cp}^2 = 60 + 0,3 \times 118 + 0,001 \times 118^2 = 109,3.$$

где  $t_{cp}$  — средняя температура кипения, определяемая по данным стандартной разгонки.

При каталитическом крекинге масляной фракции получены продукты:

	Массовое содержание, %	Молярная масса, кг/кмоль
Газ	11,2	32
Бензин	32,7	105

Легкий газойль	36,9	218
Тяжелый газойль	19,2	370

Определить молярные доли компонентов.

4. Смешали 27 кг масляной фракции I ( $\rho_4^{20} = 0,8647$ ) и 63 кг масляной фракции II ( $\rho_4^{20} = 0,8795$ ). Определить молярную массу смеси.

Решение. Найдем плотность  $\rho_{15}^{15}$  для фракции I:

$$\rho_{15}^{15} = 0,8647 + 5 \cdot 0,000686 = 0,8681,$$

для фракции II

$$\rho_{15}^{15} = 0,8795 + 5 \cdot 0,00067 = 0,8829.$$

определим молярную массу каждой фракции:

$$M_1 = \frac{44,29 \cdot 0,8681}{1,03 - 0,8681} = 237,5 \text{ кг} / \text{кмоль}; \quad M_2 = \frac{44,29 \cdot 0,8829}{1,03 - 0,8829} = 265,8 \text{ кг} / \text{кмоль}.$$

Зная количество фракций, определим их массовые доли:

$$x_1 = \frac{27}{27 + 63} = 0,3; \quad x_2 = \frac{63}{27 + 63} = 0,7.$$

Молярная масса смеси

$$M = \frac{1}{\frac{0,3}{237,5} + \frac{0,7}{265,8}} = 256,6 \text{ кг} / \text{кмоль}.$$

### Примерные темы рефератов

1. Значение нефтегазового комплекса в мировой экономике. Основные нефтедобывающие страны мира. Добыча нефти в России.
2. Углубление переработки нефти – актуальная проблема мировой и отечественной нефтепереработки.
3. Особенности нефти как сырья процессов перегонки.
4. Новые направления использования горючих ископаемых
5. Характеристика отечественных установок АТ и АВТ. Совершенствование контактных устройств ректификационных колонн.
6. Совершенствование технологических схем атмосферной перегонки нефти.
7. Совершенствование технологии вакуумной и глубоковакуумной перегонки мазута.
8. Классификация химических процессов переработки нефтяного сырья. Характеристика нефтяных остатков.
9. Химизм газофазного термолиза нефтяного сырья.
10. Совершенствование установок замедленного коксования. Особенности технологии производства игольчатого кокса.
11. Процессы получения нефтяных пеков термokonденсацией остатков.
12. Новые процессы термоадсорбционной деасфальтизации и деметаллизации нефтяных остатков.
13. Классификация каталитических процессов нефтепереработки по типу катализа. Сущность катализа. Требования к катализаторам.
14. Основные тенденции и современные проблемы производства высококачественных моторных топлив.
15. Современные гидрокаталитические процессы переработки нефтяных дистиллятов и остатков. Физико-химические основы. Совершенствование катализаторов.
16. Промышленные процессы гидрообессеривания дистиллятных фракций.
17. Процессы селективного гидрокрекинга (гидродепарафинизация дизтоплива и масел).
18. Технология производства фурановых смол. Исходные продукты. Производство смол и пластических масс на основе фурфурола.

19. Производство смол и пластических масс на основе фурфурола и ацетона.
20. Получение синтез газа (катализаторы). Продукты синтеза и их переработка.
21. Особенности нефтехимических процессов. Многообразие процессов получения одного и того же вещества.

### Список вопросов к экзамену

1. Роль нефти и газа в современном мире. Современные мировые тенденции в добыче нефти и газа.
2. Современные представления о происхождении нефти и природного газа.
3. Неорганическая концепция происхождения нефти и газа. Теория о биогенном происхождении нефти.
4. Классификация нефти. Химическая классификация. Классификация нефти по: плотности, выходу светлых фракций, содержанию серы, смолисто-асфальтеновых веществ, твердых углеводородов. Классификация по массовому содержанию алканов, циклоалканов и аренов.
5. Технологическая классификация. Классификация по физико-химическим свойствам, степени подготовки, содержанию сероводорода и легких меркаптанов. Классы, типы, группы и виды нефти.
6. Химический состав нефти. Углеводороды нефти. Алканы. Газообразные, жидкие и твердые алканы. Циклоалканы. Содержание в нефтях. Основные физические и химические свойства. Склонность низших алканов к образованию газовых гидратов. Превращения в процессах нефтепереработки.
7. Ароматические углеводороды нефти. Основные физические и химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре. Содержание ароматических углеводородов в нефтях и закономерности их распределения по фракциям нефти.
8. Гетероатомные соединения нефти. Серосодержащие соединения. Общее содержание и формы нахождения серы в нефти. Меркаптаны. Диалкилсульфиды. Диалкилдисульфиды. Другие серосодержащие соединения нефти. Распределение серосодержащих соединений по фракциям при перегонке нефти.
9. Связь количества серы с типом нефтей. Влияние серосодержащих соединений на свойства нефтяных топлив и процессы нефтепереработки. Гидрогенизационные процессы облагораживания нефтяных фракций.
10. Азотсодержащие соединения. Азотистые соединения нефти. Распределение азотсодержащих соединений по фракциям при перегонке нефти. Влияние азотсодержащих соединений на свойства нефтяных топлив и процессы нефтепереработки.
11. Кислородсодержащие соединения. Нефтяные кислоты и фенолы. Схема их выделения, содержание в нефти и нефтяных фракциях. Физико-химические свойства нефтяных кислот. Влияние кислородсодержащих соединений на свойства нефтепродуктов.
12. Смолисто-асфальтеновые вещества в нефти. Состав смолисто-асфальтеновых веществ (САВ) нефти (асфальтены, смолы), их строение, свойства. Схема выделения САВ из нефти.
13. Распределение асфальтенов в нефтях, а также по фракциям при перегонке нефти. Влияние САВ на процессы нефтепереработки и свойства нефтепродуктов.
14. Минеральные компоненты нефти. Металлы, входящие в состав нефти. Формы их связи с органическими веществами: порфириновые комплексы ванадия и никеля; комплексы металлов с асфальтенами.
15. Основные физические свойства нефти. Плотность. Вязкость и вязкостно-температурные свойства. Молекулярная масса.
16. Температуры кипения нефтяных фракций. Температура кипения при нестандартных давлениях. Давление насыщенных паров. Температура вспышки. Температура самовоспламенения.
17. Тепловые свойства нефти: теплоемкость, теплота испарения (парообразования), энтальпия (теплосодержание), теплота сгорания (теплотворная способность).
18. Низкотемпературные свойства нефти: температура помутнения, температура застывания, температура начала кристаллизации.
19. Оптические свойства нефти. Цвет. Коэффициент (показатель) преломления. Оптическая активность. Молекулярная рефракция. Дисперсия.

20. Современные представления о строении нефтяных дисперсных систем. Поверхность раздела фаз и поверхностные явления в нефтяных дисперсных системах. Поверхностно-активные компоненты нефти, роль асфальтенов при образовании ассоциатов. Устойчивость нефтяных дисперсных систем.
21. Водонефтяные дисперсионные системы. Водонефтяные эмульсии. Эмульгаторы нефти. Устойчивость водонефтяных эмульсий. Методы разрушения водонефтяных эмульсий. Механический и термохимический методы. Деэмульгаторы нефти.
22. Физико-химические методы исследования нефти. Определение элементного и фракционного состава. Общая методика анализа нефтей. Фракционный состав нефтей.
23. Атмосферная и вакуумная перегонка нефтей. Разделение нефтяных фракций методом жидкостно-адсорбционной хроматографии .
24. Современные методы анализа и идентификации химических веществ. Качественный и количественный анализ. Спектроскопические методы исследования (ЯМР-, ИК-, УФ-спектроскопия), хроматография, рефрактометрия.
25. Процессы переработки нефти. Схемы переработки
26. Термические процессы: пиролиз, термический крекинг, висбрекинг, получение технического углерода и битума.
27. Каталитические процессы: каталитический крекинг, каталитический гидрокрекинг, каталитический риформинг, каталитическая изомеризация пентан -гексановой фракции бензинов
28. Классификация товарных нефтепродуктов: моторные топлива, энергетические топлива, нефтяные масла, углеродные и вяжущие материалы, нефтехимическое сырье, нефтепродукты специального назначения. Основные критерии качества нефтепродуктов.
29. Бензины. Требования и показатели качества автомобильных бензинов. Основные технологические процессы производства бензинов. Углеводородный состав бензиновых фракций различных процессов переработки нефти. Типовой состав бензинов.
30. Дизельное топливо. Состав, требования к качеству и свойства дизельного топлива
31. Тяжелые нефтяные фракции. Нефтяные масла. Состав, получение, классификация, физико-эксплуатационные показатели качества. Гидрогенизационные процессы в технологии производства нефтяных масел. Гудрон.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2 Способен осуществлять контроль сырья, материалов и текущих отклонений от заданных параметров для обеспечения качества коксохимической продукции в ходе ее производства		
ПК-2.1	Осуществляет контроль сырья и материалов для обеспечения качества коксохимической продукции в ходе ее производства	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <p>Гипотезы происхождения нефти.</p> <p>Компонентный состав нефти и других углеводородных систем природного и техногенного происхождения</p> <p>Кислородсодержащие соединения нефти. Влияние кислородсодержащих соединений нефти на свойства нефтепродуктов.</p> <p>Как влияют низкие температуры на нефтяное сырьё?</p> <p>Детонация. Октановое и цетановое число.</p> <p>Что такое относительная плотность нефти?</p> <p>Нефть как дисперсная система. Причины и источники образования частиц в нефти.</p> <p>Классификация нефтяных дисперсных систем на основе классических признаков дисперсного состояния: по степени дисперсности, агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды и характеру молекулярных взаимодействий на границе раздела фаз.</p> <p>Почему молекулярная масса нефти или нефтепродуктов – усреднённая величина?</p> <p>Приведите уравнения реакций, необходимых для превращений:</p> <p>а) гексан → бензол → циклогексан</p> <p>Как связаны динамическая и кинематическая вязкости жидкости? Как зависит вязкость углеводорода от его молекулярной массы? Какой класс углеводородов нефти имеет наименьшую (наибольшую) вязкость?</p> <p>Можно ли представить химическими уравнениями процессы происходящие: а) при перегонке нефти; б) при крекинге нефти. Дайте обоснованный ответ.</p> <p>Чем отличается крекинг от пиролиза? Что такое каталитический риформинг?</p> <p>Методы разделения многокомпонентных нефтяных систем и исследования нефти и нефтепродуктов;</p> <p>Для каких технологических процессов необходимо знать значение средней молекулярной массы?</p> <p>Октановое и цетановое число. Их зависимость от строеуглеводородов. Методы определения</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства															
		<p><b>Задачи для самостоятельного решения:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите основные физические свойства нефтяного сырья. По каким признакам можно отличить между собой нефти разных месторождений.</li> <li>2. Напишите формулы неуглеводородных и углеводородных компонентов нефтяного газа.</li> <li>3. Напишите формулы строения углеводородов, которые могут находиться в нефти и содержат 5 атомов углерода в молекуле.</li> <li>4. Из природного газа объемом 40 л (н.у.) получили хлорметан массой 30,3 г. Определите объемную долю метана в природном газе, определите плотности нефти в лабораторных условиях. Какие требования предъявляются к температуре определения?</li> <li>5. Вычислите среднюю молекулярную массу легких фракций растворенных в бензоле концентрацией 20%, если понижение температуры замерзания раствора равна 20, а криоскопическая константа для бензола <math>K_{кр} = 5,12</math>.</li> <li>6. Основными процессами, протекающими при ароматизации нефти (каталитический риформинг), является дегидрирование нафтенов и циклизация алканов с одновременным дегидрированием. Составьте схемы образования этими способами: а) бензола; б) толуола. Для пропана рассчитайте плотность в г/л (н.у.) и плотность по воздуху (н.у.).</li> <li>7. Смесь состоит из 60 кг н-пентана, 40 кг н-гексана и 20 кг н-гептана. Определите среднюю молекулярную массу смеси и среднюю температуру ее кипения.</li> <li>8. При каталитическом крекинге масляной фракции получены продукты:</li> </ol> <table border="1" data-bbox="925 1046 2157 1241"> <thead> <tr> <th></th> <th>Массовое содержание, %</th> <th>Молярная масса, кг/кмоль</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Газ</td> <td>11,2</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>Бензин</td> <td>32,7</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>Легкий газойль</td> <td>36,9</td> <td>218</td> </tr> <tr> <td>Тяжелый газойль</td> <td>19,2</td> <td>370</td> </tr> </tbody> </table> <p>Определить молярные доли компонентов.</p> <p><b>Задание на решение задач из профессиональной области (домашнее индивидуальное задание)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При крекинге нефти образуется этилен, который можно использовать для получения уксусной кислоты. Приведите уравнения соответствующих реакций.</li> </ol> <p>Основными процессами, протекающими при ароматизации нефти (каталитический</p>		Массовое содержание, %	Молярная масса, кг/кмоль	Газ	11,2	32	Бензин	32,7	105	Легкий газойль	36,9	218	Тяжелый газойль	19,2	370
	Массовое содержание, %	Молярная масса, кг/кмоль															
Газ	11,2	32															
Бензин	32,7	105															
Легкий газойль	36,9	218															
Тяжелый газойль	19,2	370															

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>риформинг), является дегидрирование нафтенов и циклизация алканов с одновременным дегидрированием. Составьте схемы образования этими способами: а) бензола; б) толуола.</p> <p>2. При дегидрировании бутана объемом 10 л выделилось 20 л водорода. Установите молекулярную формулу образовавшегося продукта. Объемы газов измерены при одинаковых условиях</p> <p>Провести оценку нефти с точки зрения ее классификации (ГОСТ Р 51858-2002) и переработки с получением нефтепродуктов, используя следующие данные:</p> <p>массовая доля серы, % - 1,9;  плотность при 20°C, кг/м<sup>3</sup> – 873;  массовая доля воды, %, не более – 0,5;  концентрация хлористых солей, мг/дм<sup>3</sup>, не более – 150;  содержание механических примесей, %, не более – 0,04;  давление насыщенных паров, мм.рт.ст. – 405;  массовая доля сероводорода, ppm, не более – 15;  массовая доля метил- и этилмеркаптанов, ppm, не более – 74;  выход фракции до 200<sup>0</sup>С -20%;  выход фракции до 300<sup>0</sup>С -40%.</p> <p>Температурный интервал перегонки авиационных бензинов находится в пределах от 400С до 1800С. Назовите содержащиеся в них алканы исходя из температур кипения линейных изомеров</p> <p>Какая вязкость определяется экспериментально с помощью вискозиметров Оствальда или Пинкевича?</p> <p>Объясните физическую сущность метода газовой хроматографии.</p>



## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

дается комплексная оценка предложенной ситуации;

демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;

последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;

умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

дается комплексная оценка предложенной ситуации;

демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности

выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;

затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций:

затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;

неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;

выполнение заданий при подсказке преподавателя;

затруднения в формулировке выводов.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла и ниже) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации:

-неправильная оценка предложенной ситуации;

-отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.