

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Минцаев Магомед Шавалович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 25.05.2026 08:29:16  
Уникальный программный ключ:  
236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Грозненский государственный нефтяной технический университет**  
**имени академика М.Д. Миллионщикова»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Института нефти и газа  
  
Л.Ш. Махмудова  
« 06 » 2025г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«НЕФТЕХИМИЯ»**

ОПОП ВО

научной специальности

1.4.12. Нефтехимия

Форма обучения

очная

Трудоемкость дисциплины

6 з.е.

Язык образования

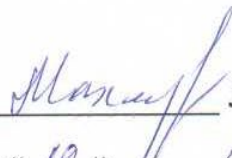
русский

Грозный 2025г.

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Химическая технология нефти и газа» протокол № 8 от «19»  
05 2025 г.

Заведующий кафедрой

«Химическая технология нефти и газа»

 Л.И. Махмудова  
«19» 05 2025 г.

Автор рабочей программы дисциплины

к.х.н., доцент

ученая степень, ученое звание

 Ж.Т. Хадисова  
«15» 05 2025 г.

## Введение

Дисциплина «Нефтехимия» относится к Образовательному компоненту учебного плана и является обязательной дисциплиной подготовки аспирантов специальности 1.4.12. Нефтехимия. По результатам освоения дисциплины должны сформироваться компетенции, необходимые для научной и научно-педагогической деятельности в области нефтехимии, а также знания, умения и владения, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности, в том числе и для успешной сдачи кандидатского экзамена по указанной научной специальности на основе федеральных государственных требований, утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021г. №951. Распределение нагрузки в часах при изучении дисциплины представлено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение нагрузки по видам занятий

| Вид нагрузки                            | Объем, академические часы |
|-----------------------------------------|---------------------------|
| Лекции                                  | 32                        |
| Практики                                | 32                        |
| Самостоятельная работа                  | 152                       |
| Общее количество часов                  | 216                       |
| Форма отчетности – кандидатский экзамен | -                         |

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1.1. Предмет, цели, задачи, принципы построения и реализации дисциплины**

Дисциплина «Нефтехимия» призвана углубленно изучить аспирантом теорию и технологию процессов нефтехимии и нефтепереработки, закономерностей протекания этих процессов; определять методологические подходы научного исследования по выбранной специальности.

#### **Цели дисциплины «Нефтехимия»:**

- формирование знаний о нефти как природного объекта и важнейшего источника химического сырья;
- обучение технологиям и раскрытие сущности процессов превращения нефти в химические продукты (полупродукты, мономеры и др.);
- создание научных основ производства технически полезных продуктов (топлива и масла, присадки к топливам и маслам, растворители и др.) и альтернативных видов топлив;
- изучение процессов на основе химии соединений с одним атомом углерода;
- формирование компетенций по закономерностям влияния условий процесса переработки, состава сырья, и химической природы катализатора на механизмы превращения нефтяных углеводородных структур.

#### **Задачи дисциплины «Нефтехимия»:**

- усвоение знаний по теории и технологии процессов нефтехимии и нефтепереработки;
- ознакомление с промышленными технологическими установками этих процессов, конструкцией основных аппаратов технологических установок и особенностями аппаратно-технологического оформления процессов нефтепереработки и нефтехимии, их эксплуатации и технико-экономической оценки;
- выработка умения активного использования полученных знаний по теории и технологии процессов нефтехимии и нефтепереработки в научных исследованиях в процессе подготовки кандидатской диссертации;
- формирование способности творческого использования знаний по теории и технологии процессов нефтехимии и нефтепереработки в области химических наук;
- выработка стиля научного мышления, соответствующего современным достижениям в теории и методологии химических наук.

### **1.2. Роль и место дисциплины в структуре реализуемой программы аспирантуры. Планируемые результаты освоения**

Учебная дисциплина «Нефтехимия» является основной дисциплиной специальности и изучается в шестом семестре обучения. По результатам освоения дисциплины в период промежуточной аттестации предусмотрена сдача кандидатского экзамена.

Планируемые результаты освоения дисциплины «Нефтехимия» приведены в таблице 2.

Таблица 2. Планируемые результаты обучения

| Код результата освоения | Планируемый результат освоения                                                                                                                          |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК2                     | Сформированная профессиональная компетенция – готовность организовывать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области нефтехимии |
| 3 (ПК2)                 | Знание основ теоретических и экспериментальных исследований                                                                                             |
| У (ПК2)                 | Умение организовывать и проводить поиск необходимой информации для научных исследований                                                                 |
| В (ПК2)                 | Владение навыками представления результатов научных исследований                                                                                        |

### 1.3. Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов. Характеристика трудоемкости дисциплины представлена в таблице 3.

Таблица 3. Характеристика трудоемкости дисциплины

| Наименование показателя                     | Год | Планируемый результат освоения |                    |                                 |                        |
|---------------------------------------------|-----|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|
|                                             |     | Всего                          |                    | В том числе, академические часы |                        |
|                                             |     | Зачетные единицы               | Академические часы | Аудиторные занятия              | Самостоятельная работа |
| 1. Трудоемкость дисциплины в целом          | 3   | 6                              | 216                | 64                              | 152                    |
| 2. Трудоемкость по видам аудиторных занятий | 3   |                                |                    |                                 |                        |
| - лекции                                    |     | 1                              | 32                 | 32                              | 36                     |
| - практики                                  | 3   | 1                              | 32                 | 32                              | 36                     |
| 3. Промежуточная аттестация                 | 3   |                                |                    |                                 |                        |
| - кандидатский экзамен                      |     | -                              | -                  | -                               | 80                     |

### 1.4. Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и владения, необходимые для освоения дисциплины формируются при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин «Химическая технология топлив и углеродных материалов»; «Химическая технология переработки газа и получения из них топлива»; «Общая химическая технология»; «Химическая технология органических веществ»; «Химические реактора»; «Теория химико-

технологических процессов; «Химическая технология мономеров и полупродуктов органического синтеза»; «Технология переработки нефти»; «Химическая технология производства полиолефинов»; «Основы производства катализаторов органического синтеза»; «Основы научных исследований»; «Производство поверхностно-активных веществ»; «Технология производства эластомеров и высокомолекулярных соединений», «Теория и технологии процессов органического синтеза», «Теория и технологии переработки нефти и газа», «Теоретические и экспериментальные методы в химии» в рамках освоения программ специалитета и/или магистратуры и проверяются в процессе сдачи вступительного экзамена в аспирантуру по специальной дисциплине, вопросы к которому приведены в рабочей программе (РП) вступительного экзамена (**Приложение 1**).

## 2. Структура и содержание дисциплины «Нефтехимия»

Таблица 4. Структура и содержание дисциплины

| Наименования и содержание разделов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Трудоемкость, академические часы | Результаты освоения             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Введение. Проблема эффективной переработки невозобновляемого природного сырья. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки – как сырье нефтехимического синтеза. Основные черты и перспективы развития технологии нефтепереработки, основного органического и нефтехимического синтеза.                                                                                                                                                                                                                                              | 12                               | З(ПК2), У(ПК2), В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 2. Современные новые технологии интенсификации процессов первичной перегонки нефти. Подготовка нефти к переработке. Установки первичной переработки нефти. Современные технологии вторичных процессов переработки нефти. Термические процессы переработки тяжелого углеводородного сырья. Висбрекинг. Коксование. Термоконденсационные процессы.                                                                                                                                                                                          | 12                               | З(ПК2), У(ПК2), В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 3. Комбинированные процессы термического крекинга с висбрекингом и коксованием. Иницирование процесса ТК. Крекинг углеводородов под действием кавитации. Термический крекинг – как оптимальный способ утилизации отработанных масел (ОМ).<br>Технология каталитического крекинга тяжелого и остаточного сырья (сырье, катализаторы, пассиваторы, демееталлизация катализатора и т. д.). Подготовка сырья каталитических процессов: сольвентная деасфальтизация, термоадсорбционная деасфальтизация, процесс АРТ, процесс ЗД, процесс НОТ. | 16                               | З(ПК2), У(ПК2), В(ПК-2)<br>ПК-2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------|
| 4. Промышленные установки КК остаточного сырья. Крекинг на цеолитсодержащем катализаторе в прямоточном реакторе. Крекинг компании KBR (процесс Mascofin) и компании UOP (процесс Millisecond). Установки каталитического крекинга с повышенным выходом пропилена. Совершенствование отечественных установок КК.                                                                                                                                                                                  | 12 | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 5. Гидрогенизационные процессы: в присутствии катализаторов и добавок (в стационарном слое, в кипящем слое). Основные тенденции развития процессов гидропереработки: гидрокрекинга, гидроочистки. Комбинированные процессы переработки остатков. Различные схемы переработки остаточного сырья. Характеристика НПЗ с углубленной переработкой тяжелого углеводородного сырья.                                                                                                                    | 12 | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 6. Процессы пиролиза углеводородного сырья. Каталитический пиролиз углеводородов. Пиролиз тяжелого нефтяного сырья. Высокотемпературный пиролиз мазута. Процессы выделения и переработки побочных продуктов пиролиза. Получение ацетилена, аллена и метилацетилена из газов пиролиза. Селективное гидрирование газообразных и жидких продуктов пиролиза. Переработка жидких продуктов пиролиза. Получение бензола высокотемпературной гидрогенизационной переработкой жидких продуктов пиролиза. | 18 | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 7. Процесс каталитической изомеризации легких бензиновых фракций, выкипающих до 70 °С. Процессы изомеризации углеводородов C <sub>10</sub> – C <sub>20</sub> , направленные на получение низкозастывающих керосинов – топлив для реактивных двигателей, зимних сортов дизельного топлива и низкозастывающих масел. Процессы гидроизомеризации для получения низкозастывающих моторных топлив.                                                                                                    | 18 | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 8. Основные тенденции развития современных процессов алкилирования изобутана олефинами: сернокислотное, фтористоводородное и на твердых катализаторах. Процесс алкилирования изобутана олефинами на гетерогенных катализаторах. Основные факторы, реакторы, технологическая схема процесса сернокислотного алкилирования.                                                                                                                                                                        | 12 | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 9. Алкилирование метилбензолов на цеолитах структуры пентасила. Получение этил- и изопропилбензола. Технологические схемы этих процессов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6  | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 10. Производство высокооктановых кислородсодержащих компонентов бензинов (оксигенатов). Производство МТБЭ. Промышленные установки. Катализаторы. Химизм, механизм. Реактора процесса. Принципиальные технологические схемы получения МТБЭ. Комбинирование установок производства МТБЭ и сернокислотного алкилирования. Получение кислородсодержащих соединений этерификацией легкого бензина. Моторное топливо (дизельное топливо) на основе диметилового эфира (ДМЭ).                           | 18 | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------|
| 11. Спиртовые топлива на основе метанола и этанола, их недостатки. Метанол-и бензино-метанольные топлива. Этанол и бензино-этанольные топлива. Биодизельные топлива.                                                                                                                                                                        | 12  | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 12.Процесс «Оксипро» для получения диизопропилового эфира.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6   | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 13. Процесс олигомеризации «Полинафта».                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6   | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 14. Процесс «Цеоформинг» для получения высокооктановых неэтилированных бензинов. Сырье, катализаторы, условия процесса. Принципиальная технологическая схема процесса. Процесс «Арбен» для получения высокооктановых компонентов бензина и ароматических углеводородов. Сырье и катализатор процесса. Блок-схема процесса.                  | 12  | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 15. Процесс «Циклар» для получения ароматических углеводородов и высокооктановых компонентов бензинов. Катализаторы, сырье процесса. условия процесса. Принципиальная технологическая схема процесса.                                                                                                                                       | 12  | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 16. Производство компонентов моторных топлив из природного газа. Методы получения синтез-газа. Принципиальная технологическая схема получения синтез-газа конверсией природного газа.<br>Производство жидких синтетических топлив на основе синтез-газа. Реактора процесса. Поточная схема производства моторных топлив из природного газа. | 32  | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| Трудоемкость дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 216 |                                    |
| Промежуточная аттестация – кандидатский экзамен                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -   |                                    |

## 2.1. Программа аудиторных занятий

Образовательной программой аспирантуры по дисциплине «Нефтехимия» предусмотрены лекционные и практические аудиторные занятия. Распределение тематики занятий, их трудоемкости и связь с формируемыми результатами освоения приведены в таблице 5, а также перечислить – какие практические задания должны выполнить аспиранты (если они предусмотрены дисциплиной);

Таблица 5. Программа аудиторных занятий

| Тематика аудиторных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Трудоемкость, академические часы |          | Результаты освоения                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------|-------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Лекции                           | Практики | Знания, умения, навыки, компетенции |
| 1. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки – как сырье нефтехимического синтеза. Основные черты и перспективы развития технологии нефтепереработки, основного органического и нефтехимического синтеза.                                                                                                                                                                 | 4                                |          | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2  |
| 2. Промышленные установки КК остаточного сырья. Крекинг на цеолитсодержащем катализаторе в прямоточном реакторе. Крекинг компании KBR (процесс Mascofin) и компании UOP (процесс Millisecond). Установки каталитического крекинга с повышенным выходом пропилена. Совершенствование отечественных установок КК.                                                               | 4                                | 4        | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2  |
| 3. Гидрогенизационные процессы: в присутствии катализаторов и добавок (в стационарном слое, в кипящем слое). Основные тенденции развития процессов гидропереработки: гидрокрекинга, гидроочистки. Комбинированные процессы переработки остатков. Различные схемы переработки остаточного сырья. Характеристика НПЗ с углубленной переработкой тяжелого углеводородного сырья. | 4                                | 4        | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2  |
| 4. Процесс каталитической изомеризации легких бензиновых фракций, выкипающих до 70 °С. Процессы изомеризации углеводородов C <sub>10</sub> – C <sub>20</sub> , направленные на получение низкозастывающих керосинов – топлив для реактивных двигателей, зимних сортов дизельного топлива и низкозастывающих                                                                   | 4                                | 4        | З(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |    |                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------------------|
| масел.<br>Процессы гидроизомеризации для получения<br>низкозастывающих моторных топлив.                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |    |                                    |
| 5. Основные тенденции развития современных<br>процессов алкилирования изобутана<br>олефинами: сернокислотное,<br>фтористоводородное и на твердых<br>катализаторах. Процесс алкилирования<br>изобутана олефинами на гетерогенных<br>катализаторах. Основные факторы, реакторы,<br>технологическая схема процесса<br>сернокислотного алкилирования.                | 4  | 4  | 3(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 6. Процесс «Оксипро» для получения<br>диизопропилового эфира.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2  | 2  | 3(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 7. Процесс олигомеризации «Полинафта».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2  | 2  | 3(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 8. Процесс «Цеоформинг» для получения<br>высокооктановых неэтилированных бензинов.<br>Сырье, катализаторы, условия процесса.<br>Принципиальная технологическая схема<br>процесса.<br>Процесс «Арбен» для получения<br>высокооктановых компонентов бензина и<br>ароматических углеводородов. Сырье и<br>катализатор процесса. Блок-схема процесса.                | 2  | 4  | 3(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 9. Процесс «Циклар» для получения<br>ароматических углеводородов и<br>высокооктановых компонентов бензинов.<br>Катализаторы, сырье процесса. условия<br>процесса. Принципиальная технологическая<br>схема процесса.                                                                                                                                              | 2  | 4  | 3(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| 10. Производство компонентов моторных<br>топлив из природного газа. Методы получения<br>синтез-газа. Принципиальная технологическая<br>схема получения синтез-газа конверсией<br>природного газа.<br>Производство жидких синтетических топлив на<br>основе синтез-газа. Реактора процесса.<br>Поточная схема производства моторных<br>топлив из природного газа. | 4  | 4  | 3(ПК2), У(ПК2),<br>В(ПК-2)<br>ПК-2 |
| <b>Итого на третьем году обучения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 32 | 32 | –                                  |

Таблица 6. **Перечень тем практических занятий**

| № | № раздела дисциплины                                                                                                                               | Наименование тем                                              |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                                                                                                                  | 3                                                             |
| 1 | Современные новые технологии интенсификации процессов первичной перегонки нефти. Подготовка нефти к переработке.                                   | - расчет материального баланса установки и реактора установки |
| 2 | Гидрогенизационные процессы: в присутствии катализаторов и добавок (в стационарном слое, в кипящем слое).                                          | - расчет материального баланса установки и реактора установки |
| 3 | Комбинированные процессы переработки остатков. Различные схемы переработки остаточного сырья.                                                      | - расчет материального баланса установки и реактора установки |
| 4 | Процесс алкилирования изобутана олефинами на гетерогенных катализаторах                                                                            | - расчет материального баланса установки и реактора установки |
| 5 | Производство жидких синтетических топлив на основе синтез-газа. Реактора процесса. Поточная схема производства моторных топлив из природного газа. | - расчет материального баланса установки и реактора установки |
| 6 | Производство МТБЭ. Промышленные установки. Катализаторы. Химизм, механизм. Реактора процесса.                                                      | - расчет материального баланса установки и реактора установки |

## 2.2. Программа самостоятельной работы

Самостоятельная работа аспиранта включает поиск, изучение и анализ научной литературы по теме диссертации в российских и международных базах научного цитирования, выполнение реферата, подготовка презентаций, самостоятельное изучение разделов дисциплины. Программа самостоятельной работы (вид самостоятельной работы и оценочные средства) представлены в таблице 7.

Темы и вопросы самостоятельной работы представлены в Приложении 2.

Перечень тем рефератов представлены в Приложении 3.

**Таблица 7. Программа самостоятельной работы**

| Вид самостоятельной работы<br>/оценочное средство                                | Трудоемкость,<br>академические<br>часы | Результаты освоения                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                                  |                                        | Знания, умения, навыки,<br>компетенции |
| Самостоятельное изучение разделов<br>дисциплины/вопросы к кандидатскому экзамену | 152                                    | З(ПК2), У(ПК2), В(ПК-<br>2)<br>ПК-2    |
| <b>Итого на третьем году обучения</b>                                            | <b>152</b>                             | –                                      |

### **3. Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности аспирантов**

#### **3.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости аспирантов**

Текущий контроль по дисциплине 1.4.12. Нефтехимия осуществляется в форме собеседования по контрольным вопросам, оценивается аргументированность позиции, широта используемых теоретических знаний. Типовые задания и материалы для проведения текущего контроля представлены в Приложении 4.

#### **3.2 Технологии и методическое обеспечение контроля промежуточной успеваемости**

Промежуточная аттестация по дисциплине 1.4. 12. Нефтехимия проводится на третьем году обучения в форме кандидатского экзамена. Кандидатский экзамен проходит в устной или письменной форме и включает в себя вопросы основной программы и вопросы дополнительной программы. Вопросы к кандидатскому экзамену по основной программе и дополнительной программе представлены в Приложении 5 и Приложение 6 соответственно.

Перечень оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине представлены в таблице 8.

Таблица 8. Оценочные средства для проведения кандидатского экзамена

| Оценочное средство                                        | Знание, умение, навык, компетенции | Оценка результата | Процедура оценивания результата освоения с помощью оценочного средства          |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Вопросы основной программы к кандидатскому экзамену       | З(ПК2), У(ПК2), В(ПК-2) ПК-2       | 2                 | Нет ответов на поставленные вопросы                                             |
|                                                           |                                    | 3                 | Нет ответов на вопросы, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопросов |
|                                                           |                                    | 4                 | Ответы на вопросы не полные, но раскрывающие основную их суть                   |
|                                                           |                                    | 5                 | Даны исчерпывающие ответы на вопросы                                            |
| Вопросы дополнительной программы к кандидатскому экзамену | З(ПК2), У(ПК2), В(ПК-2) ПК-2       | 2                 | Нет ответов на поставленные вопросы дополнительной программы                    |
|                                                           |                                    | 3                 | Нет ответов на вопросы, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопросов |
|                                                           |                                    | 4                 | Ответы на вопросы не полные, но раскрывающие основную их суть                   |
|                                                           |                                    | 5                 | Даны исчерпывающие ответы на вопросы                                            |

Результаты сдачи экзамена оцениваются как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». **Оценка формируется как среднеарифметическое за все оценочные средства дисциплины.** Дисциплина считается освоенной, если обучающийся получил оценку «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»

#### 4. Ресурсное обеспечение дисциплины

##### 4.1. Список основной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации

1. Мейерс Р.А. Основные процессы нефтепереработки. Справочник /Перевод с английского языка 3-го издания под ред. О.Ф. Глаголевой .Ф., Лыкова О.П. С-П.:Профессия, 2012. – 940с.
2. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. С-.:Химиздат, 2005. – 910с.
3. Глаголева О.Ф., Капустин В.М. Технология переработки нефти. Ч.1 Первичная переработка нефти. М.:Химия, Колос, 2006. – 398с.

4. Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. Ч.2 Деструктивные процессы. М.:Химия, Колос, 2007. – 334с.
5. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей. М.:Химия, Колос, 2004. – 454с.
6. Ахметов С.А.. Технология глубокой переработки нефти и газа. С-П.:Недра, 2013. – 544с.
7. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Высшая школа.-2003. – 536с.
8. Платэ Н.А., Сливинский Е.В.. Основы химии и технологии мономеров. М:Наука. Маик «Наука /Интерпериодика». 2002. – 696с.
9. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А., Тимошенко А.В. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: Учеб. пособие для ВУЗов: Изд.3, перер. и доп. Издательство: Высшая школа, 2010. – 536с.
10. Ахметов С. А. Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива: Учебное пособие. — СПб.: Недра, 2007. — 312 с.
11. Козин В.Г., Солодова Н.Л., Башкирцева Н.Ю., Абдулин А.И. Современные технологии производства компонентов моторных топлив. – Казань, 2009. – 328 с.
12. Магеррамов А.М., Ахмедова Р.А., Ахмедова Н.Ф. Нефтехимия и нефтепереработка. Учебник для высших учебных заведений. Баку: Издательство «Баки Университети», 2009. - 660 с.
13. Серебряков Б.Р., Масагутов Р.М., Правдин В.Г. Новые процессы органического синтеза. Под ред. Черных С.П. – М.: Химия, 1989. – 400с.
14. Волгина Т. Н., Сорока Л. С. Промышленная органическая химия: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 154 с.
15. Журавлев, В. А. Химия и технология органических веществ: учеб. пособие / В. А. Журавлев, Т. С. Котельникова ; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2011. – 215 с.
16. Щепалов А.А. Тяжелые нефти, газовые гидраты и другие перспективные источники углеводородного сырья. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 93 с.

#### **4.2. Список дополнительной учебной, учебно-методической, научной и другой литературы и документации**

1. Агабеков В.Е., Косяков В.К., Ложкин В.М. Нефть и газ:добыча, комплексная переработка и использование. Минск: БГТУ, 2003. – 371с.
2. Берлин М.А., Горечников В.Г., Капралов В.П. Квалифицированная первичная переработка нефтяных и природных углеводородных газов. Краснодар:Лань, 2012. – 513с.
3. Аджиев А.Ю., Пуртов П.А. Подготовка и переработка попутного нефтяного газа в России. Краснодар:ЭДВИ, 2014. – 776с.
- 4.Дьячкова Т. П., Орехов В. С., Субочева М. Ю., Воякина Н. В. Химическая технология органических веществ: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007.- 500с.
5. Хаджиев С.Н., Герзелиев И.М., Капустин В.М. и др. Каталитический крекинг в составе современных комплексов глубокой переработки нефти // Нефтехимия. -2011- Т. 51, №1.- С.33-39.
6. Хаджиев С.Н. Наногетерогенный катализ – новый сектор нанотехнологий в химии и нефтехимии // Нефтехимия. -2011. –Т.51, №1. –С.3-16.
7. Кадиев Х.М., Хаджиев С.Н. Будущее глубокой переработки нефти: сделано в России // The Chrmical J. -2009. - № 9.- С.34-37.

8. Герзелиев И.М., Цодиков М.В., Хаджиев С.Н. Новые пути получения изопарафинов – высокооктановых экологически безопасных компонентов автобензинов // Нефтехимия. - 2009. – Т.49. -№ 1. – С.3-8.
9. Хаджиев С.Н., Герзелиев И.М. Автобензины. Российские перспективы // The Chemical J. -2011-. -№ 3.- С.50-53.
10. Елшин А.Н., Сердюк Ф.И., Томин В.П. и др. Разработка и внедрение современных технологий производства и применения высокоэнергетических термостабильных топлив для ракетной и авиационной техники // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2012. - №10. С.11-15.
11. Хаджиев С.Н., Крылова А.Ю. Синтез Фишера – Тропша в трехфазной системе в присутствии наногетерогенных катализаторов // Нефтехимия. -2011. – Т. 51, №2. – С. 84-96.
12. Маркова Н.А., Колесниченко Н.В., Ионин Д.А. и др. Переработка попутных нефтяных газов в моторные топлива // Экологический вестник России. -2012. - № 1. – С.28-30.
13. Колесниченко Н.В., Яшина О.В., Маркова Н.А. и др. Конверсия диметилового эфира в олефины C<sub>2</sub> – C<sub>4</sub> на цеолитных катализаторах // Нефтехимия – 2009. – Т.49, № 1. – С.45-49.

#### **4.3. Перечень программных продуктов, используемых при изучении дисциплины**

■ В качестве образовательных технологий могут быть использованы:

- 1. Комплекс компьютерных имитационных тренажеров: «Изучение процесса пиролиза нефтяного сырья»; «Адсорбционный метод определения группового углеводородного состава нефтепродуктов»; «Изучение процесса каталитического крекинга»; «Депарафинизация нефтяного сырья в растворителе».
2. Пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, математический пакет MathCad, Exel., Microsoft Visio.

#### **4.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: электронно-библиотечные системы, перечень профессиональных баз данных, перечень информационно-справочных систем**

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ аспиранту ко всем электронным ресурсам, которые сопровождают научно-исследовательский и образовательный процессы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре:

1. ЭБС ГНТУ «Digital Book» – информационная система, базы данных которой содержат коллекции электронных версий книг, учебных пособий, журналов, статей, диссертаций и пр., сгруппированных по тематическим и целевым признакам. (<https://lib.gstou.ru/>);

2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) – федеральная государственная информационная система, создаваемая Министерством культуры Российской Федерации при участии крупнейших библиотек, музеев, архивов, издателей и других правообладателей. В каталоге национальной электронной библиотеки 48 056 904 записей. Общее количество электронных документов в фондах НЭБ – 5 759 118. В

общественном достоянии – 5 484 404. Охраняемые авторским правом – 274 714 (<https://rusneb.ru/>).

3. ЭБС IPR SMART – самая большая среди отечественных ЭБС цифровая библиотека с доступом к премиальной базе учебной, практической литературы, интерактивному контенту и удобными сервисами для преподавания и обучения. Содержит 101 705 единиц контента, 467 журналов, 52 877 учебных изданий, 960 научных изданий, 1 171 аудиоизданий, 467 журналов ВАК, 960 коллекций (<https://www.iprbookshop.ru/>).

#### **4.5. Другие информационные ресурсы**

1. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
2. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
3. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
4. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
5. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/> 7. ЭБС ВООКхи : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
6. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

Информационные справочные системы

1. Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
2. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

#### **4.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Нефтехимия»**

Для реализации программы аспирантуры по дисциплине «Нефтехимия» имеется достаточная материально-технической базой для проведения занятий лекционного типа, занятий практического и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Таблица 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование компонента программы | Наименование помещений                                                                                                                            | Оснащенность помещений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Местоположение помещений |
|-------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1     | Нефтехимия                        | учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Специализированная (учебная) мебель; технические средства обучения: ПЭВМ, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ГНТУ; проектор, экран                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4-12<br>4-16<br>4-23     |
| 2     |                                   | Научная лаборатория кафедры «ХТНГ»                                                                                                                | Высокоэффективный жидкостный хроматограф «Кристаллюкс-4000 М», установка для определения активности катализаторов «МАК-10», установка для магнитной обработки нефтяного сырья.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4-17а                    |
| 3     |                                   | Битумная лаборатория кафедры «ХТНГ»                                                                                                               | Анализатор рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный серы в нефти и нефтепродуктах СПЕКТРОСКАН S, аппарат автоматический для определения условной вязкости битумов Линтел ВУБ-21-410134002480, аппарат для определения растяжимости нефтяных битумов Линтел ДБ-150 - 40113402479, аппарат автоматический для определения температуры размягчения нефтебитумов КИШ-20М4-41013402492, аппарат для определения емкости нефтепродуктов по Кондрадсону ТЛ-ПХЛ – 41013402487, аппарат для определения растяжимости нефтяных битумов ЛинтелДБ-150, аппарат автоматический для разгонки нефти светлых нефтепродуктов АРНС-20. | 4-17                     |

|   |  |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
|---|--|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 4 |  | Учебная лаборатория переработки и анализа нефти и нефтепродуктов   | Аквадистилятор ДЭ-4, аквадистилятор ДЭ-10, аппарат для определения температуры вспышки в открытом тигле, аппарат для определения температуры вспышки в закрытом тигле, аппарат для определения упругости паров, аппарат для определения серы, весы аналитические АК2МС, баня водяная для определения вязкости, водяная баня для определения коррозии, металлический ящик для хим. реактивов, рефрактометр, лабораторный прибор для определения состава нефтепродукта АРНС- 1Э, спектрофотометр 1200, спектрофотометр 1201, pH-метр/иономер АНИОН 4101, весы STAB LE ZERO HL-400, октанометр ПЭ-700, аппарат для определения содержания серы в тёмных н/продуктах ПОСТ-2МК, лабораторный комплект 2М6У экспресс-анализа топлив, сушильный шкаф, муфельная печь (до 1200 <sup>0</sup> С), центрифуга СПИ-8, колбонагреватели, колба нагревательная Экрос, весы технические, аналитические и торзионные, магнитные мешалки различных типов. | 4-27     |
| 5 |  | НИЦКП «Нанотехнологии и наноматериалы»                             | Система для энергодисперсионного микроанализа для растрового электронного микроскопа Genesis System, система дифракции обратно рассеянных электронов для растрового электронного микроскопа, спектрофотометр UNICO (модели 1200 и 1201), спектрофотометр UNICO (модели 280/2802/2802S/UV2802PC/28003/2804), анализатор размеров частиц HORIBALB550, рефрактометр ИРФ-454Б2М, инфракрасный спектрометр (Фурье) ФСМ -1201, фотоэлектрокалориметр КФК-3-01, УФ-спектрометр СФ-2000, аппарат для разгонки нефтепродуктов АРНС, оптический микроскоп «Лабомед»-2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ГУК 0-12 |
| 6 |  | НТЦКП «НЕДРА»                                                      | Анализатор жидкости «Флюорат -02», фотометр фотоэлектрический КФК -3-01-ЗОМЗ, анализатор вольтамперометрический ТА-Lab).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ГУК 0-15 |
| 7 |  | Научно-исследовательская лаборатория импульсных технологий «НИЛИТ» | Установка для импульсно-плазменного воздействия на нефтяное сырье.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ГУК 0-10 |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Грозненский государственный нефтяной технический университет  
имени академика М.Д. Миллионщикова»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор

**И.Г. Гайрабеков**



01 2025г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ПО ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

научной специальности  
1.4.12. Нефтехимия

Грозный - 2025



Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Химическая технология нефти и газа» протокол № 4 от « 25 » 11  
2024г.

Заведующий кафедрой ХТНГ

Махмудова Л.Ш. Махмудова  
« 09 » 01 2025г.

Автор рабочей программы дисциплины  
к.х.н., доцент

Хадисова Ж.Т. Хадисова  
« 09 » 01 2025г.

## **Химия природных энергоносителей**

1. Понятия топлив; требования, предъявляемые к топливам; виды топлив: природные, искусственные. Агрегатное состояние топлив. Понятие условного топлива. Основные виды энергоресурсов. Структура мировой добычи энергоресурсов и динамика ее изменения.

2. Добыча нефти и подготовка ее к переработке. Залегание нефти в земных недрах. Извлечение нефти. Подготовка нефти к транспортировке.

3. Общие свойства и классификация нефтей. Представления о нефти как коллоидно-дисперсной системе. Гипотезы происхождения нефти.

4. Алканы нефти. Газообразные алканы. Алканы легких фракций нефти.

Изопреноидные углеводороды нефти. Твердые алканы. Свойства алканов. Методы выделения алканов из нефтепродуктов.

5. Нафтены нефти. Моноциклические нафтены. Нафтены ряда цикlopентана. Нафтены ряда циклогексана. Полициклические алканы нефти. Бициклические алканы. Трициклические алканы. Тетрацикланы нефти. Пентациклические соединения. Нафтены высококипящих фракций нефти. Закономерности распределения в нефтях и дистиллятных фракциях. Свойства нафтенaв.

6. Арены и гибридные углеводороды нефти. Арены бензиновой фракции нефти. Характеристика фракции 230-275°С. Арены высококипящих фракций нефти. Свойства аренов. Использование аренов в нефтехимическом синтезе.

7. Гетероатомные соединения и минеральные компоненты нефти. Кислородсодержащие соединения нефти. Серосодержащие соединения нефти. Азотсодержащие соединения нефти. Смолисто-асфальтеновые вещества нефти.

8. Непредельные углеводороды нефти. Общая информация. Основная гипотеза генезиса непредельных углеводородов нефти. Твердые горючие ископаемые. Минеральные компоненты нефти.

9. Твердые ископаемые энергоносители. Запасы и потребление твердых горючих ископаемых. Основные месторождения горючих ископаемых. Теории происхождения твердых горючих ископаемых. Химический и углеводородный состав горючих ископаемых и основных углеобразователей. Общепринятые показатели твердых горючих ископаемых и методы их определения.

10. Добыча природных газов. Основные типы газовых месторождений. Химический состав природных газов.

## **Технология переработки природных энергоносителей**

1. Подготовка нефти к переработке. Характеристика примесей, содержащихся в нефти и причины, обуславливающие необходимость их удаления. Сепарация, обезвоживание, обессоливание, стабилизация нефти.

Технологические схемы, режимы, материальные балансы.

2. Атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Характеристика продуктов атмосферной и вакуумной перегонки. Принципы перегонки - многократное и однократное испарение. Кубовые и трубчатые установки. Технологические схемы, режимы, материальные балансы.

3. Термический крекинг. Характеристика исходного сырья и получаемых продуктов. Влияние температуры, давления, времени контакта на состав и выходы

продуктов. Технологические схемы, режимы, материальные балансы. Разновидности процесса: висбрекинг, мягкий крекинг парафинов в олефины, получение сырья для производства технического углерода.

4. Получение низших олефинов. Производство низших олефинов пиролизом углеводородного сырья. Значение процесса пиролиза в современной технологии переработки нефти.

5. Пиролиз. Влияние характера исходного сырья, температуры, времени контакта на состав и выходы продуктов процесса пиролиза. Варианты технологического оформления процесса: схемы, режимы, материальные балансы.

6. Производство ацетилена из углеводородов. Производство ацетилена. Термодинамические и кинетические условия получения ацетилена из углеводородного сырья. Принципы технологического оформления процесса: термоокислительный, гомогенный, регенеративный, плазменный пиролиз, электрокрекинг газообразных и жидких углеводородов. Карбидный метод.

7. Каталитический крекинг. Каталитический крекинг. Значение этого процесса в современной технологии переработки нефти. Влияние условий проведения процесса на состав и выходы получаемых продуктов.

Катализаторы, их состав, строение, методы приготовления. Технологические схемы, режимы, материальные балансы.

8. Риформинг. Назначение процесса, основные типы протекающих реакций. Влияние температуры и давления на процесс риформинга. Состав катализаторов, способы их получения. Технологические схемы, режимы, материальные балансы.

9. Изомеризация. Назначение процесса, катализаторы технологическая схема, режим, материальный баланс.

10. Гидроочистка и гидрокрекинг. Гидрогенизационные процессы - гидроочистка и гидрокрекинг. Механизм удаления из нефтепродуктов серы, азота, кислорода, непредельных соединений, металлов. Катализаторы.

Технологические схемы, режимы, материальные балансы.

11. Переработка природных, попутных и нефтезаводских газов. Составы природных, попутных и нефтезаводских газов, их характерные особенности.

Сероочистка. Разделение газов.

12. Методы получения водорода и синтез - газа.

13. Средне- и долгосрочное прогнозирование развития глубокой переработки нефти в России. Современное состояние и тенденции глубокой переработки нефти в России и за рубежом. Понятие глубина переработки нефти и доля процессов переработки тяжелого нефтяного сырья. Классификация процессов переработки нефтяных остатков в моторные топлива и продукты нефтехимии с учетом экологических требований к готовой продукции.

14. Свойства тяжелого нефтяного сырья. Компонентный состав тяжелого нефтяного сырья (ТНС). Классификация компонентов ТНС по Ричардсону. Элементный состав ТНС, углеводородный состав, понятие ароматичность, гетероатомные соединения, парамагнетизм ТНС. Коллоидно - химические свойства ТНС.

15. Высоковязкие нефти и природные битумы. Ресурсы. Классификация. Особенности добычи и освоения месторождений. Элементный и углеводородный состав.

16. Физические процессы переработки тяжелого нефтяного сырья. Особенности вакуумной перегонки мазута. Глубоковакуумная перегонка в насадочных колоннах. Переработка вакуумных погонов и гудронов процессами экстракции.

17. Химические методы переработки тяжелого нефтяного сырья. Термические процессы переработки ТНС. Типы и назначение термических процессов. Теоретические основы термических процессов переработки ТНС – закономерности жидкофазного термолитического разложения остатков.

18. Процесс висбрекинга гудронов. Назначение процесса, требования к сырью и целевым продуктам, влияние параметров на выход и качество целевых продуктов висбрекинга. Принципиальные технологические схемы промышленных установок висбрекинга.

19. Термоокислительные процессы переработки тяжелых нефтяных остатков. Научные основы процесса получения нефтяных битумов окислением гудронов. Назначение процесса, требования к сырью и целевым продуктам, влияние условий окисления на качество нефтяных битумов. Особенности аппаратного оформления процесса получения нефтяных битумов. Принципиальная технологическая схема промышленной установки получения битумов в реакторах колонного типа. Перспективы совершенствования технологии получения и качества товарных битумов.

20. Гидрокаталитические процессы переработки тяжелого нефтяного сырья. Гидродеметаллизация и гидрообессеривание ТНС. Научные основы процесса гидродеметаллизации и гидрогенолиза ТНС. Назначение процесса, требования к сырью и целевому продукту, влияние оперативных условий на выход и качество целевого продукта. Катализаторы процесса гидрообессеривания.

21. Твердые горючие ископаемые - источник химического сырья и энергоносители. Подготовка ТГИ к переработке. Характеристика примесей, содержащихся в твердых горючих ископаемых. Подготовка к обогащению.

22. Обогащение твердых горючих ископаемых. Обогащение гравитационными методами, флотацией. Обезвоживание, сушка.

Технологические схемы обогащения.

23. Теоретические основы процесса полукоксования твердых горючих ископаемых. Общая характеристика образующихся продуктов и области их применения. Технология полукоксования. Влияние условий проведения процесса на состав и выходы продуктов. Технологическая схема, материальный баланс. Перспективы развития процесса.

24. Теоретические основы процесса коксования твердых горючих ископаемых.

Общая характеристика образующихся продуктов и области их применения. Технология коксования. Влияние условий проведения процесса на состав и выходы продуктов. Технологическая схема, материальный баланс.

Перспективы развития процесса.

25. Переработка коксового газа и смолы. Охлаждение газов, очистка от твердых частиц и паров смолы. Улавливание соединений азота, серы, кислорода, извлечение ароматических углеводородов. Методы переработки очищенных газов. Использование жидких продуктов, образующихся при термической переработке твердых горючих ископаемых. Состав смол, их очистка и разделение.

26. Теоретические основы газификации. Реакции, протекающие при газификации. Влияние температуры, давления и состава дутья на выходы продуктов. Идеальные генераторные газы и их характеристики.

27. Современные методы газификации. Технологическое и аппаратное оформление современных методов газификации: метод Lurgi; метод Winkler; метод Koppers-Totzek. Перспективные методы газификации.

28. Теоретические основы процесса деструктивной гидрогенизации. Общая характеристика процесса и области применения получаемых продуктов. Влияние характера сырья, температуры, давления на состав и выход продуктов. Катализаторы процесса.

29. Технология процесса деструктивной гидрогенизации. Технологическое оформление процесса. Приготовление пасты. Жидкофазная, газофазная стадии процесса, дистилляция продуктов, переработка шлама. Газы деструктивной гидрогенизации и их переработка. Аппаратурное оформление процесса деструктивной гидрогенизации. Особенности оборудования высокого давления, используемого в процессе деструктивной гидрогенизации твердых топлив. Перспективы развития процесса.

### **Химическая технология процессов на основе продуктов переработки природных энергоносителей**

1. Процессы окисления углеводородов. Теоретические основы процессов оксосинтеза: механизмы, кинетика и термодинамика процессов, выбор оптимальных параметров проведения процессов. Технологии окисления: парафинов для получения формальдегида, уксусной кислоты, высших жирных кислот, синтетических спиртов и т.д.; олефинов для производства:

окси этилена, ацетальдегида и т.д.; ароматических и нафтеных углеводородов для получения бензойной кислоты и т.д.

2. Процессы гидрирования и дегидрирования углеводородов. Теоретические основы процессов гидрирования и дегидрирования углеводородов:

механизмы, кинетика и термодинамика процессов, выбор оптимальных параметров проведения процессов. Технологическое оформление процессов производства бутadiен-1,3, стирола и *α*-метилстирола дегидрированием соответствующих алкилбензолов. Получение циклогексана гидрированием бензола в жидкой и паровой фазе.

3. Процессы гидратации углеводородов. Теоретические основы процессов гидрирования и дегидрирования углеводородов: механизмы, кинетика и термодинамика процессов, выбор оптимальных параметров проведения процессов. Технология сернокислотной и прямой гидратации олефинов (этилена и пропилена).

4. Процессы алкилирования и деалкилирования углеводородов.

Теоретические основы процессов: механизмы, кинетика и термодинамика процессов, выбор оптимальных параметров проведения процессов.

Получение алкилбензолов алкилированием изобутана бутенами.

Деалкилирование толуола.

5. Процессы галоидирования углеводородов. Теоретические основы процессов: механизмы, кинетика и термодинамика процессов, выбор оптимальных параметров проведения процессов. Технологическое оформление хлорирования метана, производство 1,2-дихлорэтана.

Жидкофазный метод хлорирования этилена в среде дихлорэтана.

6. Роль химии С1 в химической промышленности и топливно-энергетическом комплексе. Значение химии С1 в синтезе органических соединений.

Современное состояние в топливно-энергетическом комплексе. Одноуглеродные молекулы – альтернатива нефтяного сырья. Характер и масштабы получаемого сырья на основе химии С1.

7. Гомогенное гидрирование монооксида углерода. Каталитическое восстановление СО. Гомогенные каталитические системы. Представления о механизме гомогенного восстановления СО водородом.

8. Гетерогенные реакции на основе СО и Н<sub>2</sub>. Катализаторы. Активные компоненты, носители, промоторы, каталитические яды. Основные представления о теории топочимических реакциях. Механизмы превращения монооксида углерода в продукты реакции.

9. Промышленные синтезы на основе СО и Н<sub>2</sub>. Процесс Фишера-Тропша. Получение насыщенных углеводородов, олефинов, спиртов. Роль активных компонентов катализатора, влияющих на состав продуктов реакции. Промышленное оформление процессов.

10. Теоретические основы синтеза метанола. Значение метанола для промышленности. Кинетика и механизм процесса синтеза метанола. Катализаторы, способы их получения. Оптимальные условия проведения процесса. Основные факторы, влияющие на конверсию и селективность процесса. Способы разделения продуктов реакции, рециркуляция, очистка метанола, стандартизация конечного продукта.

11. Реакции гидроформилирования и карбонилирования. Синтезы Репе. Катализаторы. Представления о механизме процесса. Карбонилирование, окислительное карбонилирование, получение оксалатов, карбонатов, акрилатов.

12. Синтезы на основе СО<sub>2</sub>. Реакции ненасыщенных соединений с СО<sub>2</sub>. Механизм, катализаторы. Экологические аспекты утилизации СО<sub>2</sub>.

13. Синтез основных продуктов на основе HCN. Особенности реакций. Присоединение HCN по кратным связям.

### **Критерии оценки**

Оценка «отлично» выставляется в случае, если дан полный развернутый ответ на три вопроса из различных тематических разделов:

- грамотно использована научная терминология;
- правильно названы и определены все необходимые для обоснования признаки, элементы, основания, классификация;
- указаны основные точки зрения, принятые в научной литературе по рассматриваемому вопросу;
- аргументирована собственная позиция или точка зрения, обозначены наиболее значимые в данной области научно-исследовательские проблемы.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если дан правильный ответ на три-два вопроса из различных тематических разделов:

- применяется научная терминология;
- названы все необходимые для обоснования признаки, элементы, классификации, но при этом допущена ошибка или неточность в определениях, понятиях;
  - имеются недостатки в аргументации, допущены фактические или терминологические неточности, которые не носят существенного характера;
- высказано представление о возможных научно-исследовательских проблемах в данной области.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если дан правильный ответ хотя бы на один вопрос из предложенного тематического раздела:

- названы и определены лишь некоторые основания, признаки, характеристики рассматриваемого явления;
- допущены существенные терминологические неточности;

- собственная точка зрения не представлена;
- не высказано представление о возможных научно-исследовательских проблемах в данной области.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если дан неправильный ответ на предложенные вопросы из тематических разделов, отмечается отсутствие знания терминологии, научных оснований, признаков, не представлена собственная точка зрения по данному вопросу.

## Литература

### а) основная

1. Мейерс Р.А. Основные процессы нефтепереработки. Справочник /Перевод с английского языка 3-го издания под ред. О.Ф. Глаголевой .Ф., Лыкова О.П. С-П.:Профессия, 2012. – 940с.
2. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. С.-.:Химиздат, 2005. – 910с.
3. Глаголева О.Ф., Капустин В.М. Технология переработки нефти. Ч.1 Первичная переработка нефти. М.:Химия, Колос, 2006. – 398с.
4. Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. Ч.2 Деструктивные процессы. М.:Химия, Колос, 2007. – 334с.
5. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей. М.:Химия, Колос, 2004. – 454с.
6. Ахметов С.А.. Технология глубокой переработки нефти и газа. С-П.:Недра, 2013. – 544с.
7. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Высшая школа.-2003. – 536с.
8. Платэ Н.А., Сливинский Е.В.. Основы химии и технологии мономеров. М:Наука. Маик «Наука /Интерпериодика». 2002. – 696с.
9. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А., Тимошенко А.В. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: Учеб. пособие для ВУЗов: Изд.3, перер. и доп. Издательство: Высшая школа, 2010. – 536с.
10. Ахметов С. А. Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива: Учебное пособие. — СПб.: Недра, 2007. — 312 с.
11. Козин В.Г., Солодова Н.Л., Башкирцева Н.Ю., Абдулин А.И. Современные технологии производства компонентов моторных топлив. – Казань, 2009. – 328 с.
12. Магеррамов А.М., Ахмедова Р.А., Ахмедова Н.Ф. Нефтехимия и нефтепереработка. Учебник для высших учебных заведений. Баку: Издательство «Баки Университети», 2009. - 660 с.
13. Серебряков Б.Р., Масагутов Р.М., Правдин В.Г. Новые процессы органического синтеза. Под ред. Черных С.П. – М.: Химия, 1989. – 400с.
14. Волгина Т. Н., Сорока Л. С. Промышленная органическая химия: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 154 с.
15. Журавлев, В. А. Химия и технология органических веществ: учеб. пособие / В. А. Журавлев, Т. С. Котельникова ; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2011. – 215 с.
16. Щепалов А.А. Тяжелые нефти, газовые гидраты и другие перспективные источники углеводородного сырья. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 93 с.

**б) дополнительная**

1. Агабеков В.Е., Косяков В.К., Ложкин В.М. Нефть и газ: добыча, комплексная переработка и использование. Минск: БГТУ, 2003. – 371с.
2. Берлин М.А., Горечников В.Г., Капралов В.П. Квалифицированная первичная переработка нефтяных и природных углеводородных газов. Краснодар: Лань, 2012. – 513с.
3. Аджиев А.Ю., Пуртов П.А. Подготовка и переработка попутного нефтяного газа в России. Краснодар: ЭДВИ, 2014. – 776с.
4. Дьячкова Т. П., Орехов В. С., Субочева М. Ю., Воякина Н. В. Химическая технология органических веществ: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007.- 500с.
5. Хаджиев С.Н., Герзелиев И.М., Капустин В.М. и др. Каталитический крекинг в составе современных комплексов глубокой переработки нефти // Нефтехимия. -2011- Т. 51, №1.- С.33-39.
6. Хаджиев С.Н. Наногетерогенный катализ – новый сектор нанотехнологий в химии и нефтехимии // Нефтехимия. -2011. –Т.51, №1. –С.3-16.
7. Кадиев Х.М., Хаджиев С.Н. Будущее глубокой переработки нефти: сделано в России // The Chemical J. -2009. - № 9.- С.34-37.
8. Герзелиев И.М., Цодиков М.В., Хаджиев С.Н. Новые пути получения изопарафинов – высокооктановых экологически безопасных компонентов автобензинов // Нефтехимия. - 2009. – Т.49. -№ 1. – С.3-8.
9. Хаджиев С.Н., Герзелиев И.М. Автобензины. Российские перспективы // The Chemical J. -201-. -№ 3.- С.50-53.
10. Елшин А.Н., Сердюк Ф.И., Томин В.П. и др. Разработка и внедрение современных технологий производства и применения высокоэнергетических термостабильных топлив для ракетной и авиационной техники // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2012. - №10. С.11-15.
11. Хаджиев С.Н., Крылова А.Ю. Синтез Фишера – Тропша в трехфазной системе в присутствии наногетерогенных катализаторов // Нефтехимия. -2011. – Т. 51, №2. – С. 84-96.
12. Маркова Н.А., Колесниченко Н.В., Ионин Д.А. и др. Переработка попутных нефтяных газов в моторные топлива // Экологический вестник России. -2012. - № 1. – С.28-30.
13. Колесниченко Н.В., Яшина О.В., Маркова Н.А. и др. Конверсия диметилового эфира в олефины C<sub>2</sub> – C<sub>4</sub> на цеолитных катализаторах // Нефтехимия – 2009. – Т.49, № 1. – С.45-49.
14. Сафиева Р.З. Химия нефти и газа. Нефтяные дисперсные системы: состав и свойства. Учебное пособие. М.: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2004.-112с.

**в) Интернет - ресурсы**

1. Научная электронная библиотека, система РИНЦ <http://elibrary.ru>
2. Электронный каталог ТНЦ СО РАН [www.library.tsc.ru/opac/](http://www.library.tsc.ru/opac/)
3. Научная библиотека НИ ТГУ [www.lib.tpu.ru](http://www.lib.tpu.ru)
4. Научная библиотека СГМУ <http://medlib.tomsk.ru>
5. ГПНТБ СО РАН <http://spsl.nsc.ru>
6. Новосибирское отделение ГПНТБ СО РАН.  
Поиск зарубежной периодики <http://www.prometeuse.nsc.ru/woda>
7. Библиотека естественных наук БЕН РАН [www.benran.ru](http://www.benran.ru)
8. Электронная библиотечная система «Айбукс» [www.ibooks.ru](http://www.ibooks.ru)
9. Электронная библиотечная система «Консультант-студент» [www.ibooks.ru](http://www.ibooks.ru)
10. Электронная библиотечная система «Лань»
11. Электронная библиотечная система «IPRbooks»

## **Перечень тем и вопросов для самостоятельного изучения**

### **1. Основные тенденции и современные проблемы производства высококачественных моторных топлив.**

- 1.1. Основные направления развития современной нефтепереработки и нефтехимии.
- 1.2. Основные тенденции производства авиабензинов.
- 1.3. Тенденции производства дизельных топлив.
- 1.4. Производство альтернативных моторных топлив (спиртовые топлива, окислительные кислородсодержащие добавки).

### **2. Современные новые технологии интенсификации процессов первичной перегонки нефти**

- 2.1. Современные промышленные установки перегонки нефти и газов. Типы промышленных установок. Блок атмосферной перегонки нефти установки ЭЛОУ-АВТ -6. Блок стабилизации и вторичной перегонки бензина установки ЭЛОУ-АВТ-6.
- 2.2. Блок вакуумной перегонки мазута установки ЭЛОУ-АВТ-6. Особенности технологии вакуумной перегонки мазута по масляному варианту.
- 2.3. Вакуумная и глубоковакуумная перегонка мазута в насадочных колоннах.
- 2.4. Перекрестноточные насадочные колонны для четкого фракционирования мазута с получением масляных дистиллятов.

### **3. Общие представления о термических процессах расщепления углеводородного сырья в промышленности.**

- 3.1. Технологии современных термических процессов переработки нефтяного сырья. Термический крекинг, висбрекинг, коксование, производство пеков.
- 3.2. Установки висбрекинга тяжелого углеводородного сырья.
- 3.3. Установки замедленного коксования. Особенности технологии производства игольчатого кокса. Установки непрерывного коксования в псевдоожиженном слое порошкообразного кокса (термококнтактного коксования).
- 3.4. Процессы получения нефтяных пеков, технического углерода, нефтяных битумов.

### **4. Комбинированные процессы термического крекинга с висбрекингом.**

- 4.1. Термический крекинг дистиллятного сырья.
- 4.2. Применение нетрадиционных методов для оптимизации процессов термического крекинга.
- 4.3. Характеристика отработанных масел (ОМ) как опасных отходов. Перспективный метод утилизации ОМ – термохимический метод. Схемы для утилизации отработанных масел.

### **5. Технология процессов каталитического крекинга.**

- 5.1. Значение и назначение процесса. Сырье каталитического крекинга. Катализаторы крекинга.
- 5.2. Технологические схемы установок каталитического крекинга с прямоточным лифтбокс-реактором.
- 5.3. Промышленные установки остаточного сырья.
- 5.4. Процессы для подготовки сырья для каталитического крекинга остаточного сырья.

5.5. Совершенствование и реконструкция отечественных установок каталитического крекинга.

#### **6. Методы получения водорода и классификация процессов гидрирования.**

6.1. Гидрирование ароматических и ненасыщенных углеводородов.

6.2. Гидрирование кислородсодержащих и азотсодержащих соединений.

6.3. Продукты, получаемые жидкофазным гидрированием. Особенности технологии жидкофазного гидрирования. Области его применения. Типы реакционных устройств.

6.4. Гидроочистка нефтяных фракций. Назначение и катализаторы гидроочистки. Регенерация катализаторов гидроочистки.

6.5. Гидрирование серусодержащих соединений. Гидрирование азотсодержащих соединений. Гидрирование ненасыщенных и ароматических углеводородов.

6.6. Гидрокрекинг нефтяных фракций. Назначение гидрокрекинга и катализаторы превращения парафиновых, нафтеновых, ароматических углеводородов.

6.7. Гидрокрекинг бензиновых фракций. Процессы селективного гидрокрекинга.

6.8. Гидроароматизация керосиновых фракций. Легкий крекинг вакуумного газойля. Гидрокрекинг вакуумного дистиллята при 15 Мпа. Гидрокрекинг остаточного сырья.

6.9. Некаталитические гидротермические процессы переработки тяжелых нефтяных остатков (гидровисбрекинг, гидропиролиз, динакрекинг, донорно-сольветный крекинг).

#### **7. Процессы пиролиза.**

7.1. Термодинамика крекинга и пиролиза.

7.2. Химия и механизм крекинга (пиролиза) углеводородов (парафиновые, циклопарафиновые, олефиновые, ароматические).

7.3. Пиролиз ароматических углеводородов в присутствии водорода.

7.4. Методы осуществления процесса пиролиза. Способы проведения термического пиролиза. Каталитический пиролиз. Катализаторы процесса.

7.5. Перспективные процессы пиролиза. Выделение и концентрирование олефинов. Методы разделения газов пиролиза.

#### **8. Синтезы на основе оксида углерода и водорода.**

8.1. Методы получения синтез-газа.

8.2. Синтез метанола. Реакторы. Механизм образования метанола из оксидов углерода и водорода.

8.3. Синтез высших алифатических спиртов из СО и Н<sub>2</sub>. Синтез углеводородов из СО и Н<sub>2</sub>. Реакторы синтеза Фишера-Тропша.

8.4. Технологические схемы получения синтез-газа: каталитической конверсии, высокотемпературной конверсией углеводородов, газификацией угля.

#### **9. Процесс каталитической изомеризации. Катализаторы изомеризации.**

9.1. Изомеризация ненасыщенных соединений.

9.2. Позиционная изомеризация. Геометрическая изомеризация. Скелетная изомеризация.

#### **10. Современные процессы алкилирования на разных катализаторах.**

10.1. Подготовка исходных веществ для процесса алкилирования. Реакционные узлы для алкилирования.

- 10.2. Алкилирование ароматических углеводородов. Алкилирование бензола высшими олефинами.
- 10.3. Алкилирование изопарафиновых углеводородов. Конструкция реакторов.
- 10.4. Алкилирование на цеолитсодержащих катализаторах.
- 10.5. Синтез высокооктановых бензинов из газов каталитического крекинга. Каталитическое С-алкилирование изобутана олефинами.
- 10.6. Каталитическое О-алкилирование метанола изобутиленами.
- 11. Переработка нефтезаводских и природных газов в компоненты моторных топлив.
- 11.1. Процесс «Оксипро». Катализаторы и технологическая схема процесса.
- 11.2. Процесс «Димерсол». Катализаторы и технологическая схема процесса.
- 11.3. Процесс олигомеризации «Полинафта». Катализаторы и технологическая схема процесса.
- 11.4. Процесс «Цеоформинг». Отечественные разработки процесса. Катализаторы и технологическая схема процесса.

## **12. Теория современных процессов нефтепереработки и нефтехимии.**

- 12.1. Гомогенный кислотный и основной катализ, каталитические реакции. Краткая история становления катализа.
- 12.2. Конфигурация и стабилизация карбкатионов. Образование карбкатионов. Химические свойства карбкатионов.
- 12.3. Карбанионы. Конфигурация и стабилизация карбанионов. Образование карбанионов. Химические свойства карбанионов.
- 12.4. Кислоты и основания Бренстеда.
- 12.5. Кислотность и основность реакционной среды. Функции кислотности.
- 12.6. Кислоты и основания Льюиса. Современная классификация кислот и оснований.
- 12.7. Кислотный катализ протонными кислотами (кислотами Бренстеда).
- 12.8. Катализ апротонными кислотами.
- 12.9. Основной катализ. Нуклеофильный катализ.

## **Проверка конспектов и тезисов**

### **Тема 1.**

- 1.1. Основные черты и перспективы развития технологии нефтепереработки и нефтехимии.
- 1.2. Перспективы нефтепереработки и нефтехимии России на 2015-2020 годы. Технологический аспект.
- 1.3. Состояние и проблемы современной нефтеперерабатывающей промышленности.
- 1.4. Направления совершенствования технологических процессов нефтепереработки и нефтехимии.

### **Тема 2. Новые технологии интенсификации процессов прямой перегонки нефти.**

- 2.1. Применение нетрадиционных методов для интенсификации прямой перегонки нефти.
- 2.2. Усовершенствование и особенности технологии вакуумной перегонки мазута утяжеленного сырья.
- 2.3. Вакуумная и глубоковакуумная перегонка мазута в насадочных колоннах.
- 2.4. Перекрестноточные насадочные колонны для четкого фракционирования мазута с получением масляных дистиллятов.

### **Тема 3. Перспективные термические процессы переработки тяжелого углеводородного сырья.**

- 3.1. Висбрекинг. Методы промышленного осуществления. Конструкция реакторов.
- 3.2. Комбинирование процесса висбрекинга с другими процессами переработки нефти. Блок – схемы комбинированных процессов.
3. Технология и схема инициированного термокрекинга.

### **Тема 4. Технологии переработки нефтезаводских и природных газов в компоненты моторных топлив.**

- 4.1. Технология процесса «Оксипро» для получения диизопропилового спирта.
- 4.2. Технология процесса «Димерсол» для переработки олефиновых фракций каталитического крекинга.
- 4.3. Технология процесса «Цеоформинг» для получения высокооктановых неэтилированных бензинов.

### Перечень тем рефератов

1. Техничко-инвестиционные показатели современных нефтеперерабатывающих и нефтехимических установок. Перспективные направления современных направлений переработки нефти на мировом рынке.
2. Современные термические процессы тяжелого углеводородного сырья. Термоконденсационные процессы.
3. Комбинированные процессы термического крекинга, висбрекинга, коксования. Блок – схемы процессов.
4. Интенсификация термических процессов с применением традиционных методов воздействия.
5. Технология каталитического крекинга тяжелого углеводородного остаточного сырья. Особенности крекинга тяжелого остаточного сырья. Катализаторы, пассиваторы, деметаллизация.
6. Промышленные установки каталитического крекинга остаточного сырья.
7. Сольвентная деасфальтизация для подготовки сырья для каталитического крекинга. Процесс ROSE, APT, 3Д, НОТ и др.
8. История становления процесса КК тяжелых нефтяных остатков.
9. Процесс НОС фирмы Келлог и ее усовершенствования. Схема реакторного блока.
10. Каталитический крекинг мазута Эр-Си-Си фирм «Эшленд Ойл» и ЮОП.
11. Каталитический крекинг остатков R-2-R фирм «Тоталь» и ФИН.
12. Каталитический крекинг Миллисеконд. Реакторно-регенераторный блок процесса Миллисеконд.
13. Реконструкция отечественных установок каталитического крекинга, основные тенденции и усовершенствования.
14. Технология каталитического крекинга с целью увеличения выхода низших олефинов и ароматики.
15. Технология гидротермических процессов (гидровисбрекинг, гидропиролиз, донорно-сольвентный процесс).
16. Гидрогенизационные процессы H-Oil, LC –файнинг, фирмы Луммус, процесс ВНИИ НП в кипящем слое катализатора и других фирм.
17. Краткая история становления процесса каталитического пиролиза. катализаторы пиролиза. Требования к катализаторам пиролиза. Стадии приготовления катализатора пиролиза.
18. Методы получения низших олефинов. Процесс пиролиза, способы его осуществления.
19. Перспективные процессы пиролиза. Выделение и концентрирование олефинов. Разделение газов пиролиза низкотемпературной ректификацией.
20. Процессы выделения и переработки побочных продуктов пиролиза. получение ацетилен, аллена, и метилацетилена из газов пиролиза. Технологическая схема выделения метилацетилен-алленовой фракции.
21. Селективное гидрирование газообразных и жидких продуктов пиролиза. переработка жидких продуктов пиролиза. получение бензола высокотемпературной переработкой жидких продуктов пиролиза.
22. Катализаторы изомеризации, содержащие фториды металлов V и VI групп периодической системы. Механизмы и химизмы изомеризации. Подготовка сырья и ВСГ для процесса изомеризации. Варианты осуществления процесса изомеризации.

23. Процессы гидроизомеризации для получения низкозастывающих моторных топлив. принципиальная технологическая схема гидроизомеризации дизельного топлива. основные тенденции развития современных процессов алкилирования изобутана олефинами на разных катализаторах.
24. Подготовка исходных веществ для процесса алкилирования. Реакционные узлы для алкилирования.
25. Алкилирование на цеолитсодержащих катализаторах.
26. Совершенствование процессов алкилирования в настоящее время. Алкилирование на твердых катализаторах.
27. Алкилирование метилбензолов на цеолитах структуры пентасил для получения этил- и изопропилбензола.
28. Оксигенатные присадки, назначение и виды. Отечественная присадка – фетерол. производство высокооктановых кислородсодержащих компонентов бензинов.
29. Получение кислородсодержащих соединений этерификацией легкого бензина ККФ.
30. Спиртовые топлива на основе метанола и этанола. Недостатки их использования в качестве моторных топлив. Биодизельные топлива.
31. Процесс «Оксипро» для получения диизопропилового спирта.
32. Переработка олефиновых фракций в процессе «Димерсол».
33. Процесс олигомеризации «Полинафта».
34. Процесс «Цеоформинг», сырье, катализаторы. технология процесса. Применение в отечественной нефтепереработке.
35. Процесс «Арбон», сырье, катализаторы, технология процесса.
36. Процесс «Циклар», сырье, катализаторы, технология процесса.
37. Производство компонентов моторных топлив из природного газа. Методы получения синтез-газа. Технологические схемы получения синтез-газа: каталитической конверсии, высокотемпературной конверсией углеводородов, газификацией угля.
38. Продукты, получаемые жидкофазным гидрированием. Особенности технологии жидкофазного гидрирования. Области его применения. Типы реакционных устройств.

Кроме перечисленных тем аспирантами могут быть выбраны по своему усмотрению и по согласованию с преподавателем другие темы рефератов по изучаемому курсу «Нефтехимия».

### **Перечень вопросов для текущего контроля**

1. Основные черты и перспективы развития технологии нефтепереработки, основного органического и нефтехимического синтеза
2. Состояние современной нефтеперерабатывающей промышленности России.
3. Направления совершенствования технологических процессов нефтепереработки и нефтехимии.
4. Подготовка нефти к переработке. Установки первичной переработки нефти.
5. Новые технологии интенсификации процессов прямой перегонки нефти, направленные на получение вакуумных газойлей с высокой температурой конца кипения и низким содержанием металлов.
6. Современные технологии вторичных процессов переработки нефти.
7. Термические процессы переработки тяжелого углеводородного сырья. Висбрекинг. Коксование.
8. Технологии висбрекинга. Состояние процесса в России. Технологические схемы процесса. Схемы реконструированных установок термокрекинга на висбрекинг. Технология каталитического висбрекинга. Реакционные камеры.
9. Способы проведения процесса коксования (коксования периодического действия, полунепрерывное коксование, непрерывные процессы коксования).
10. Технологические схемы процессов коксования. Конструкции реакторов коксования.
11. Пеки, их применение. Процесс термополиконденсации. Технологическая схема двухступенчатого крекинга с термополиконденсацией крекинг-остатка.
12. Новые процессы по производству нефтяных пеков с термополиконденсацией тяжелых нефтяных остатков.
13. Комбинированные процессы термического крекинга с висбрекингом и коксованием.
14. Инициирование процесса ТК. Крекинг углеводородов под действием кавитации. Термический крекинг – как оптимальный способ утилизации отработанных масел (ОМ).
15. Каталитический крекинг - углубляющий переработку процесс. Особенности крекинга тяжелого нефтяного остаточного сырья. Характеристика сырья КК. Решения для переработки тяжелого сырья.
16. Катализаторы крекинга для переработки тяжелого сырья. Разработка высокоэффективных катализаторов крекинга остатков.
17. Подготовка сырья каталитических процессов: сольвентная деасфальтизация, термоадсорбционная деасфальтизация, процесс АРТ, процесс ЗД, процесс НОТ.
18. Отечественные процессы подготовки сырья для КК.
19. Промышленные установки КК остаточного сырья.
20. Крекинг на цеолитсодержащем катализаторе в прямоточном реакторе
21. Крекинг компании KBR (процесс Mafin) и компании UOP (процесс Millisecond).
22. Установки каталитического крекинга с повышенным выходом пропилена.
23. Схема КК на катализаторе со специальными присадками с целью увеличения выхода низших олефинов и ароматики. Реакторно-регенераторные блоки установок КК PetroFCC и JССР.
24. Назначение гидротермических процессов: гидровисбрекинг, гидропиролиз (дина-крекинг), донорно-сольвентный крекинг. Разновидности этих процессов разных фирм.
25. Гидрогенизационные процессы (гидроочистка, гидрообессеривание и гидродеметаллизация, гидрокрекинг вакуумных газойлей и тяжелых нефтяных остатков.
26. Назначение процесса гидрокрекинга с добавками. Процессы гидрокрекинга Аурабон, Кэнмет, HFC и др. Схемы этих процессов.
27. Различные варианты комбинирования процессов переработки остатков. Схема безотходной переработки гудрона. Схема глубокой переработки мазута.
28. Поточная схема перспективного НПЗ глубокой переработки нефти топливного профиля.

29. Катализаторы процесса пиролиза. Требования к катализаторам процесса пиролиза. Ванадиевый катализатор на носителе, модифицированный оксидом бора. Роль носителя в формировании свойств каталитической системы пиролиза. Стадии приготовления катализатора пиролиза. Модификаторы катализатора.
23. Основные закономерности каталитического пиролиза. Подготовка тяжелого сырья пиролиза к переработке.
24. Пиролиз в потоке газообразных теплоносителей (водяной пар, водород, диоксид углерода). Пиролизный реактор на газообразном теплоносителе.
25. Методы выделения ацетиленов из газов пиролиза (селективная абсорбция). Технологическая схема выделения ацетиленов.
26. Очистка олефинов методом селективного гидрирования в присутствии палладиевых катализаторов. Катализаторы селективного гидрирования. Состав жидких продуктов пиролиза.
27. Получение бензола высокотемпературной гидрогенизационной переработкой жидких продуктов пиролиза.
28. Перспективное направление переработки жидких продуктов пиролиза с выделением бензола, толуола и ксилолов с помощью гидрогенизационной очистки на катализаторах на основе палладия и никеля.
29. Катализаторы изомеризации, содержащие фториды металлов V и VI групп периодич. системы. Перспективные катализаторы изомеризации.
30. Требования к качеству сырья для процессов изомеризации, осуществляемых на алюмоплатиновых катализаторах. Подготовка сырья и циркулирующего ВСГ. Технологическая схема установки изомеризации НК-62°С.
31. Процессы гидроизомеризации для получения низкозастывающих моторных топлив. Основные параметры процесса. Сырье процесса.
32. Варианты осуществления процесса гидроизомеризации - одно- и двухступенчатый процессы.
55. Блок-схема промышленных процессов среднестиллятных фракций.
33. Принципиальная технологическая схема гидроизомеризации дизельного топлива.
34. Основные тенденции развития современных процессов алкилирования изобутана олефинами: сернокислотное, фтористоводородное и на твердых катализаторах.
35. Катализаторы процесса алкилирования изобутана олефинами. Недостатки процесса алкилирования на кислотах.

### **Перечень вопросов для экспресс – опроса**

1. Основные черты, тенденции и перспективы развития технологии нефтепереработки и нефтехимии.
2. Современные технологии интенсификации процессов первичной перегонки нефти.
3. Термические процессы переработки тяжелого углеводородного сырья.
4. Процессы подготовки сырья каталитических процессов.
5. Технология каталитического крекинга остаточного сырья и промышленные установки для его осуществления.
6. Основные тенденции развития процессов гидропереработки: гидрокрекинг и гидроочистка.
7. Разновидности процесса пиролиза.
8. Процесс пиролиза тяжелого углеводородного сырья.
9. Процесс каталитической изомеризации для получения низкозастывающих керосинов. зимних сортов дизельного топлива.
10. Основные тенденции развития современных процессов алкилирования на разных катализаторах.
11. Производство высокооктановых кислородсодержащих компонентов бензинов.
12. Процесс «Оксипро», его назначение, технология.

13. Процесс «Димерсол», его назначение, технология.
14. Процесс олигомеризации «Полинафта», его назначение, технология.
15. Процесс «Цеоформинг», его назначение, технология.
16. Процесс «Циклар», его назначение, технология.
17. Процесс «Арбен», его назначение, технология.
18. Процесс производства компонентов моторных топлив из природного газа.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### Перечень вопросов кандидатского экзамена

1. Основные тенденции развития современных процессов алкилирования изобутана олефинами: сернокислотное, фтористоводородное и на твердых катализаторах.
2. Катализаторы процесса алкилирования изобутана олефинами. Недостатки процесса алкилирования на кислотах.
3. Механизм реакции алкилирования на кислотах (5 стадий). Побочные реакции (реакция самоалкилирования, деструктивного алкилирования, полимеризации).
4. Влияние основных факторов на процесс сернокислотного алкилирования (температура, давление, концентрация кислоты, объемное соотношение кислота:углеводороды, концентрация изобутана в реакционной зоне, объемная скорость подачи олефинов, подготовка сырья).
5. Реакторы алкилирования – вертикальные и горизонтальные контакторные реакторы, их конструкция. Сдвоенный каскадный реактор.
6. Принципиальная технологическая схема процесса сернокислотного алкилирования изобутана олефинами.
7. Процесс алкилирования изобутана олефинами на гетерогенных катализаторах.
8. Совершенствование процесса алкилирования в настоящее время. Процессы Alky-Clean, ExSact, Fixedbed alkylation, SCA-SCFR, Alkylene, Eurofuel, Ionikylation, InAlk. Технологические схемы этих процессов.
9. Алкилирование метилбензолов на цеолитах структуры пентасила. Синтез п-метилстирола. п-этилтолуола, дурола
10. Каталитические свойства н-пентасилов различных типов. Цеолиты ZSM, ЦБК, ультрасил, пентасилы ЦВМ.
11. Получение этил- и изопропилбензола. на разных катализаторах. Технология процесса и технологические схемы этих процессов.
12. Получение высших алкилбензолов линейного строения.
13. Получение алкилбензолов из жидких парафинов.
14. Назначение и виды оксигенатных присадок. Физико-химические и энергетические характеристики оксигенатов.
15. Оксигенатные присадки (метанол, этанол, изопропиловый спирт, вторичный и третичный бутиловый спирт, МТБЭ, МТАЭ, ЭТБЭ, ТАЭЭ). Отечественная присадка – фетерол.
16. Синтез МТБЭ. Катализаторы. Химизм, механизм процесса. Технологическая схема производства МТБЭ.
17. Принципиальная технологическая схема получения МТБЭ с использованием реакционно-ректификационного реактора. Конструкция реакторов.
18. Комбинирование установок производства МТБЭ и сернокислотного алкилирования.
19. Этерификация изомерных олефинов спиртами с вовлечением в процесс легких бензинов каталитического крекинга. Подготовка сырья для процесса. Катализаторы.
20. Принципиальная технологическая схема процесса этерификации легкого бензина ККФ. Блок-схема получения этерифицированного бензина.

- 21.Использование алифатических спиртов в качестве моторных топлив. Спиртовые топлива. Недостатки их использования в качестве моторных топлив. Специальные меры для устранения их недостатков.
228. Метанол-и бензино-метанольные топлива. Методы получения метанола. Этанол и бензино-этанольные топлива. Методы получения этанола. Применение этанола в качестве топлива в разных странах.
- 23.Назначение биодизельных топлив. Сырье. Преимущества биодизельного топлива. Свойства биодизельного топлива и его смесей с нефтяным дизельным топливом.
- 24.Получение диизопропилового эфира (ДИПЭ). Процесс «Оксипро» фирмы ЮОП. Низкотемпературная реакторная система. Химизм процесса. Преимущества процесса.
- 25.Принципиальная технологическая схема процесса «Оксипро». Экономические преимущества процесса.
- 26.Сравнительная характеристика кислородсодержащих соединений, получаемых на НПЗ.
- 27.Сравнительные экономические показатели новых процессов конверсии пропилена.
- 28.Процесс олигомеризации непредельных углеводородов  $C_3$ - $C_4$  ФИН. Катализатор процесса. Сравнительные данные процессов алкилирования и «Полинафты».
29. Принципиальная технологическая схема процесса. Сырье и продукты процесса.
30. Сравнительная характеристика бензинов процессов «Полинафта», ККФ и алкилата  $C_4$ . Характеристика керосина процесса «Полинафта».
- 31.Назначение процесса «Цеоформинг». Применение малогабаритной блочной установки. Сырье, катализаторы, условия процесса. Принципиальная технологическая схема процесса.
- 32.Характеристика бензинов процесса «Цеоформинг». Основные технико-экономические показатели процесса «Цеоформинг».
33. Назначение процесса «Арбен». Сырье и катализатор процесса. Производительность по перерабатываемому сырью. Блок-схема процесса.
34. Назначение процесса «Циклар». Катализаторы, сырье, условия процесса. Принципиальная технологическая схема процесса. Области применения процесса.
- 35.Развитие газохимии, основанной на химической переработке природного газа. Процесс – биоформинг для переработки бензиновой фракции и природного газа.
36. Методы получения синтез-газа. Реакции. Катализаторы. Реакторы. Принципиальная технологическая схема получения синтез-газа конверсией природного газа.
37. Краткая история становления процессов синтеза на основе  $CO$  и  $H_2$ .
- 38.Технологические варианты синтеза Фишер-Тропша. Реактора процесса.
39. Поточная схема производства моторных топлив из природного газа.
40. Диметиловый эфир (ДМЭ) – новое экологически чистое дизельное топливо. Свойства ДМЭ.
- 41.Преимущества ДМЭ как моторного топлива. Основной способ промышленного получения ДМЭ.
42. Химизм, катализатор процесса получения ДМЭ. Варианты оформления процесса.
43. Блок-схема получения ДМЭ и блок-схема установки GTG (Gas-to-Gasoline).
44. Гомогенный кислотный и основной катализ, каталитические реакции. Краткая история становления катализа.
- 45.Конфигурация и стабилизация карбкатионов. Образование карбкатионов. Химические свойства карбкатионов.
46. Карбанионы. Конфигурация и стабилизация карбанионов. Образование карбанионов. Химические свойства карбанионов.
47. Кислоты и основания Бренстеда.
48. Кислотность и основность реакционной среды. Функции кислотности.
49. Кислоты и основания Льюиса. Современная классификация кислот и оснований.
50. Кислотный катализ протонными кислотами (кислотами Бренстеда).
51. Катализ апротонными кислотами.
52. Основной катализ. Нуклеофильный катализ.

**Требования к содержанию дополнительной программы  
для сдачи кандидатского экзамена по специальности  
« 1. 4. 12. Нефтехимия»**

Дополнительная программа разрабатывается аспирантом совместно с научным руководителем на основании диссертационного исследования. Программа должна содержать:

- титульный лист с указанием авторов программы, номера и даты протокола утверждения дополнительной программы на кафедре
- перечень вопросов, раскрывающих содержание диссертации, используемые методы научного исследования и последние достижения в научной отрасли, в рамках которой проводится диссертационное исследование. Рекомендуется составить 10-20 вопросов по научной специальности.
- список используемой литературы (рекомендуется 15-20 наименований за последние 5 лет, в том числе на иностранном языке). Оформляется в соответствии с действующими требованиями и правилами составления библиографических записей, описаний электронных ресурсов.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Грозненский государственный нефтяной технический университет имени  
акад. М.Д. Миллионщикова»  
(ФГБОУ ВО «ГГНТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Зав кафедрой \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_»

\_\_\_\_\_ 20\_\_

**Дополнительная программа**

по научной специальности

1.4.12.

«Нефтехимия»

Тема диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

---

Вопросы дополнительной программы

- 1.
- 2.
- 3.

Программа утверждена на заседании кафедры ХТНГ

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Грозный - 2025г.

**Примерный перечень вопросов кандидатского экзамена  
дополнительной программы**

1. Классификация технологических процессов нефтепереработки.
2. Поточные схемы различных вариантов переработки нефтяного сырья.
3. Промысловая подготовка нефти.
4. Требования ГОСТ 51858 Р 2002 по показателям на товарную нефть при промышленной подготовке нефти.
5. Подготовка нефти на ЭЛО-АВТ НПЗ.
6. Разновидности и совершенствование процессов атмосферновакуумной перегонки.
7. Реализованные в нефтепереработке гидрогенизационные процессы и их назначение.
8. Атмосферная и вакуумная перегонка нефти в среде инертных газов.
9. Осушка и очистка природных и попутных нефтяных газов.
10. Осушка и очистка нефтезаводских газов.
11. Гидрокрекинг нефтяных фракций. Химизм. Катализаторы.
12. Гидроочистка среднедистиллятных фракций. Химизм. Катализаторы,
13. Гидрооблагораживание нефти и нефтяных остатков. Химизм реакций.
14. Каталитический риформинг. Сырье и продукты. Два типа установок: получение высокооктановых компонентов моторных топлив; производство ароматических углеводородов. Химизм и механизм реакций. Катализаторы.
15. Висбрекинг остаточных и тяжелых нефтяных фракций. Назначение, сырье и продукты процесса.
16. Газификация нефтяных остатков. Назначение, состав продуктов.
17. Варианты переработки нефти
18. Схема неглубокой переработки нефти по топливному варианту
19. Схема глубокой переработки нефти по топливному варианту
20. Производство оксигенатов как антидетонационных добавок к моторным топливам.
21. Разделение многокомпонентных углеводородных смесей методом ректификации.
22. Разделение компонентов нефтяного сырья избирательными (селективными) растворителями.
23. Теория жидкость-жидкостного фазового равновесия.
24. Технологии депарафинизации дизельных и масляных фракций.
25. Сольвентные технологии разделения нефтяного сырья в процессах деасфальтизации.
26. Установки замедленного коксования с целью углубления переработки нефтяного сырья.
27. Флексикокинг и флюидкокинг остаточных нефтяных фракций.
28. Изомеризация низкомолекулярных углеводородов для получения высокооктановых компонентов моторных топлив.
29. Алкилирование изобутана бутиленом для получения высокооктановых компонентов моторных топлив.

30. Полимеризация низкомолекулярных олефинов для получения высокооктановых компонентов моторных топлив, сырья для получения СМС и присадок к маслам.

### Лист регистрации изменений

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Номер протокола заседания<br/>кафедры, дата утверждения<br/>изменения</b> | <b>Количество<br/>страниц<br/>изменения</b> | <b>Подпись автора<br/>программы<br/>аспирантуры/рабочей<br/>программы</b> |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                                              |                                             |                                                                           |
|                  |                                                                              |                                             |                                                                           |
|                  |                                                                              |                                             |                                                                           |
|                  |                                                                              |                                             |                                                                           |
|                  |                                                                              |                                             |                                                                           |
|                  |                                                                              |                                             |                                                                           |