Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 28.10.2026 10:20:51
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
*подписано ЭЦП* Шмелев Н.А.
*(подпись, инициалы, фамилия)*

«26» 02 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии переработки нефти и газа
*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО программа бакалавриата
04.03.01 Химия
*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

направленность (профиль, специализация)

Нефтехимия и химическая технология
*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения
очная
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 Химия профиль Нефтехимия и химическая технология, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

| | | |
|---|---|---|
| Зав.кафедрой кафедры биологии, экологии и химии *(наименование кафедры разработчика программы)* | *подписано ЭЦП* | Онина С.А. |
| Разработчик программы | *подписано ЭЦП* | Сивкова Г.А. |
| Руководитель образовательной программы | *подписано ЭЦП* | Онина С.А. |

## 1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

### 1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование знаний, умений и владений в области технологических процессов переработки нефти и газа, фундаментальной информационной базы для решения конкретных производственных задач, в том числе разработки и совершенствования технологии производства, включающей контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

| Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной) | | Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной |
|---|---|---|
| код компетенции | наименование компетенции | |
| ПК-1 | Способен разрабатывать и совершенствовать технологии производства продукции | ПК-1.1. Демонстрирует знание передовых методов производства, современных материалов, оборудования и технологической оснастки в профильной области |
| | | ПК-1.2. Понимает физико-химические основы технологических процессов, принципов работы машин и аппаратов |
| | | ПК-1.3. Принимает участие в разработке и совершенствование технологии производства химической продукции на основе переработки нефти и газа с учетом современных экологических требований |
| ПК-2 | Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции | ПК-2.1. Осуществляет контроль качества сырья, компонентов и расходных материалов, выпускаемой продукции в области переработки нефти и газа, учитывая экологические требования |
| | | ПК-2.2. Применяет методы контроля (органолептический, измерительный, лабораторный, физико-химический, микробиологический) качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции |
| | | ПК-2.3. Проводит анализ соответствия качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции нормативно-технической документации (ГОСТ, ТУ и т.д.) |

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетные единицы (з.е.), 216 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

| Виды учебной работы | Всего, часов | Количество часов в семестре |
|---|---|---|
| Общая трудоемкость дисциплины | 216 | 7 семестр - 216 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего) | 126 | 7 семестр - 126 |
| в том числе: | | |
| лекции | 36 | 7 семестр - 36 |
| лабораторные занятия | 54 | 7 семестр - 54 |
| практические занятия | 36 | 7 семестр - 36 |
| Другие виды работ в соответствии с УП: | | |
| контрольная работа | 0 | |
| консультации | 1 | 7 семестр - 1 |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | 90 | 7 семестр - 90 |
| Из них: | | |
| контроль | 34.8 | |
| ФКР: | | |
| *зачет* | 0 | |
| *зачет с оценкой* | 0 | |
| *курсовая работа (проект)* | 0 | |
| *экзамен* | 1.2 | 7 семестр - 1 |

## 3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Виды деятельности | | | | | Форма текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Лек, час. | Лаб, час. | П, час. | Эк, час. | СРС, час. | |
| 4 курс / 7 семестр | | | | | | | |
| 1 | Основы химии нефти. | | | | | | |
| 2 | Физико-химические свойства углеводородов, нефти и нефтяных фракций<br><br>Химический и фракционный состав нефти. Химическая и технологическая классификация нефти. Методы добычи нефти. Фракционный состав нефти и нефтепродуктов. Физические свойства жидких углеводородов, нефтепродуктов. Продукция нефтехимических производств. | 4 | | 12 | | 8 | Устный опрос |
| 3 | Первичная переработка нефти<br><br>Подготовка нефти к переработке. Основы | 8 | 8 | 4 | | 8 | Лабораторная работа, Решение задач, Устный |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | процесса перегонки. Сущность ректификации. Принципиальная схема установки для перегонки нефти. Принцип работы ректификационной колонны. Способы перегонки нефти. Ректификация двойной и сложной смеси. Способы орошения. Подача тепла в ректификационную колонну. Факторы, влияющие на четкость ректификации. Установки для первичной переработки нефти. | | | | | | опрос |
| 4 | Термические методы вторичной переработки нефти<br><br>Термический крекинг. Теоретические основы крекинга. Факторы крекинг-процесса. Характеристика продуктов, получаемых при термическом крекинге. Коксование, пиролиз . Сырье, продукты получаемые при данных процессах. Технологическая схема замедленного коксовании, принципиальная схема установки пиролиза жидкого нефтяного сырья. Принципиальная схема установки пиролиза жидкого нефтяного сырья. Изучение технологической схемы установки для двухпечного термического крекинга. | 6 | 12 | 4 | | 12 | Устный опрос, Решение задач, Лабораторная работа |
| 5 | Каталитические методы вторичной переработки нефти<br><br>Назначение процесса каталитического крекинга. Химические основы процесса. Сырье и продукты каталитического крекинга. Установки процесса крекинга. Характеристика процессов каталитический риформинг, гидрогенизация. Методы очистки нефтепродуктов. | 6 | 12 | 4 | | 12 | Лабораторная работа, Устный опрос, Тестирование |
| 6 | Переработка газа | | | | | | |
| 7 | Характеристика, классификация и состав природных газов<br><br>Методы добычи природных газов. Состав природных газов и их классификация. Физико-химические свойства углеводородных газов. | 4 | 10 | 4 | | 6 | Тестирование, Устный опрос |
| 8 | Основы технологии переработки газов | 8 | 12 | 8 | | 8 | Устный опрос, Тестирование |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Сущность газопереработки. Продукты, получаемые при переработке газа и области их применения. Основные технологические процессы ГПЗ. Осушка и очистка нефтяных природных газов. Газофракционирование. Технологическая схема многоколонной газофракционной установки. Хранение и транспортирование жидкой продукции ГПЗ | | | | | | |
| 9 | Экзамен | | | | 1 | 36 | |
| Итого по 4 курсу 7 семестру | | 36 | 54 | 36 | 1 | 90 | |
| Итого по дисциплине | | 36 | 54 | 36 | 1 | 90 | |

Таблица 4 – Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Объем, час. |
|---|---|---|
| 4 курс / 7 семестр | | |
| 1. | Подготовка нефти к переработке | 4 |
| 2. | Устройство и работа ректификационной колонны | 4 |
| 3. | Вторичная переработка нефти. | 4 |
| 4. | Физико-химические основы термического крекинга | 4 |
| 5. | Технологическая схема и установки термического крекинга | 4 |
| 6. | Физико-химические основы каталитического крекинга | 4 |
| 7. | Технологические установки каталитического крекинга | 4 |
| 8. | Методы очистки нефтепродуктов | 4 |
| 9. | Методы добычи природных газов | 4 |
| 10. | Состав природных газов и их классификация | 4 |
| 11. | Физико-химические свойства углеводородных газов | 2 |
| 12. | Физико-химические основы переработки попутного нефтяного газа | 4 |
| 13. | Переработка природного газа | 4 |
| 14. | Технологическая схема многоколонной газофракционной установки | 4 |

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия

| № п/п | Наименование семинарских и практических работ | Объем, час. |
|---|---|---|
| 4 курс / 7 семестр | | |

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Химическая и технологическая классификация нефти | 4 |
| 2. | Фракционный состав нефти и нефтепродуктов | 4 |
| 3. | Методы добычи нефти | 4 |
| 4. | Физико-химические процессы подготовки нефти к переработке: дегазация, обезвоживание, обессоливание | 4 |
| 5. | Решение задач | 4 |
| 6. | Сырье и продукты каталитического крекинга | 4 |
| 7. | Решение задач | 4 |
| 8. | Основные технологические процессы газоперерабатывающих заводов | 4 |
| 9. | Продукты, получаемые при переработке газа и области их применения | 4 |

## 4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

**Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости**

**Тестовые задания**

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

1. Какой метод разрушения нефтяных эмульсий применяют на ЭЛОУ
а) Электротермохимический б) Термохимический в) Термический г) Гравитационное отстаивание
2. Метод определения фракционного состава нефти
а) Адсорбция б) Перегонка в) Экстракция г) Ректификация
3. Для выражения относительной плотности в России принята стандартная величина
а) для нефти и воды 20*С б) для нефти 4*С для воды 20*С в) для нефти 20*С для воды 4*С г) для нефти и воды 15*С
4. С каким содержанием воды можно отправлять нефть на переработку
а) с содержанием воды 2% - 3% б) с содержанием воды до 10% в) с содержанием воды 1% г) с содержанием 0,1% - 0,5%
5. С каким содержанием солей можно отправлять нефть на переработку
а) до 5 мг/дм 3 б) до 3 мг/дм 3 в) 10 — 50 мг/дм 3 г) 5 — 10 мг/дм 3
6. От каких факторов зависит вязкости масла
а) от давления б) от способов переработки в) от температуры г) от природы жидкости
7. От чего зависит температура застывания масел
а) от содержания масел б) от содержания асфальто - смолистых веществ в) от содержания хлористых солей г) от содержания парафиновых углеводородов
7. Какую вязкость определяют у битумов
а) динамическую б) кинематическую в) природную г) условную
8. Сколько типов нефтяных эмульсий известно
а) ни одного б) два в) три г) один

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.
**Критерии оценки (в баллах)***:*
- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;

- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

**Устный опрос**

Устный опрос применяется как метод проверки знаний обучающихся по конкретной тематике
Вопросы устного опроса:
1. Характеристика и использование продуктов термокрекинга.
2. Коксование нефтяных остатков – назначение, сырьё, выход кокса; промышленные способы.
3. Схема установки периодического коксования; преимущества и недостатки.
4. Схема установки полунепрерывного коксования; преимущества и недостатки.
5. Термические способы углубления переработки нефти; сравнительная характеристика.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания устного опроса

Описание методики оценивания выполнения устного опроса: при оценке ответа студента на устный вопрос учитывается: насколько раскрыто содержание темы, структурированность ответа, его логичность, умение формулировать ответ, уровень понимания материала.
Критерии оценки
5 баллов выставляется студенту, если: в ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

4 балла выставляется студенту, если: основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала.
Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.
3 балла выставляется студенту, если: тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное
умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.
0-2 балла выставляется студенту, если: тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

**Решение задач**

Решение задач способствует формированию умений и навыков относящихся к конкретной сфере деятельности
1. Описать назначение установки или производства. Обосновать применяемое сырьё и получаемые продукты реактора (установки): каталитического крекинга; каталитического риформинга; депарафинизации.
2. Описать технологию процесса ( химизм) и нарисовать технологическую схему реактора (установки): каталитического крекинга; каталитического риформинга; депарафинизации.
3. Рассчитать технологические параметры и экономические показатели реактора (установки): каталитического крекинга; каталитического риформинга; депарафинизации. ( температуры, материальные потоки, давления).

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания решения задач

Описание методики оценивания выполнения решения задачи: уделяется внимание выбранному алгоритму, рациональному способу решения, правильному применению формул, получению верного ответа.
Критерии оценки

5 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.
4 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
3 баллов выставляется студенту, если: задача понята правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.
1 баллов выставляется студенту, если: задача решена неправильно.
0 баллов выставляется студенту, если: задача не решена.

**Конспект**

Подготовить конспект по темам:
1. Характеристика и использование продуктов термокрекинга.
2. Коксование нефтяных остатков – назначение, сырьё, выход кокса; промышленные способы.
3. Схема установки периодического коксования; преимущества и недостатки.
4. Схема установки полунепрерывного коксования; преимущества и недостатки.
5. Термические способы углубления переработки нефти; сравнительная характеристика.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения конспекта

Описание методики оценивания: при оценке написания студентом конспекта максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориям и понятиями, анализировать теоретическую и практическую информацию; объем текста оптимальный; логическое построение и связность текста, полнота и глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей), визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки), оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
**Критерии оценки (в баллах)** (должны строго соответствовать рейтинг плану по макс. и мин. колич. баллов и только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):

– на 5 баллов оцениваются конспекты, содержание которых основано на глубоком и всестороннем знании темы, изученной литературы, изложено логично, аргументировано и в полном объеме. Основные понятия, выводы и обобщения сформулированы убедительно и доказательно. полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; объем текста оптимальный, текст построен логично и последовательно, материал рассмотрен полно и глубоко (наличие ключевых положений, мыслей), используются элементы визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки), оформление аккуратное.
– на 4 балла оцениваются конспекты, в которых раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; но в определении понятий допущены неточности, имеются незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; объем текста оптимальный, текст построен логично, ключевые положения не все выделены достаточно четко, оформление аккуратное.

– на 3 балла оцениваются конспекты, в которых отражено, только основное, но непоследовательное содержание материала; определения понятий недостаточно четкие; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; имеются значительные пробелы в изложении материала, выводы слабо аргументированы, в содержании допущены теоретические ошибки. Объем текста очень небольшой или наоборот превышает требуемый, ключевые положения не выделены. Имеются недочеты в оформлении.
– на 1-2 балла оцениваются конспекты, в которых не изложено основное содержание материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности очень низкий. Имеются недочеты в оформлении.

**Лабораторная работа**

## КРЕКИНГ НЕФТЕПРОДУКТОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: познакомиться с процессами переработки нефти, осуществить каталитический крекинг керосина, произвести фракционную разгонку конденсата.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Нефть является сырьем для производства различных видов топлива, смазочных материалов, растворителей, взрывчатых веществ, синтетического каучука, пластмасс, синтетических волокон и многих продуктов.
Нефть – это вязкая маслянистая жидкость, темная, горящая коптящим пламенем. Нефти различных месторождений по составу резко отличаются друг от друга. Среднее содержание углерода около 86%, водорода - около 13%. В развитии нефтехимической промышленности выделяют три периода: керосиновый, керосиново-масляный, бензиновый.
Промышленная добыча нефти началась в середине прошлого века. Первые скважины в России были пробурены в Баку в 1848 году и на Ухте в 1855г. Добытая нефть подверглась фракционной перегонке в кубах периодического действия и использовалась в качестве топлива, а бензин сжигался как отброс или сбрасывался в реки.
С организацией в 1876 году, по предложению Д.И. Менделеева, производства смазочных масел путем фракционной перегонки мазута под вакуумом начинается керосиново-масляный период в переработке нефти.
Изобретение двигателя внутреннего сгорания привело к большой потребности в бензине, который из отброса стал важнейшим продуктом, оттеснив мазут на третье место.
В составе нефти наличие легких углеводородов невелико, поэтому при прямой гонке нефти выход бензина составляет всего 15-20% от веса сырья.
Для повышения выхода бензина стали применять химические методы переработки с применением высоких температур, при которых происходит расщепление тяжелых молекул высококипящих углеводородов нефти на более простые, с меньшим числом атомов углеводорода. Такие процессы переработки нефти и нефтепродуктов называют крекингом.
Основы крекинг-процесса и первая крекинг-установка были разработаны Шуховым В.Г. в 1886 году, но в царской России это изобретение не было реализовано. В промышленном масштабе крекинг- процесс был осуществлен в США в 1912 году, а в СССР первая установка была сооружена в Баку в 1931г.
Крекинг - весьма сложный процесс, т.к. наряду с распадом тяжелых углеводородов одновременно протекают вторичные процессы, в результате которых из продуктов распада образуются молекулы новых по своему строению и составу соединений. При крекинге наблюдаются следующие процессы.

1. Наименее устойчивы к нагреванию предельные парафиновые углеводороды, более устойчивы нафтены и еще устойчивее - ароматические углеводороды.

2. В первую очередь расщепляются углеводороды с длинной цепью атомов углерода с разрывом связи С-С ближе к середине молекулы:

а) $C_{16}H_{34} \rightarrow C_8H_{18} + C_8H_{16}$
гексадекан н-октан октилен
- (жид.) (жид.)

б) $C_8H_{16} \rightarrow C_4H_{10} + C_4H_6$

1. С повышением температуры место разрыва сдвигается к краю цепи вплоть до образования $CH_4$, а выше $829^0$С метан разлагается на С и $H_2$.
2. Нафтеновые углеводороды при крекинге вначале дегидрируются, образуя ароматические углеводороды или изомеризуются в нафтеновые с длинной боковой цепью, потом расщепляются подобно парафинам, или с разрывом полиметиленовых колец с образованием олефиновых и диеновых углеводородов. Например:

а)

циклогексан
б)

этилбензол бензол этилен

в)

1. Ароматические углеводороды при высоких температурах не расщепляются, а наоборот, вступают в реакцию конденсации, т.е. образуют объединенные водородом цепи соединения вплоть до асфальтенов и кокса. Например, конденсация с алкадиенами:

Образующиеся при крекинге олефины реакционно способны и подвергаются разнообразным превращениям:
а) полимеризации с образованием изомерных соединений;
б) конденсации с диеновыми углеводородами, что приводит к образованию ароматических углеводородов:

$CH_2=CH_2 + CH_2=CH-CH=CH_2 \rightarrow + 2H_2$

В результате крекинга образуются вещества с меньшей молекулярной массой и более низкой температурой кипения (бензиновая фракция и газ крекинга) и вещества с большей молекулярной массой, входящие в состав неперегоняющегося остатка (крекинг-остаток) и кокса.
Различают термический, каталитический, парофазный крекинг и риформинг нефтепродуктов.

**Термический крекинг** проводят в жидко-паровой или паровой фазах. Сырьем для термического крекинга может служить мазут, а также газойль и соляровая фракция. Чтобы избежать образования большого количества газа при крекинге в жидко-паровой фазе, мазут подвергают нагреванию в более мягких условиях при 470-$490^0$С. При этом наряду с большим количеством бензина (15%) образуется газойль и соляровая фракция.
Поскольку у газойля температура кипения выше, то его направляют во вторую печь на глубокий крекинг, проводимый при 500-$550^0$С. Образовавшаяся при этом смесь паров и жидкости поступает в реакционную камеру с повышенным давлением 25 атм., которое замедляет образование газообразных продуктов и повышает выход бензина.

При термическом крекинге мазута после разгонки смеси углеводородов в двух ректификационных колоннах получают: бензина 30-36%, газов 10-15%, и крекинг-остатка 50-55%. Тяжелая фракция газойль направляется на глубокий крекинг. Октановое число полученного бензина 70. Производительность установки 1500 т в сутки.

Крекингу в паровой фазе (парофазному) подвергаются высококипящие фракции при температуре 670-720$^0$С. При этом идет глубокое разложение углеводородов с большим выделением газов. Этот процесс называется пиролизом. Для снижения температуры кипения и уменьшения образования газов часто процесс проводят под вакуумом.

**Каталитический крекинг** проводят в паровой фазе при температуре 450-500$^0$С и давлении 1,5-2 атм. с целью увеличения выхода бензина с высоким октановым числом из тяжелого сырья.

В качестве катализатора применяют алюмосиликаты - твердые высокопористые вещества, состоящие в основном из оксида алюминия. Катализатор адсорбирует на себя углеводороды, способствует их расщеплению и ускоряет крекинг. Легче адсорбируются ароматические углеводороды, затем непредельные, нафтеновые и наконец парафиновые.

На поверхности катализатора, наряду с реакциями распада, протекают процессы изомеризации олефинов с образованием разветвленных цепей углеводородов. У нафтеновых разрываются кольца, одновременно идут процессы ароматизации и изомеризации.

Сложные ароматические углеводороды, вступая в реакцию поликонденсации с непредельными и полициклическими углеводородами, образуют асфальтены и кокс, которые отлагаются на поверхности катализатора. В крекинг-бензине содержание ароматических, нафтеновых и изопарафиновых углеводородов выше, чем в бензине термического крекинга, поэтому октановое число этого бензина 77-80. Выход бензина составляет 30-35%, газойля 25-30%, газов 12-15%, тяжелой фракции 13-20% и кокса 8%. Для увеличения поверхности контактирования паров углеводородов с катализатором используется метод «кипящего слоя».

Катализатор, вследствие отложения на нем кокса, быстро, т.е. через 5-10 мин, теряет свою активность. По предложению Н.Д. Зелинского активность катализатора восстанавливают путем выжигания кокса при температуре 600$^0$С. Для этого используют принцип движущего катализатора. Катализатор после выжигания на его поверхности кокса смешивается с нагретым мазутом, превращает его в пар и вместе с ним поступает в реактор, где в кипящем слое происходит крекинг. В результате крекинга катализатор снова закоксовывается. Его отделяют от нефтепродуктов и направляют в регенератор.

Проблема получения высококачественного бензина и обеспечение органического синтеза отдельными ароматическими углеводородами решается проведением такого химического процесса, при котором большая часть непредельных и предельных углеводородов превращается в ароматические.

Такой процесс называется риформинг, основы которого разработаны Н.Д.Зелинским. Чтобы увеличить выход ароматических углеводородов, нужно затормозить образование на них асфальтенов, т.е. замедлить реакции поликонденсации. Поэтому процесс проводят на катализаторе в атмосфере водорода под высоким давлением и при температуре 500$^0$С. В качестве катализатора используется чаще всего платина с добавкой рения или смеси оксидов $MoO_3$,CoO и $Cr_2O_3$, нанесенных на оксид алюминия или алюмосиликаты.

Эти катализаторы способствуют протеканию реакций дегидрирования, гидрирования и изомеризации.

Примеры процессов риформинга.

1. Дегидрирование:

метилциклогексан толуол

1. Крекинг и одновременное гидрирование:

$CH_3(CH_2)_{11}CH_3 + H_2 \rightarrow CH_3(CH_2)_5CH_3 + CH_3(CH_2)_4CH_3$

Тридекан н-гептан н-гексан

1. Изомеризация:

н-гептан изогептан

метилциклопентан циклогексан

1. Циклизация:

н-гептан метилциклогексан

Так как при циклизации одновременно протекает дегидрирование, то конечным продуктом этой реакции будет не метилциклогексан, а толуол.

**Октановое число**

Состав бензина сильно влияет на легкость его воспламенения и сжигания. Преждевременное воспламенение горючего, т.е. детонация, приводит к быстрому изнашиванию двигателя и вызывает стук мотора.

Очень незначительной детонацией обладает 2,2,4-триметилпентан (изооктан). Его детонационную способность или октановое число условно приняли за 100. Наибольшей способностью к детонации обладает н-гептан $C_7H_{16}$ , октановое число которого принято за 0. Эти два углеводорода взяли за эталон. Если при сравнении детонационной способности какого-либо бензина со смесью н- гептана с изооктаном установили, что они детонируют одинаково, то бензину присваивается октановое число по проценту изооктана в смеси. Например, если детонационная способность данного бензина равна детонационной стойкости смеси, состоящей из 76% изооктана и 24% н-гептана, то бензину присваивается октановое число 76. В самом же бензине может и не быть изооктана и н-гептана.

## ОБОРУДОВАНИЕ И РЕАКТИВЫ

1) трубчатая электропечь; серная кислота (конц.);
2) термопары с пирометром; $KMnO_4$ , щелочной раствор;
3) капельная воронка; керосин сырой;
4) водяные холодильники; $CaCl_2$ (тв.);
5) колба- приемник; бромная вода (хлорная вода);
6) аллонж;
7) мерные цилиндры;
8) электроплитка;
9) песчаная баня;
10) термометры;
11) колба для перегонки;

## ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Для каталитического крекинга используют керосин, не содержащий непредельных углеводородов. Их присутствие обнаруживают бромной водой. В пробирку берут 2-3 мл керосина, приливают 1 мл бромной воды и энергично встряхивают. Окраска водного слоя исчезнет, если в керосине есть непредельные соединения.
2. Для очистки от непредельных соединений 50 мл керосина наливают в делительную воронку, приливают 10 мл конц. серной кислоты, закрывают пробкой и резко встряхивают в

течение 3 мин. Для удаления газа каждые 30 сек. переворачивают воронку и выпускают газ через кран.

3. Затем сливают серную кислоту и аналогично делают очистку керосина щелочным раствором перманганата калия,а затем водой, каждый раз сливая отстой через кран.
4. После промывки керосин высушивают путем встряхивания его в течение 10 мин с безводным хлористым кальцием (10 г) и фильтруют через сухой бумажный фильтр. Полученный дистиллят испытывают на отсутствие непредельных углеводородов (как указано в пункте 1.)
5. После очистки керосина приступают к его крекингу. Собирают установку по **рис. 1.** В воронку **1** заливают очищенный керосин. В гнездо **4** вставляют термопару, газометр **8** наполняют водой. Для выливающейся из него воды ставят кристаллизатор **9** так, чтобы колено трубки **10** было ниже уровня воды в газометре на 10-12 см. При наполнении газометра для выхода воздуха вынимают кран **12** из гнезда.

**РИС. 1. Установка для крекинга керосина**

1. Для проверки системы на герметичность открывают краны **11**,**12**. Сначала вода вытекает, затем ее вытекание должно прекратиться. Если не прекратится вытекание воды, нужно проверить плотность соединений системы и снова проверить систему на герметичность. Если система герметична, краны **11**,**12** закрывают, замеряют уровень воды в газометре, воду из кристаллизатора **9** выливают.
2. Включают в сеть автоматический потенциометр с термопарой и трубчатую электропечь, устанавливают напряжение 150В, добиваются температуры в печи **450-500$^0$** С. Включают воду через холодильники **5** и **6**.
3. Как только установится постоянная температура, открывают кран **2** и регулируют подачу керосина по 1-2 капли в сек. (при подаче в течение часа можно подвергнуть крекингу 60-80 мл керосина). Одновременно открывают краны **11** и **12**. Керосин, попадая в трубку **3**, нагревается и испаряется. Под действием тепла на поверхности катализатора **6**, пары подвергаются крекингу, т.е. расщеплению тяжелых углеводородов. Катализатор ускоряет процесс крекинга и позволяет провести его при температуре 450-500$^0$ С. Образовавшиеся пары легких фракций, а так же газы, проходя через холодильники **5** и **6**, охлаждаются. Жидкие продукты конденсируются и собираются в приемнике **7**, а газы - в газометре **8**, вытесняя из него воду. После окончания крекинга выключают печь и дожидаются, когда перестанет капать жидкость в приемник **7**, затем закрывают краны **11-12**.
4. Замеряют объем выделившегося газа по разности отметок уровня воды в газометре (можно и по объему воды, вытекшей в кристаллизатор **9**). Объем жидких продуктов в колбе **7** замеряют и переносят в разгонную колбу **1** (**Рис. 2**) для перегонки.

**Рис. 2. Установка для перегонки смеси углеводородов**

1. Дистиллят крекинга выливают в колбу **1**, вносят кипелки и закрывают ее насадкой Вюрца с термометром **2**. Далее собирают установку по **рис 2**. Включают воду в холодильник **3** и начинают нагревание колбы в песчаной бане **4**, внимательно следя за температурой и собирая получающийся дистиллят в приемник **7**, соединенный с аллонжем **6**.
2. При достижении 170$^0$С замеряют объем бензиновой фракции (выкипающей до 170$^0$ С), заменив приемник **7**. При температуре 230$^0$ замеряют объем лигроина (выкипает в интервале 170-230$^0$ С). В колбе останется газойль. Данные записывают в отчет, вычисляют выход газа и жидких продуктов при крекинге, а так же выход бензина, лигроина и газойля в дистилляте крекинга. Результаты оформляют в виде таблицы №1.

Таблица №1

| Взято керосина (мл) | Получено газообразных продуктов (мл) | Получено жидких продуктов (мл) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Общее кол-во конденсата | Бензиновая фракция (до $170^0$C) | Лигроиновая фракция (170-$230^0$C) | Газойлевая фракция (выше $230^0$C) |
| | | | | | |

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется нефтью, каков ее состав?
2. Назовите крупные месторождения нефти. Отличается ли нефть разных месторождений по составу? Какая особенность башкирской нефти?
3. Изобразите общую схему перегонки нефти.
4. Как осуществляется прямая перегонка нефти? Опишите схему установки и работу ректификационной колонны.
5. Дайте определение крекингу, укажите виды крекинга и их различия.
6. Приведите основные химические реакции, которые протекают при крекинге.
7. Почему увеличение давления при крекинге снижает выход газообразных продуктов?
8. Опишите работу установки термического крекинга.
9. Как осуществляется каталитический крекинг с подвижным катализатором?
10. Что такое «риформинг нефтепродуктов», с какой целью и при каких условиях его проводят?
11. Перечислите продукты нефтепереработки и их применение.
12. Что характеризует октановое число бензина, как его определяют?
13. С какой целью и как проводится очистка нефтепродуктов?

## Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторной работы

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение лабораторных работ ставится на основании знания теоретического материала по теме работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты работы.

Критерии оценки (в баллах*):*

- 5 баллов выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с компьютером и графическими редакторами, применения знания на практике, анализа результатов работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- 4 балла выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной

деятельности и способности анализировать результаты работы, формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- 3 балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- 0-2 балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи

**Экзаменационные билеты**

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 4 курс / 7 семестр

1. Основные направления развития добычи нефти в России
2. Современное состояние нефтегазового комплекса Мира и России;краткие сведения о химическом составе нефти и ее фракций.
3. Распределение групповых углеводородов по фракциям нефти; гетероатомные соединения нефти.
4. . Классификация нефтей; основные направления переработки нефтей и газоконденсатов.
5. Типы физических, термических и каталитических процессов переработки нефти, газовых конденсатов и газов 31
6. Головные процессы переработки нефти; основные виды товарных нефтепродуктов.
7. Характеристика нефти, извлекаемой из скважин; действие примесей.
8. Сбор и подготовка нефти на промыслах; причины образования водонефтяных эмульсий; типы эмульсий нефти. Методы разрушения нефтяных эмульсий.
9. Направление развития нефтепереработки и нефтехимического синтеза.Теория Губкина И.М. – органическое происхождение нефти.
10. Современная техника и технология поиска нефти.
11. Технология сбора, хранения и подготовки нефти на промыслах.
12. Транспортировка нефти, преимущества и недостатки каждого вида.
13. Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов. Основные показатели классификации нефти.
14. Основные требования экологии к переработке нефти.
15. Установки нефтеперерабатывающего завода топливного направления.
16. Установки нефтеперерабатывающего завода масляного направления.
17. Установки нефтеперерабатывающего завода химического направления.
18. Технология обессоливания нефти.
19. Технология атмосферной перегонки нефти. Глубина переработки нефти; типы и схемы установок.
20. Современные установки перегонки нефти и газов.

21. Технология вакуумной перегонки мазута. Вакуумная и глубоковакуумная перегонка мазута в насадочных колоннах.
22. Условия первичной перегонки нефти и мазута.
23. Особенности технологии вакуумной перегонки мазута по масляному варианту; схема одноколонной перегонки мазута.
24. Типы электродегидраторов; схемы обезвоживания и обессоливания нефти.
25. .Общие сведения о перегонке и ректификации; способы перегонки.
26. Вакуумная перегонка мазута в перекрестноточных насадочных колоннах; особенности устройства колонны и насадки. Деление колонн по величине давления.
27. Особенности перегонки с водяным паром; недостатки.
28. .Выбор типа контактных устройств; типы тарелок.
29. Насадочные колонны – требования, предъявляемые к насадкам; работа насадочной колонны.
30. Основные способы конденсации паров.
31. Классификация колонн ректификации.
32. Классификация каталитических процессов и их общая характеристика
33. Общая характеристика процесса каталитического риформинга. Катализаторы риформинга
34. Риформинг для производства автобензина
35. Риформинг для производства ароматических углеводородов
36. Общая характеристика каталитического крекинга. Катализаторы каталитического крекинга
37. Общая характеристика гидрокрекинга. Катализаторы гидрокрекинга
38. Классификация термических процессов и их общая характеристика
39. Промышленные термические процессы переработки дистиллятов АВТ: термический крекинг и висбрекинг
40. Промышленные термические процессы переработки дистиллятов АВТ: коксование
41. Промышленные термические процессы переработки дистиллятов АВТ: Производство битумов
42. Классификация углеводородных газов и их общая характеристика
43. Характеристика конечных продуктов переработки природных и нефтяных газов (первичных)
44. Характеристика конечных продуктов переработки нефтезаводских газов (вторичных)
45. Общие схемы подготовки и переработки углеводородных газов и их краткая характеристика . Очистка газа от вредных примесей
46. Глубокая осушка газа: адсорбционная и абсорбционная
47. Извлечение тяжелых углеводородов: абсорбционное извлечение, низкотемпературная сепарация, низкотемпературная конденсация
48. Стабилизация и переработка газовых конденсатов
49. Подготовка технологических углеводородных газов: осушка, очистка, абсорбция, компрессия и конденсация, ректификация
50. Переработка вторичных предельных газов. Переработка вторичных непредельных газов

Образец экзаменационного билета

| МИНОБРНАУКИ РФ<br>ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ<br>«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»<br>БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ<br>Кафедра биологии, экологии и химии | |
|---|---|
| Дисциплина: Технологии переработки нефти и газа<br>очная форма обучения | Курсовые экзамены 20__-20__ г.<br>Направление 04.03.01 Химия<br>Профиль: Нефтехимия и химическая |

| | |
|---|---|
| 4 курс 7 семестр | технология |
| **Экзаменационный билет № 1**<br>1. Современное состояние нефтегазового комплекса Мира и России;краткие сведения о химическом составе нефти и ее фракций.<br>2. Особенности перегонки с водяным паром; недостатки. | |
| Дата утверждения: __.__._____ | Заведующий кафедрой<br>_____ |

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.
При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.
**Критерии оценки (в баллах):**
- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

**Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме:

7 семестр - экзамен.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

*Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

## Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

*для экзамена:* текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

*для экзамена:*

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**Рейтинг-план дисциплины**

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

| | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **1** | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **2** | | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| **3** | | | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| **4** | | | | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| **5** | | | | | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| **6** | | | | | | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 |
| **7** | | | | | | | 5 | 5 | 4 | 4 |
| **8** | | | | | | | | 5 | 5 | 4 |
| **9** | | | | | | | | | 5 | 5 |
| **10** | | | | | | | | | | 5 |

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 5.1. Основная учебная литература


1. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учеб. пособие / ; под ред. Х. Э. Харлампиди .— Санкт-Петербург: Лань, 2014 .— 384 с.URL:https://e.lanbook.com/book/45973
2. . Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : уч. пособ. для студ. вузов по спец. "Тех. обесп. процессов с/хоз-го произ-ва", "Тех. обесп. мелиорат. и водохоз-х работ", "Материально-тех.обесп. АПК" (соотв. направл. подг. 35.03.06 "Агроинженерия") / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, А. В. Гордеенко ; под ред. А. Н. Карташевича .— Москва ; Минск : ИНФРА-М : Новое знание, 2018 .— 421 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат) .— Электронно-библиотечная система znanium. com .— Библиогр.: с. 414 .— ISBN 978-985-475-705-6(Новое знание) : 1220 р. 00 к. — ISBN 978-5-16-010298-6(ИНФРА-М, print) .— ISBN 978-5-16-102238-2(ИНФРА-М, online).


### 5.2. Дополнительная учебная литература


1. Общая химическая технология : учебник для студ. вузов, обуч. по химико-технолог. направ. подготовки бакалавров и дипломир.спец. / В. С. Бесков .— М. : Академкнига, 2006 .— 452 с. : ил. — (Учебник для вузов) .— ISBN 5-94628-149-6 : 318 р. 00 к.


### 5.3. Другие учебно-методические материалы

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

**Программное обеспечение**

1. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
2. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
3. ACD/ChemSketch - Бесплатная лицензия https://www.acdlabs.com/solutions/academia/
4. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html
5. Математический пакет Scalib - Бесплатная лицензия https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software
6. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс" - Договор №125818-С от 28.04.2026
7. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия https://pascal-abc.ru, http://pascalabc.net
8. Программа для обработки ямр спектров SpinWorks - Бесплатная лицензия https://fen.nsu.ru/nmr/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=4

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий | Вид занятий | Наименование оборудования, программного обеспечения |
|---|---|---|
| Аудитория 11(БФ) | Для курсового проектирования, Для контроля и аттестации | Доска, ибп, коммутатор, компьютер, мебель (столы для коворкинг зоны).<br>Программное обеспечение<br>1. ACD/ChemSketch<br>2. Математический пакет Maxima<br>3. Математический пакет Scalib<br>4. LIBREOFFICE<br>5. Pascalabc, PascalABC.NET<br>6. Операционная система Astra Linux<br>7. Программа для обработки ямр спектров SpinWorks |
| Аудитория 21(БФ) | Для хранения оборудования | Дистиллятор, мебель, средства пожаротушения, учебный набор. |
| Аудитория 22(БФ) | Лекционная, Семинарская, Для контроля и аттестации | Доска, мебель, медицинская аптечка, проектор, средства пожаротушения, учебно-наглядные материалы, химическая посуда, экран. |
| Аудитория 34(БФ) | Для консультаций | Компьютер, мебель, монитор, |

| | | |
|---|---|---|
| | | мфу.<br>Программное обеспечение<br>1. LIBREOFFICE<br>2. Операционная система Astra Linux |
| Аудитория 47(БФ) | Для консультаций | Компьютер, ксерокс, мебель, принтер.<br>Программное обеспечение<br>1. LIBREOFFICE<br>2. Операционная система Astra Linux |
| Читальный зал(ФМ) | Для курсового проектирования, Для самостоятельной работы | Компьютер, ксерокс, мебель, принтер, учебно-методические материалы.<br>Программное обеспечение<br>1. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс"<br>2. LIBREOFFICE<br>3. Операционная система Astra Linux |