

**Приложение 5**

**УТВЕРЖДЕНО**

**приказом ФИЦ КазНЦ РАН**

**01.03.2019 № 7-А**

Разработано и рекомендовано к утверждению  
Ученым советом ИОФХ им. А.Е. Арбузова -  
обособленного структурного подразделения  
ФИЦ КазНЦ РАН

«27» февраля 2019 г., протокол № 3

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Нефтехимия»**

Уровень высшего образования  
Подготовка кадров высшей квалификации  
Направление подготовки

**04.06.01 ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Направленность подготовки:

02.00.13 – Нефтехимия

Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Учебно-тематический план занятий
6. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации, критерии оценки.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

## **1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ**

Виды учебной деятельности: аудиторные занятия - 1 зачетная единицы труда (36 часов), самостоятельная работа – 9 зачетных единиц труда (324 часа), всего – 10 зачетных единиц труда (360 часов).

Форма проведения аудиторных занятий – лекции и консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой текущего контроля является зачет.

Формой промежуточной аттестации является кандидатский экзамен.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

### **2.1 Универсальные компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).

### **2.2 Обще-профессиональные компетенции:**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).

### 2.3 Профессиональные компетенции:

- способность собирать и анализировать мировые научные знания о фундаментальных основах современной химии и формулировать направления самостоятельных исследований (ПК-1);
- владение основами современных методов экспериментальной химии (ПК-2);
- способность обобщать и анализировать полученные результаты и представлять их в виде научных публикаций (ПК-3).

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Нефтехимия» является обязательной и включена в Блок № 1 программы аспирантуры, относящийся к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки. Обучение проводится на втором курсе.

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов «Органическая химия», «Физические методы исследования», «Основы нефтехимии», «Современные химические производства» в рамках магистерской программы образования или специалитета. Владением данными знаниями и умениями устанавливается в ходе вступительных испытаний в аспирантуру.

Аспирант должен обладать навыками самостоятельного освоения изучаемого материала.

В результате освоения дисциплины аспирант должен получить дополнительные знания, умения и навыки. Аспирант должен:

#### ***Знать:***

- химический состав и свойства нефти;
- основные виды нефтехимического сырья, жидких топлив и масел;
- нефтеперерабатывающие и газоперерабатывающие производства;
- основные процессы промышленной переработки нефтехимического сырья;
- современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний;
- методы научных исследований в области химии, правила требований техники безопасности при проведении химических экспериментов.

***Владеть:***

- глубокими, специализированными знаниями, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез инновационных идей;
- навыками сбора, обработки и систематизации информации по теме исследования.

***Уметь:***

- критически анализировать научную литературу с целью самостоятельного выбора направления исследования, самостоятельно составлять план исследования; участвовать в научных дискуссиях;
- определять необходимые средства и методы для выполнения исследования; определять необходимые ресурсы (материальные и нематериальные) для выполнения исследования.

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ****4.1. Химический состав и свойства нефти**

*4.1.1. Происхождение нефти.* Генезис и химическая эволюция нефтей. Органическая теория происхождения нефти. Нефтематеринское вещество и его преобразование в нефть. Биодegradация нефти в природных условиях. Процесс нефтеобразования и химический состав нефти. Биомаркеры. Влияние температуры и природных катализаторов. Минеральная теория происхождения нефти.

*4.1.2. Свойства, состав и классификация нефтей.* Физические свойства нефтей. Химический состав нефти. Фракционный состав нефти. Элементный, индивидуальный и структурно-групповой состав нефти. Классификация нефтей.

*4.1.3. Методы исследования нефтей.* Физические и физико-химические методы. Ректификация. Хроматографические методы. Термическая диффузия. Оптическая спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов. Спектры комбинационного рассеяния. Молекулярная масс- и хроматомасс-спектроскопия. Ядерный магнитный и парамагнитный резонанс.

*4.1.4. Исторический обзор исследований по химии углеводородов нефти.* Работы Д.И. Менделеева, В.В. Марковникова, Д.П. Коновалова, Н.Д. Зелинского, С.С. Наметкина, Б.А. Казанского, А.В. Топчиева и др.

*4.1.5. Нефтяные углеводороды ряда метана (парафины).* Физические и химические свойства парафинов нормального и разветвленного строения. Газообразные парафины. Природный газ. Жидкие и твердые парафины. Парафин и церезин. Изопренаны нефти.

*4.1.6. Нафтены (циклические углеводороды нефти).* Углеводороды ряда циклогексана и циклопентана. Их содержание в нефтях. Важнейшие реакции.

Синтез модельных углеводородов. Бициклические углеводороды нефти. Конденсированные и мостиковые би- и полициклические углеводороды. Адамантан и его гомологи. Тритерпаны, стераны и гопаны. Термодинамическая устойчивость цикланов. Конформационный анализ циклических углеводородов.

*4.1.7. Ароматические углеводороды нефти.* Типы ароматических углеводородов нефти и их определение в нефтях.

*4.1.8. Сернистые соединения нефти.* Характеристика сернистых соединений и их определение в нефтях. Перспективы их практического использования. Содержание серы в различных нефтях и нефтепродуктах.

*4.1.9. Азотистые соединения нефти.* Основные типы, их характеристики и определение в нефтях.

*4.1.10. Кислородные соединения нефти.* Нефтяные кислоты. Характеристика и содержание в нефти.

*4.1.11. Смолистые и асфальтовые компоненты нефти.* Разделение и характеристика.

*4.1.12. Металлосодержащие соединения нефти.* Порфирины. Микроэлементы.

## **4.2. Нефтеперерабатывающая и газоперерабатывающая промышленность, как источник производства основных видов нефтехимического сырья, жидких топлив и масел**

Нефть и газ, как источники производства основной группы исходных веществ для промышленного органического и нефтехимического синтеза (парафинов, олефинов, ароматических углеводородов, ацетилен, оксида углерода и синтез-газа), жидких топлив и смазочных масел.

*4.2.1. Промышленные процессы первичной переработки нефти и газа.* Электрообессоливание и первичная перегонка нефти. Сырьё, характеристика стандартных нефтей, технология переработки и основные продукты. Типовые схемы нефтеперерабатывающих заводов. Переработка природного газа и газовых конденсатов. Переработка попутного газа.

*4.2.2. Каталитический крекинг.* Сырьё и его подготовка. Продукты крекинга. Катализаторы крекинга, строение алюмосиликатов и природа их каталитической активностью. Роль протонной и апротонной кислотности. Цеолиты. Механизм протекающих реакций. Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе крекинга. Промышленные установки каталитического крекинга и основные технологические параметры.

*4.2.3. Каталитический риформинг.* Сырьё и его подготовка. Продукты риформинга. Получение высокооктановых компонентов бензина и ароматических углеводородов. Катализаторы риформинга, основные реакции и механизм каталитического превращения нафтеновых, парафиновых и ароматических углеводородов. Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе риформинга.

Промышленные установки каталитического риформинга и основные технологические параметры.

*4.2.4. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке.* Основное назначение, катализаторы, химические основы и механизм гидрогенизационных процессов. Гидроочистка моторных топлив, смазочных масел, парафинов, вакуумных дистиллятов и вторичных газойлей. Реакторы и технология процессов гидроочистки. Гидрообессеривание нефтяных остатков. Гидрокрекинг бензиновых фракций с получением моторных топлив, сжиженных газов и изопарафиновых углеводородов. Гидрогенизационные процессы в производстве смазочных масел. Гидродеалкилирование и другие гидрогенизационные процессы в производстве ароматических углеводородов.

*4.2.5. Термический крекинг и пиролиз.* Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных рядов и молекулярной массы. Свободно-радикальный механизм термического крекинга углеводородов. Получение светлых нефтепродуктов термическим разложением остаточных фракций, улучшение качества котельного топлива, получение термогазойля и нефтяного кокса. Пиролиз нефтяных фракций и газового сырья для производства низших олефинов и ароматических углеводородов. Переработка газообразных и жидких продуктов пиролиза. Пиролиз метана и других углеводородов для получения ацетилена. Регенеративный, гомогенный и окислительный пиролиз. Электрокрекинг. Состав газов пиролиза и их разделение.

*4.2.6. Производство парафинов.* Производство жидких парафинов депарафинизацией дизельных фракций. Депарафинизация масляных фракций для получения твёрдых парафинов.

*4.2.7. Производство оксида углерода и синтез-газа.* Каталитическая конверсия метана и других углеводородов. Научные основы процесса и технологические параметры. Окислительная конверсия. Высокотемпературная окислительная конверсия углеводородов в отсутствие катализаторов. Очистка синтез-газа, получение концентрированного оксида углерода и водорода.

*4.2.8. Нефтяные топлива.* Общая характеристика основных видов топлива (автомобильное, дизельное, авиационное, реактивное, котельное и др.). Поведение и превращения углеводородов при сгорании в двигателях. Улучшение эксплуатационных свойств топлив с помощью добавок. Антидетонаторы и механизм их действия. Октановое число. Цетановое число.

*4.2.9. Нефтяные масла.* Смазочные масла и их основные характеристики. Синтетические присадки к смазочным маслам (антиокислители, депрессоры, моющие, вязкостные, противоизносные и др.), механизм их действия. Комплексные присадки. Технические масла.

*4.2.10. Проблема замены нефтяного сырья в производстве жидких топлив и масел.* Ограниченность и невозможность нефтяных ресурсов. Возможности и перспективы использования углей, торфа, горючих и битуминозных сланцев, растительного сырья для производства искусственного жидкого топлива.

### 4.3. Основные процессы промышленной переработки нефтехимического сырья

*4.3.1. Процессы галогенирования.* Научные основы процессов галогенирования парафинов, олефинов, ацетилен, ароматических и алкилароматических углеводородов. Заместительное и присоединительное хлорирование. Галогенирующие агенты, катализаторы и инициаторы, условия галогенирования. Термическое, фотохимическое и окислительное галогенирование и механизм этих реакций. Гидрохлорирование олефинов и ацетилен. Получение хлорметанов, хлорэтанов, аллилхлорида, хлорбутенов, хлорпарафинов, винилхлорида, хлор и полихлорбензолов.

*4.3.2. Гидратация олефинов и ацетилен.* Термодинамика, катализаторы и механизмы реакций гидратации. Синтез этанола, изопропанола, втор. и трет.бутанолов, ацетальдегида.

*4.3.3. Процессы алкилирования.* Алкилирование олефинами ароматических углеводородов. Катализаторы, механизм и кинетика реакции. Получение этил, диэтил и изопропил бензолов. Алкилирование бензола высшими олефинами. Алкилароматические пластификаторы, смазочные масла, присадки и сырьё для поверхностно-активных веществ. Алкилирование фенолов, производство стабилизаторов полимеров и масел. Алкилирование парафинов, катализаторы и механизм реакции. Синтез высокооктановых моторных топлив. О-Алкилирование олефинами и ацетиленом. Синтез метил-трет-бутилового эфира, винилацетата и виниловых эфиров спиртов. Винилирование ацетиленом. Синтезы винилацетилен, акрилонитрила и винилпирролидона.

*4.3.4. Димеризация и олигомеризация олефинов.* Катализаторы димеризации и олигомеризации олефинов. Алюминийорганические соединения и синтезы на их основе. Производство линейных  $\alpha$ -олефинов. Синтез линейных первичных спиртов.

*4.3.5. Метатезис (диспропорционирование) олефинов.* Гомогенные и гетерогенные катализаторы. Механизм. Влияние положения кратной связи. Практическое использование и перспективы.

*4.3.6. Процессы окисления и эпоксидирования.* Окислительные агенты (молекулярный кислород, азотная кислота, пероксидные соединения). Радикально-цепное окисление парафиновых и алкилароматических углеводородов. Кинетика и катализ реакции. Получение гидропероксидов трет.бутилбензола, этилбензола и изопропилбензола. Получение спиртов и кислот окислением парафинов. Окисление нафтенов в спирты и кетоны. Окисление метилбензолов в ароматические кислоты. Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов и их производных. Окисление ароматических и других углеводородов с образованием внутренних ангидридов ди- и тетракарбоновых кислот. Окислительный аммонолиз олефинов и других углеводородов с образованием нитрилов. Окисление олефинов с сохранением двойной связи. Получение акролеина. Окисление этилена до оксида этилена. Катализаторы окисления в перечисленных процессах, механизм и кинетика реакций. Комплексообразующий катализ окисления олефинов. Эпоксидирование



олефинов пероксикислотами, пероксидом водорода и гидропероксидами. Получение оксида пропилена и глицидола. Синтез ацетальдегида и винилацетата из этилена.

*4.3.7. Процессы дегидрирования и гидрирования.* Термодинамика реакций дегидрирования и гидрирования. Катализаторы, механизм и кинетика реакций дегидрирования и гидрирования. Каталитическое и термическое дегидрирование. Дегидрирование алкилароматических соединений. Получение стирола,  $\alpha$ -метилстирола, дивинилбензола. Дегидрирование парафинов и олефинов. Получение бутадиена и изопрена. Окислительное дегидрирование олефинов. Гидрирование ароматических углеводородов. Получение циклогексана.

*4.3.8. Синтезы на основе оксида углерода.* Синтез углеводородов из CO и водорода. Катализ, условия и механизм реакции. Синтез спиртов из CO и водорода. Получение метанола. Синтез альдегидов и спиртов C<sub>3</sub>-C<sub>9</sub> из олефинов, CO и водорода (оксосинтез). Синтез карбоновых кислот на основе реакции карбонилирования олефинов, ацетилен и спиртов. Перспективы синтезов с использованием оксида и диоксида углерода.

*4.3.9. Процессы сульфирования, сульфатирования, сульфоокисления и сульфохлорирования.* Сульфлирующие агенты и условия их применения. Механизм реакций. Получение алкилсульфонатов, олефинсульфонатов, алкилбензолсульфонатов, алкилсульфатов. Их значение в синтезе поверхностно-активных веществ. Области применения ПАВ, включая нефтедобычу.

*4.3.10. Процессы нитрования.* Нитрование парафинов, нафтенов и ароматических углеводородов.

## 5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование темы	Аудиторные занятия	Самост. работа	Всего часов
4.1.1	Происхождение нефти	2	8	10
4.1.2.	Свойства, состав и классификация нефтей	2	8	10
4.1.3	Методы исследования нефтей		10	10
4.1.4	Исторический обзор исследований по химии углеводородов нефти		10	10
4.1.5	Нефтяные углеводороды ряда метана (парафины)	2	8	10
4.1.6	Нафтены (циклические углеводороды нефти)	2	8	10
4.1.7	Ароматические углеводороды нефти	2	8	10
4.1.8	Сернистые соединения нефти	2	8	10
4.1.9	Азотистые соединения нефти	2	8	10

4.1.10	Кислородные соединения нефти	2	8	10
4.1.11	Смолистые и асфальтовые компоненты нефти	2	8	10
4.1.12	Металлосодержащие соединения нефти	2	8	10
4.2.1	Промышленные процессы первичной переработки нефти и газа	4	10	14
4.2.2	Каталитический крекинг	2	8	10
4.2.3	Каталитический риформинг	4	8	12
4.2.4	Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке	2	8	10
4.2.5	Термический крекинг и пиролиз	4	10	14
4.2.6	Производство парафинов		12	12
4.2.7	Производство оксида углерода и синтез-газа		12	12
4.2.8	Нефтяные топлива		12	12
4.2.9	Нефтяные масла		12	12
4.2.10	Проблема замены нефтяного сырья в производстве жидких топлив и масел		12	12
4.3.1	Процессы галогенирования		12	12
4.3.2	Гидратация олефинов и ацетилен		12	12
4.3.3	Процессы алкилирования		12	12
4.3.4	Димеризация и олигомеризация олефинов		12	12
4.3.5	Метатезис (диспропорционирование) олефинов		12	12
4.3.6	Процессы окисления и эпоксирирования		12	12
4.3.7	Процессы дегидрирования и гидрирования		12	12
4.3.8	Синтезы на основе оксида углерода		12	12
4.3.9	Процессы сульфирования, сульфатирования, сульфоокисления и сульфохлорирования		12	12
4.3.10	Процессы нитрования		12	12
<b>ИТОГО</b>		<b>36</b>	<b>324</b>	<b>360</b>

## **6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

**6.1. Текущий контроль:** текущий контроль освоения дисциплины проводится регулярно, начиная со второй недели обучения, в форме контроля посещаемости, устного опроса по изучаемой теме. Формой итогового контроля по дисциплине является зачет. Зачет проводится по вопросам.

### ***Вопросы к итоговому контролю***

1. Органическая теория происхождения нефти.
2. Процесс нефтеобразования и химический состав нефти.
3. Химический состав нефти.
4. Фракционный состав нефти.
5. Газообразные парафины. Природный газ.
6. Бициклические углеводороды нефти.
7. Термодинамическая устойчивость цикланов.
8. Определение ароматических углеводородов в нефтях.
9. Содержание серы в различных нефтях и нефтепродуктах.
10. Нефтяные кислоты.
11. Порфирины.
12. Продукты крекинга.
13. Катализаторы крекинга.
14. Продукты риформинга.
15. Получение высокооктановых компонентов бензина и ароматических углеводородов.
16. Гидродеалкилирование и другие гидрогенизационные процессы в производстве ароматических углеводородов.
17. Свободно-радикальный механизм термического крекинга углеводородов.
18. Пиролиз метана и других углеводородов для получения ацетиленов.
19. Каталитическая конверсия метана и других углеводородов.
20. Октановое число.
21. Галогенирующие агенты, катализаторы и инициаторы, условия галогенирования.
22. Термическое, фотохимическое и окислительное галогенирование и механизм этих реакций.
23. Алкилирование олефинами ароматических углеводородов.
24. Винилирование ацетиленом.
25. Синтез линейных первичных спиртов.
26. Метатезис (диспропорционирование) олефинов.
27. Получение спиртов и кислот окислением парафинов.
28. Окисление нафтенных в спирты и кетоны.
29. Окисление метилбензолов в ароматические кислоты.
30. Получение оксида пропиленов и глицидола.

31. Синтез ацетальдегида и винилацетата из этилена.
32. Получение стирола,  $\alpha$ -метилстирола, дивинилбензола.
33. Получение бутадиена и изопрена.
34. Получение циклогексана.
35. Синтез углеводородов из CO и водорода.
36. Получение метанола.
37. Синтез альдегидов и спиртов C<sub>3</sub>-C<sub>9</sub> из олефинов, CO и водорода (оксосинтез).
38. Ситуационные задачи.

### 6.2. Критерии оценки итогового контроля:

«зачтено»	Вопрос раскрыт, приведены конкретные примеры механизмов или соединений, методы доказательства их существования.
«не зачтено»	Вопрос не раскрыт или раскрыт частично, не хватает ключевых примеров и механизмов реакций, методов доказательства их осуществления

**При отсутствии оценки «зачтено» обучающийся не допускается к промежуточной аттестации**

### 6.3. Промежуточная аттестация: кандидатский экзамен по утвержденной программе

Кандидатский экзамен по Органической химии проводится в устной форме по вопросам программы, на экзамене предлагается три вопроса (без билетов). После устного ответа могут заданы дополнительные и уточняющие вопросы, не выходящие за пределы программы кандидатского экзамена.

### 6.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

<b>Отлично</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Все вопросы раскрыты полностью;</li> <li>– Обучающийся владеет основными теориями и глубоко понимает их содержание;</li> <li>– Имеет ясное представление связи теории и практики в рамках излагаемого материала;</li> <li>– Уверенно владеет необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами;</li> <li>– Ясно и четко дает основные определения. Владеет терминологическим и понятийным аппаратом;</li> <li>– Развернуто отвечает на дополнительные вопросы.</li> </ul>
----------------	--

<b>Хорошо</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вопросы раскрыты по существу;</li> <li>– Обучающийся в целом владеет основными теориями и понимает их содержание;</li> <li>– Имеет общее представление о связи теории и практики в рамках излагаемого материала;</li> <li>– Владеет в целом необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами;</li> <li>– В достаточной мере владеет понятийным и терминологическим аппаратом;</li> <li>– Имеет затруднения при ответе на дополнительные вопросы.</li> </ul>
<b>Удовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вопросы раскрыты, но не полностью;</li> <li>– Слабое понимание связи теории и практики;</li> <li>– Обучающийся может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, но имеет затруднения при решении некоторых задач;</li> <li>– Обучающийся не демонстрирует уверенного владения понятийным и терминологическим аппаратом;</li> <li>– Дополнительные вопросы вызывают затруднение.</li> </ul>
<b>Неудовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Большая часть вопросов не раскрыта;</li> <li>– Обучающийся не может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, не может применить теорию при решении конкретных задач;</li> <li>– Нет ответов на дополнительные вопросы.</li> </ul>

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### *7.1. Литература*

(жирным шрифтом выделена основная литература)

1. Арутюнов, Ю.И. Хроматографическое измерение состава нефтяных газов / М.: Недра, 1987. - 264с.
2. Белов П.С. Экология производства химических продуктов из углеводородов нефти и газа. – М.: Химия, 1991. – 253 с.
- 3. Березин, Д.Б. Макроциклический эффект и структурная химия порфиринов / Д.Б. Березин. – М.: КРАСАНД, 2010. – 424 с.**
4. Большаков, Г.Ф. Сераорганические соединения нефти / Новосибирск: Наука, Сиб. Отд-ние, 1986. -246с

5. Данилов, А.М. Книга для чтения по переработке нефти / А.М. Данилов. – СПб.: Химиздат, 2012. – 352 с.: ил.
6. Другов, Ю.С. и др. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов практическое руководство / М.: БИНОМ. Лаб. Знаний, 2009. -270с.
7. Дубовкин Н.Ф., Брещенко Е.М. Легкие моторные масла и их компоненты. – М.: Химия, 1999. – 480 с.
8. Евдокимов И.Н. Нанотехнологии управления свойствами природных нефтегазовых флюидов. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 363 с.
9. Жидкие углеводороды и нефтепродукты / Л.П. Филиппов и др.; под ред. М.И. Шахпаронова. - м.: Изд-во моск-го ун-та, 1989. - 193с.
10. Камьянов, В.Ф. и др. Гетероатомные компоненты нефтей / Новосибирскб Наука, 1983. - 238с.
11. Каюкова, Г.П. Органическая геохимия осадочной толщи и пород фундамента территории Татарстана / Г.П. Каюкова. – М.: ГЕОС, 2009. – 486 с. (3 экз.)
12. Комплексное освоение тяжелых нефтей и природных битумов пермской системы Республики Татарстан / Р. Х. Муслимов [и др.]. – Казань: Изд-во "Фэн" Академии наук РТ, 2012. - 396 с. (2 экз.)
13. Леффлер, У.Л. Переработка нефти / 2-е изд-ние пересмотренное; пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 224 с.
14. Магарил, Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти :Учебн. пособие для вузов по специальности «Химич. технология переработки нефти и газа» / Р.З. Магарил. – М.: КДУ, 2008. – 280 с. (+1 экз. издание 1985 г.; +1 экз. издание 1976 г.)
15. Марушкин Б.К. Избранные труды. – Уфа: Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2008. – 520 с. – Серия «Библиотека нефтепереработчика».
16. Михайлов Н.Н. Остаточное нефтенасыщение разрабатываемых платов. – М.: Недра, 1989. – 270 с.
17. Нефедов, Б.К. и др. Катализаторы процессов углубленной переработки нефти / М.: Химия, 1992. - 265с
18. Нефтегазоносность республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений, в 2 т. - Казань : Фэн, 2007
19. Николаев В.Ф. Методы определения состава и модели описания физико-химических и эксплуатационных свойств многокомпонентных смесей. - Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. - 180 с.
20. Николаев В.Ф. Экспресс-методы тестирования композиционных продуктов нефтепромысловой химии и моторных топлив. - М-во образ. и науки России; Казан. нац. исслед. ун-т: Изд-во КНИТУ, 2012. 124 с.

21. Петрова, Л.М. **Формирование состава остаточных нефтей / Казань: Изд-во "Фэн" АН РТ, 2008. – 204 с. (2 экз.)**
22. Подвинцев, И.Б. **Нефтепереработка. Практический вводный курс: учеб. пособие / И.Б. Подвинцев. – Долгопрудный: Изд. Дом «Интеллект», 2011. – 120 с**
23. **Поспелов, В.В. Кристаллический фундамент: геолого-геофизические методы изучения коллекторского потенциала и нефтегазоносности / В.В. Поспелов. – М., Ижевск: Ин-т компьютерных исслед.; НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2005. – 206 с.**
24. Робертс Дж. и др. Основы органической химии. В 2-х томах. - М.: Мир, 1978 (2 экз. + 3 экз. издание 1968 г.)
25. Рыбак Б.М. Анализ нефти и нефтепродуктов. Изд. 5-е, доп. и перераб. М., Гостоптехиздат, 1962.
26. Смидович, Е.В. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов: Учебник для вузов по спец. «Химич. технол. переработки нефти и газа» . Ч. 2 / Изд. 3-е. перераб. и доп. – М., 1980. – 328 с.
27. Современные методы исследования нефтей (Справочно-методическое пособие). Н.А. Абрютин, В.В. Абушаева, О.А. Арефьев и др. Л.: Недра. Ленингр. отд-ие 1984. - 431с.
28. Структура растворов и дисперсий: свойства коллоидных систем и нефтяных растворов полимеров / Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988.— 176 с.
29. Тимофеев, В.С., Серафимов, Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: Учебн. пособие для вузов по спец. «Химич. технол. органич. веществ». – М.: Химия, 1992. – 432 с.
30. **Туманян, Б.П. Научные и прикладные аспекты теории нефтяных дисперсных систем / М.: Техника, ТУМА ГРУПП, 2000. - 336с.**
31. Унгер Ф.Г., Андреева Л.Н. Фундаментальные аспекты химии нефти: Природа смол и асфальтенов. – Новосибирск: ВО Наука, 1995. – 187 с.
32. Химия и геохимия пермских битумов Татарстана / Каюкова Г.П., Романов Г.В., Муслимов Р.Х.. – М.: Наука, 1999. – 304 с. (3 экз.)
33. Химия нефти: Руководство к лабораторным занятиям. – Л.: Химия, Ленин. отд-ние, 1990. – 240 с.

## *7.2. Электронные ресурсы*

- ✓ Электронная платформа издательства American Chemical Society - <http://www.pubs.acs.org>
- ✓ Электронная платформа издательства Taylor&Francis - <http://www.informaworld.com>
- ✓ Электронная платформа издательства - [http:// www.scitation.aip.org](http://www.scitation.aip.org)

- ✓ Электронная платформа издательства Royal Society of Chemistry - <http://www.rsc.org>
- ✓ Электронная платформа издательства WILEY-BLACWALL - <http://www.interscience.wiley.com>
- ✓ Электронная платформа издательства SPRINGER - <http://www.springerlink.com>
- ✓ Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru>
- ✓ Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.sciencedirect.com>
- ✓ Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.scopus.com>  
(Реферативно-поисковая база данных Scopus)

## **8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные занятия и консультации, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче кандидатских экзаменов проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки и/или конференц-залы), оборудованных мебелью (столы, стулья), классной доской (меловой), компьютером, проектором для демонстрации презентаций.