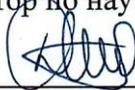


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –
проректор по научной деятельности


_____ Д.А. Таурский

« 9 _____ 2024 г.



Программа
кандидатского экзамена
по научной специальности 1.4.12 Нефтехимия

Цель и задачи кандидатского экзамена по специальности 1.4.12 Нефтехимия.

Цель.

Определить уровень общей личностной культуры, профессиональной компетентности, теоретической подготовленности, установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности аспиранта (соискателя) к самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химических наук

Задачи.

- выявить степень готовности аспиранта к осуществлению научно-исследовательской деятельности в российских и международных исследовательских коллективах с использованием современных методов и технологий научной коммуникации;
- оценить умение аспиранта работать с большими массивами текстов с целью извлечения и использования профессионально значимой информации.

Основные требования.

Аспирант (соискатель) должен четко ориентироваться во всех разделах специальной дисциплины, содержащихся в ее рабочей программе. Необходимо твердо знать теоретическое содержание данных разделов, уметь использовать знания при решении практических задач, свободно ориентироваться в современной литературе и электронных источниках при необходимости поиска актуальной информации.

Экзаменуемый должен грамотно строить свою речь, понятно излагать решение технических проблем в своей области, уметь логически верно доказывать основные утверждения.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине сдается по программе, состоящей из двух частей: типовой программы - минимум по специальности, разрабатываемой в Институте, и дополнительной программы, разрабатываемой соответствующей кафедрой. Дополнительная программа должна включать новые разделы, связанные с направлением исследований аспиранта (соискателя), а также учитывать последние достижения в данной отрасли науки и новейшую литературу. Дополнительная программа утверждается на заседании Ученого совета института.

Порядок проведения кандидатского экзамена.

Кандидатский экзамен проводится по билетам в форме письменного ответа и устного опроса. Для подготовки ответа экзаменуемые используют экзаменационные листы. Время для подготовки ответа – 60 минут.

Критерии оценивания.

Для оценки ответов на кандидатском экзамене по специальной дисциплине «1.4.12 Нефтехимия» программы аспирантуры учитываются следующие критерии:

- теоретическая точность;
- полнота содержания;
- использование собственных суждений и оценок;
- умение отстаивать свою позицию;
- грамотное изложение материала.

Отлично

Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной данной программой, усвоил взаимосвязь основных понятий нефтехимии в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. Оценка «отлично»

допускается при отсутствии или недостаточном проявлении одного из указанных критериев в общем ответе по экзаменационному билету.

Хорошо

Обучающийся обнаружил полное знание вопросов нефтехимии, успешно выполнил предусмотренные задания, показал систематический характер знаний в области нефтехимии и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Оценка «хорошо» может быть выставлена при отсутствии двух критериев в ответе экзаменуемого.

Удовлетворительно

Обучающийся обнаружил знание основ нефтехимии в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, знаком с основной литературой, рекомендованной данной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Неудовлетворительно

Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основ нефтехимии, допустил принципиальные ошибки в выполнении заданий и не способен продолжить обучение по нефтехимии.

Вопросы программы кандидатского экзамена по научной специальности 1.4.12 Нефтехимия.

1. Химический состав и свойства нефти

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.

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

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.

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.

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. Изопрены нефти.

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.

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

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

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

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

Смолистые и асфальтовые компоненты нефти. Разделение и характеристика. Металлсодержащие соединения нефти. Порфирины. Микроэлементы.

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.

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

Каталитический крекинг. Сырье и его подготовка. Продукты крекинга. Катализаторы крекинга, строение алюмосиликатов и природа их каталитической активности. 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.

Каталитический риформинг. Сырье 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.

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.

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 ацетилен. Регенеративный, гомогенный и окислительный пиролиз. Электрокрекинг. Состав газов пиролиза и их разделение.

Производство парафинов. Производство жидких парафинов депарафинизацией дизельных фракций. Депарафинизация масляных фракций для получения твердых парафинов.

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.

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. Антidetонаторы и механизм их действия. Октановое число. Цетановое число.

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.

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

3. Основные процессы промышленной переработки нефтехимического сырья

Процессы галогенирования. Научные основы процессов галогенирования парафинов, олефинов, ацетиленов, 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 ацетиленов. Получение хлорметанов, хлорэтанов, аллилхлорида, хлорбутенов, хлорпарафинов, винилхлорида, хлор- и полихлорбензолов.

Гидратация олефинов и ацетиленов. Термодинамика, катализаторы и механизмы реакций гидратации. Синтез этанола, изопропанола, втор- и трет-бутанолов, ацетальдегида.

Процессы алкилирования. Алкилирование олефинами ароматических углеводородов. Катализаторы, механизм и кинетика реакции. Получение этил-, диэтил- и изопропилбензолов. Алкилирование бензола высшими олефинами. Алкилароматические пластификаторы, смазочные масла, присадки и сырье 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 винилацетиленов, акрилонитрила и винилпирролидона.

Димеризация и олигомеризация олефинов. Катализаторы димеризации и олигомеризации олефинов. Аллюминийорганические соединения и синтезы на их основе. Производство линейных α -олефинов. Синтез линейных первичных спиртов.

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

Процессы окисления и эпоксидирования. Окислительные агенты (молекулярный кислород, азотная кислота, пероксидные соединения). Радиально-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. Металлокомплексный катализ окисления олефинов. Эпоксидирование олефинов пероксикислотами, пероксидом водорода и гидропероксидами. Получение оксида пропиленов и глицидола. Синтез ацетальдегида и винилацетата из этилена.

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, α -метилстирола, дивинилбензола. Дегидрирование парафинов и олефинов. Получение бутадиена и изопрена. Окислительное дегидрирование олефинов. Гидрирование ароматических углеводородов. Получение циклогексана.

Синтезы на основе оксида углерода. Синтез углеводородов из СО и водорода. Катализ, условия и механизм реакции. Синтез спиртов из СО и водорода. Получение метанола. Синтез альдегидов и спиртов С3-С9 из олефинов, СО и водорода (оксосинтез). Синтез карбоновых кислот на основе реакции карбонилирования олефинов, ацетилен и спиртов. Перспективы синтезов с использованием оксида и диоксида углерода.

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

Процессы нитрования. Нитрование парафинов, нафтен и ароматических углеводородов.

Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы кандидатского экзамена в аспирантуру по научной специальности 1.4.12 Нефтехимия.

Основная литература.

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа: учебное пособие / В.Д. Рябов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 311 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1017513. - ISBN 978-5-16-015106-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1876804> (дата обращения: 26.12.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учебное пособие / С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигуров, С.А. Синицин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. — 416 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-512-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1851657> (дата обращения: 24.02.2022). – Режим доступа: по подписке.
3. Власов, В. Г. Подготовка и переработка нефтей: учебное пособие / В. Г. Власов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. - 328 с. - ISBN 978-5-9729-0561-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1835998> (дата обращения: 26.12.2022). – Режим доступа: по подписке.
4. Шрамм, Л.Л. Поверхностно-активные вещества в нефтегазовой отрасли: состав, свойства, применение / Л.Л. Шрамм; под ред. М.С. Подзоровой, В.Р. Магадова. — Санкт-Петербург: ЦОП «Профессия», 2018. — 592 с. - ISBN 978-5-91884-095-5.1045. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045679> (дата обращения: 26.12.2022). – Режим доступа: по подписке.
5. Подвинцев, И. Б. Нефтепереработка и нефтехимия. Вводный курс: учебное пособие / И. Б. Подвинцев. - Долгопрудный: Интеллект, 2020. - 208 с. - ISBN 978-5-91559-282-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1238961> (дата обращения: 26.12.2022). – Режим доступа: по подписке.
6. Пиковский, Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде: монография / Ю. И. Пиковский. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 207 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-011190-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032987> (дата обращения: 26.12.2022). – Режим доступа: по подписке.
7. Манжай, В.Н. Нефтяные дисперсные системы: учеб. пособие / В.Н. Манжай, Л.В. Чеканцева ; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 148 с. - ISBN 978-5-4387-0720-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043930> (дата обращения: 26.12.2022). – Режим доступа: по подписке.
8. Головкин, А. К. Нефтяные алкилароматические углеводороды: монография / А. К. Головкин; под ред. д. х. н., члена-корреспондента РАН Ю. В. Савиных. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 248 с. - ISBN 978-5-9729-0887-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1904183> (дата обращения: 26.12.2022). – Режим доступа: по подписке.
9. Савиных, Ю. В. Кислородсодержащие соединения в нефтях и битумах : монография / Ю. В. Савиных. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. - 160 с. - ISBN 978-5-9729-0752-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1835958> (дата обращения: 26.12.2022). – Режим доступа: по подписке.

10. Власов, В. Г. Гидрогенизационная переработка нефтяных фракций: учебное пособие / В. Г. Власов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. - 156 с. - ISBN 978-5-9729-0560-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1835990> (дата обращения: 26.12.2022). - Режим доступа: по подписке.
11. Тупикин, Е. И. Общая нефтехимия: учебное пособие для вузов / Е. И. Тупикин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-8731-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179621> (дата обращения: 26.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Котова, Н. В. Прикладная нефтехимия: учебное пособие / Н. В. Котова, М. В. Журавлёва, М. Н. Сайфутдинов. — Казань: КНИТУ, 2011. — 125 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13317> (дата обращения: 26.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
13. Каталитические процессы нефтехимии и нефтепереработки: учебное пособие / М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова [и др.]. — Казань: КНИТУ, 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-7882-2551-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166155> (дата обращения: 26.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература.

1. Ветошкин, А. Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов: Учебное пособие / Ветошкин А.Г. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2019. - 380 с.: ISBN 978-5-9729-0234-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989532> (дата обращения: 26.12.2022). - Режим доступа: по подписке.
2. Линник, Ю. Н. Технологические основы добычи и переработки топливно-энергетических ресурсов: учебник / Ю. Н. Линник, В. Ю. Линник, В. Б. Воронцов; под общ. ред. Ю.Н. Линника. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 457 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015474-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1035676> (дата обращения: 26.12.2022). - Режим доступа: по подписке.
3. Воробьева, Л.В. Основы нефтегазового дела: учеб. пособие / Л.В. Воробьева; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. - 202 с. - ISBN 978-5-4387-0767-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043888> (дата обращения: 26.12.2022). - Режим доступа: по подписке.
4. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение: практическое руководство / К. Р. Ланге; под науч. ред. Л. П. Зайченко. - Санкт-Петербург: Профессия, 2016. - 240 с. - ISBN 5-93913-068-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895904> (дата обращения: 26.12.2022). - Режим доступа: по подписке.
5. Брыляков, К. П. Курс лекций по химической кинетике: учебное пособие / К. П. Брыляков, А. А. Антонов. - Долгопрудный: Интеллект, 2022. - 288 с. - ISBN 978-5-91559-298-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870050> (дата обращения: 26.12.2022). - Режим доступа: по подписке.
6. Гулиянц, С. Т. Инновационные технологии в нефтехимии и решение экологических проблем: монография / С. Т. Гулиянц. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. — 238 с. — ISBN 978-5-9961-0781-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/55426> (дата обращения: 26.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Медведева, Ч. Б. Энерго- и ресурсосберегающие технологии глубокой переработки углеводородного сырья при производстве крупнотоннажной продукции нефтехимии (Ароматические углеводороды): учебно-методическое пособие / Ч. Б. Медведева. — Казань: КНИТУ, 2018. — 80 с. — ISBN 978-5-7882-2404-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138478> (дата обращения: 26.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Информационное обеспечение.

Методы переработки нефти – <https://neftegaz.ru/science/petrochemistry/332108-metody-pererabotki-nefti/>

Основные технологические процессы топливного производства. Нефтепереработка кратко – <https://neftegaz.ru/science/pererabotka/332243-osnovnye-tehnologicheskie-protsessy-toplivnogo-proizvodstva-neftepererabotka-kratko/>

Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти – <https://www.geokniga.org/books/11170>

Технология переработки нефти. Часть вторая. Деструктивные процессы – <https://www.geokniga.org/books/11171>

Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. – https://www.studmed.ru/gurevich-il-tehnologiya-pererabotki-nefti-i-gaza-chast-1_1665daa7540.html

Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти – https://www.studmed.ru/magaril-rz-teoreticheskie-osnovy-himicheskikh-processov-pererabotki-nefti_aa4c223d577.html

Технология глубокой переработки нефти и газа. Учебное пособие для вузов - <https://www.geokniga.org/books/11386>