

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. Тагорский

« 2 » _____ 2022 г.



Программа вступительного испытания по специальности

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации

Тип образовательной программы: программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Научная специальность: 1.4.12 Нефтехимия

Форма обучения: очная

Общие указания

Вступительные испытания по научной специальности аспирантуры 1.4.12 Нефтехимия охватывают стандартные разделы университетских курсов, посвященных химии природных энергоносителей и технологиям переработки природных энергоносителей и углеродных материалов. Также проверяются базовые знания органической химии. Вопросы и структура билетов вступительного испытания приведены ниже.

Порядок проведения вступительных испытаний

Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. В каждом экзаменационном билете по 2 вопроса. Экзамен проходит в письменной форме. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (45 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

Критерии оценивания

Оценка поступающему за письменную работу выставляется в соответствии со следующими критериями.

Отлично (81-100 баллов)

Поступающий 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 химии природных энергоносителей и процессов их переработки, глубоко освоил их значение для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Хорошо (61-79 баллов)

Поступающий обнаружил полное знание вопросов химии природных энергоносителей и процессов их переработки, успешно ответил на предусмотренные вопросы, показал систематический характер знаний в области химии природных энергоносителей и процессов их переработки и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Удовлетворительно (41-59 баллов)

Поступающий обнаружил знание основ химии природных энергоносителей и процессов их переработки в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с ответами на вопросы в билете, 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 (40 и менее баллов)

Поступающий обнаружил значительные пробелы в знаниях основ химии природных энергоносителей и процессов их переработки, допустил принципиальные ошибки в выполнении в ответах на вопросы и не способен продолжить обучение по нефтехимии.

Вопросы программы вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.4.12 Нефтехимия

Раздел 1 ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

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

2. Алканы нефти. Газообразные алканы. Алканы легких фракций нефти. Изопреноидные углеводороды нефти. Твердые алканы. Свойства алканов. Методы выделения алканов из нефтепродуктов.

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

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

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

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

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

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

Раздел 2 Технология переработки природных энергоносителей и углеродных материалов

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

2. Атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Характеристика продуктов атмосферной и вакуумной перегонки.

3. Термический крекинг. Характеристика исходного сырья и получаемых продуктов. Влияние температуры, давления, времени контакта на состав и выходы продуктов. Технологические схемы, режимы, материальные балансы.

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

5. Производство ацетилена из углеводородов. Производство ацетилена.

6. Каталитический крекинг. Значение этого процесса в современной технологии переработки нефти. Влияние условий проведения процесса на состав и выходы получаемых продуктов. Катализаторы, их состав, строение, методы приготовления. Технологические схемы, режимы, материальные балансы.

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

8. *Изомеризация*. Назначение процесса, катализаторы технологическая схема, режим, материальный баланс.

9. *Гидроочистка и гидрокрекинг*. Гидрогенизационные процессы - гидроочистка и гидрокрекинг. Механизм удаления из нефтепродуктов серы, азота, кислорода, непредельных соединений, металлов. Катализаторы. Технологические схемы, режимы, материальные балансы.

10. *Переработка природных, попутных и нефтезаводских газов*. Составы природных, попутных и нефтезаводских газов, их характерные особенности. Сероочистка. Разделение газов.

11. *Методы получения водорода и синтез - газа*.

12. *Свойства тяжелого нефтяного сырья*. Компонентный состав тяжелого нефтяного сырья (ТНС). Элементный состав ТНС, углеводородный состав, понятие ароматичность, гетероатомные соединения, парамагнетизм ТНС. Коллоидно - химические свойства ТНС.

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

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

15. *Химические методы переработки тяжелого нефтяного сырья*. Термические процессы переработки ТНС. Типы и назначение термических процессов. Теоретические основы термических процессов переработки ТНС - закономерности жидкофазного термолиза нефтяных остатков.

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

17. *Термоокислительные процессы переработки тяжелых нефтяных остатков*. Научные основы процесса получения нефтяных битумов окислением гудронов.

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

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

20. *Обогащение твердых горючих ископаемых*. Обогащение гравитационными методами, флотацией. Обезвоживание, сушка. Технологические схемы обогащения.

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

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

23. *Переработка коксового газа и смолы*. Охлаждение газов, очистка от твердых частиц и паров смолы. Улавливание соединений азота, серы, кислорода, извлечение ароматических углеводородов. Методы переработки очищенных газов. Использование жидких продуктов,

образующихся при термической переработке твердых горючих ископаемых. Состав смол, их очистка и разделение.

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

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

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

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

Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.4.12 Нефтехимия

Основная литература:

1. Тупикин, Е. И. Общая нефтехимия: учебное пособие / Е. И. Тупикин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-4105-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115198> (дата обращения: 08.10.2021). — Режим доступа: по подписке.
2. Мерчева, В. С. Химия горючих ископаемых: учебник / В. С. Мерчева, А. О. Серебряков, О. И. Серебряков. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 336 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009812-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032231> (дата обращения: 08.10.2021). — Режим доступа: по подписке.
3. Современные технологии интенсификации добычи высоковязкой нефти и оценка эффективности их применения: учеб. пособие / Д.Г. Антониади [и др.]. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - 420 с. - ISBN 978-5-9729-0356-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1049155> (дата обращения: 08.10.2021). — Режим доступа: по подписке.
4. Загкейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А. Ю. Загкейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Логос, 2020. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1212487> (дата обращения: 08.10.2021). — Режим доступа: по подписке.
5. Урьев, Н. Б. Физико-химическая динамика дисперсных систем и материалов. Фундаментальные аспекты, технологические приложения: Учебное пособие/Н.Б.Урьев - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 232 с. ISBN 978-5-91559-156-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/512561> (дата обращения: 08.10.2021). — Режим доступа: по подписке.
6. Голубева, И. А. Газоперерабатывающие предприятия России: монография / И. А. Голубева, И. В. Мещерин, Е. В. Родина; под редакцией А. Л. Лапидуса. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 456 с. — ISBN 978-5-8114-3294-3. — Текст: электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109503> (дата обращения: 08.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

7. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа: учеб. пособие / В.Д. Рябов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2019. — 335 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-8199-0847-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/940691> (дата обращения: 08.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Подвинцев, И. Б. Нефтепереработка: практический вводный курс: учебное пособие / И. Б. Подвинцев. — 2-е изд. перераб. и доп. — Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2015. - 160 с. - ISBN 978-5-91559-190-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/552767> (дата обращения: 08.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Фахретдинов, П.С. Исследование свойств нефтей и природных битумов [Текст: электронный ресурс]: учебное пособие по "Химии нефти и газа" / П. С. Фахретдинов, И. М. Абдрафикова, И. И. Мухаматдинов; Казан. федер. ун-т, Ин-т геологии и нефтегазовых технологий, Каф. высоковязких нефтей и природных битумов.— Электронные данные (1 файл: 1,8 Мб).— (Казань: Казанский федеральный университет, 2015).— Загл. с экрана.— Для 4-го и 5-го семестров.— Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2015. — Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ. http://libweb.kpfu.ru/ebooks/03-IGNG/03_117_001014.pdf (дата обращения: 08.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Кемалов Р.А. Технологии получения и применения метанола: учебное пособие / Р.А. Кемалов, А.Ф. Кемалов Р. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2016. - 167 с. [Электронный ресурс]. - http://repository.kpfu.ru/?p_id=131620.

4. Гайнуллин В.И. Современные методы испытаний автомобильных бензинов: учебно-методическое пособие / В.И. Гайнуллин, Д.З. Валиев. – Казань: Казан. ун-т, 2016. – 192 с. [Электронный ресурс]. http://repository.kpfu.ru/?p_id=131823

5. Мухаматдинов И.И. Машины и оборудование нефтегазового производства: учебное пособие / И.И. Мухаматдинов, А.И. Набиев, под ред. профессора А.Ф. Кемалова. – Казань: Казан. ун-т, 2016. – 327 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/34441>

6. Мазгаров, А.М. Сернистые соединения углеводородного сырья / А.М. Мазгаров, О.М. Корнетова – Казань: Казан. ун-т, 2015. – 36 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/27447/03-IGNG_001161.pdf?sequence=1&isAllowed=y

7. Пиковский, Ю. И. Основы нефтегазовой геоэкологии: учебное пособие / Ю. И. Пиковский, Н. М. Исмаилов, М. Ф. Дорохова; под ред. А. Н. Геннадиева. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 401 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010112-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088890> (дата обращения: 08.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

8. Тетельмин, В. В. Реология нефти: учебное пособие / В. В. Тетельмин. - 2-е изд. дополн. — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2015. — 248 с: ил. (Серия «Нефтегазовая инженерия»). - ISBN 978-5-91559-193-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/552454> (дата обращения: 08.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

9. Химические основы экологии: учебное пособие / В. Ю. Орлов, А. Д. Котов, А. И. Русаков, И. В. Волкова. — Москва: Лаборатория знаний, 2018. — 350 с. — ISBN 978-5-00101-611-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110198> (дата обращения: 08.10.2021). – Режим доступа: по подписке.