

**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. Таюрский

« 26 \_\_\_\_\_ 2022 г.



**Программа вступительного экзамена 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 экзаменационных билетов 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 экзамена 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 нафтеннов.

**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 со-

единений, металлов. Катализаторы. Технологические схемы, режимы, материальные балансы.

10. *Переработка природных, попутных и нефтяных газов.* Составы природных, попутных и нефтяных 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 погонных 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 термического разложения 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. Аппаратурное 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 экзамена 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](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](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](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](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.