

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. АЛЬ-ФАРАБИ**

Утверждено на заседании  
Академического комитета  
КазНУ им. аль-Фараби  
протокол № 6 от «22» июня 2020 г.  
Проректор по учебной работе  
Хикметов А.К.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ДОКТОРАНТУРУ PhD ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
8D07101 – «Нефтехимия»**

**АЛМАТЫ 2020**

Программа составлена в соответствии с Государственным общеобразовательным стандартом по специальности «**6Д073900-Нефтехимия**». Программа составлены д.х.н., проф.Аубакировым Е.А., к.х.н., доц.Ташмухамбетовой Ж.Х.

Программа рассмотрена на заседании кафедры  
Протокол №\_\_\_\_\_ от\_\_\_\_ 2020 г.

Зав.кафедрой: проф.Аубакиров Е.А. \_\_\_\_\_

Одобрена на заседании методбюро факультета  
Протокол №\_\_\_\_ от\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель методбюро: Мангазбаева Р.А.\_\_\_\_\_

Утверждена на заседании Ученого совета  
Протокол №\_\_\_\_ от\_\_\_\_ 2020 г.  
Председатель Ученого совета,  
декан факультета: Тасибеков Х.С. \_\_\_\_\_

Ученый секретарь Тусупбекова А.С.\_\_\_\_\_

## **1. Цели и задачи вступительного экзамена по специальности 6D073900 - Нефтехимия:**

Цель программы: максимально объективная оценка уровня теоретической подготовки в области нефтехимии претендентов на обучение в докторантуре по специальности «Нефтехимия».

Задачи:

- выявление у претендентов уровня знаний основных этапов развития нефтехимии;
- определение у претендентов понимания основных закономерностей, лежащих в основе нефтехимии;
- выявление умения претендентов четко формулировать ответы на поставленные вопросы в области нефтехимии;
- определение уровня знаний и понимания современных трендов развития нефтехимии;
- выявление знания претендентов технологических схем основных производств в области нефтехимии;

«Форма вступительного экзамена – комбинированный письменно-устный экзамен. Экзаменующиеся записывают свои ответы на вопросы экзаменационного билета на листах ответов, отвечают экзаменационной комиссии устно. В случае апелляции основанием для рассмотрения являются письменные записи в листе ответов.

## **2. Требования к уровню подготовки лиц, поступающих в докторантуре PhD. Выпускники магистратуры:**

- должны обладать глубокими системными знаниями и уметь критически оценивать проблемы, подходы и тенденции в области нефтехимии, нефтепереработке, нефтехимического и органического синтеза;
- должны применять современные методы и технику экспериментов в своих научных исследованиях;
- должны уметь находить оригинальное применение существующим знаниям для создания и интерпретации нового знания в инновационных технологических процессах и нефтехимических производствах;
- должны уметь оценивать методологические подходы, осуществлять их критический анализ и при необходимости предлагать новые способы, совершенствующие нефтехимические и технологические процессы;
- должны осуществлять креативный подход к решению сложных научных и производственных проблем, уметь делать обоснованные и критические выводы и излагать свои заключения;
- должны проявлять самостоятельность и оригинальный подход при решении технологических проблем планирования и решения профессиональных задач технологии переработки углеводородного сырья и получения нефтепродуктов и органических веществ, технологических проблем нефтехимических производств;
- должны постоянно развивать свои знания и личностные качества, необходимые для успешного трудоустройства и карьерного роста.

### **3. Пререквизиты образовательной программы:**

1. «Технология гетеролитических и гомолитических процессов нефтепереработки (4 кредита)
2. «Катализ, каталитические процессы и реакторы» (3 кредита)
3. «Избирательность и стереоспецифичность катализаторов в нефтехимии» (2 кредита)
4. «Современные аспекты нефтехимии» (2 кредита)

### **4. Перечень экзаменационных тем**

#### ***Дисциплина «Катализ, каталитические процессы и реакторы»***

Важнейшие понятия и термины катализа. Активность, селективность и удельная поверхность гетерогенных катализаторов. Общий механизм каталитического действия. Катализ и химическое равновесие. Адсорбция, ее роль в катализе. Физико-химические основы адсорбции. Виды адсорбции. Подвижность адсорбционного слоя. Скорость и время адсорбции. Изотерма адсорбции Лангмюра и выводы из нее проистекающие.

Энергетика физической и химической адсорбции. Хемосорбция. Специфичность физической и химической адсорбции. Методы определения типа адсорбции. Энергетические взаимоотношения физической адсорбции и хемосорбции. Энергия адсорбции. Общие закономерности и особенности диффузии. Диффузия и реакция. Характеристика различных областей протекания процесса. Характеристическая макроскопическая скорость и диффузионный поток. Скорость центра масс. Средняя молекулярная и объемная скорости. Термо- и бародиффузия. Диффузия в твердых телах. Влияние давления и концентрации реагентов на скорость диффузии в твердых телах. Поверхностная диффузия. Диффузия газов в металлах. Критерии существования внешнедиффузионной области. Внешнедиффузионное торможение и разогрев внешней поверхности катализатора. Пути устранения внешней диффузии. Ее использование в промышленности. Аксиальная диффузия. Распределение потоков в насыщенном слое катализатора. Критерии существования внутридиффузионной области. Внутридиффузионное торможение и внутренний разогрев катализатора. Способы устранения внутренней диффузии. Фактор эффективности работ зерна катализатора, модуль Тиле. Зависимость фактора эффективности от модуля Тиле для зерен различной геометрии. Основные теории катализа. Современное состояние теории предвидения каталитического действия. Теория активных центров Тейлора теория промежуточных соединений и состояний. Их достоинства и недостатки.

Мультиплетная теория катализа Баландина. Принципы геометрического и энергетического соответствия реагентов и активных центров. Достоинство теории - прогнозирующие возможности. Теория активных ансамблей Кобозева. Принципы приготовления адсорбционных катализаторов. Основные типы распределения активных центров на носителе. Активность регулярных ансамблей активных центров. Основы синтеза промышленных катализаторов. Методы подбора химически активных катализаторов. Качественные принципы подбора. Количественные методы прогнозирования активности и селективности катализаторов. Требования к промышленным катализаторам. Методы получения катализаторов. Характеристика методов пропитки и осаждения соосаждения. Их достоинства и недостатки. Распределение активного компонента по грануле. Специальные методы приготовления катализаторов.

Массивные металлические контакты. Механическая прочность катализаторов, методы испытания. Геометрия зерна. Методы загрузки катализаторов в реактор, достоинства и недостатки. Нанесенные металлические катализаторы. Характеристика пористой структуры и методы ее создания. Микро-, мезо- и макропоры. Определение удельной поверхности катализатора. Анализ изотермы адсорбции пористого тела. Метод одной точки. Капиллярная конденсация. Уравнение Кельвина. Объем пор и их распределение по размерам. Раздельное определение поверхности носителя и металла, диспергированного на поверхности. Структура и свойства дисперсных металлических частиц. Металлические кластеры. Поведение кристаллитов металлов на поверхности носителя в восстановительной и окислительной средах. Понятие дисперсности. Коксообразование. Отравление металлических катализаторов. Промотирование. Текстурные и структурные промоторы. Механизм их действия. Катализ на сплавах. Зависимость структуры сплава от соотношения металлов, входящих в его состав. Распределение металлов по поверхности в объеме. Структурно-чувствительные структурно-нечувствительные реакции. Механизм гидрирования ароматических углеводородов на металлах. Катализаторы кислотно-основного типа. Твердые кислоты, причины появления кислых свойств. Уравнение Гаммета. Явление изоморфизма. Оксиды металлов - катализаторы кислотно-основного типа. Кислоты Льюиса и Бренстеда. Строение кислотных центров. Методы определения силы кислотных центров. Кислотность. Метод раздельного определения центров Льюиса и центров Бренстеда. Зависимость активности катализаторов от кислотности и силы кислотных центров. Цеолиты, их строение и молекулярно-ситовые свойства. Номенклатура. Применение цеолитов в качестве катализаторов и адсорбентов.

Реакторы. Гидродинамические процессы в реакторах со стационарным слоем катализатора. Гидродинамика потока. Продольное и поперечное перемешивание потока в реакторах с аксиальным и радиальным направлением потока. Поля скоростей реагентов в реакторах при ламинарном и турбулентном режимах течения. Расчет гидравлического сопротивления неподвижного зернистого слоя. Гидродинамические процессы в реакторах с псевдоожиженным слоем катализатора. Модуль Тиле. Перемешивание твёрдой и газообразной фаз. Коэффициент диффузии. Определение времени пребывания сырья в зоне реакции. Приёмы ликвидирующие недостатки псевдоожиженного слоя. Процессы тепло- и массопереноса в стационарном слое катализатора. Роль тейлоровской диффузии при переносе тепла и массы в потоках со значительным градиентом скорости. Теплопроводность в системах: гранула-гранула, гранула-стенка, гранула-поток. Особенности теплопереноса в псевдоожиженном слое. Основные модели каталитических реакторов. Химические факторы, влияющие на выбор реактора. Типы двухфазных каталитических реакторов со стационарным слоем катализатора. Трубчатые реакторы, охлаждаемые водой, органическими теплоносителями или расплавами солей. Трубчатые реакторы с внутренним теплообменом. Секционированные реакторы с промежуточным вводом сырья, с внутренними или выносными теплообменниками. Автотермические реакторы с объёмным или каталитическим зажиганием сырья. Противоточные абсорбционно-катализитические реакторы с движущимся слоем катализатора. Реакторы каталитического крекинга с псевдоожиженным слоем. Полифункциональные мембранные реакторы. Оптимизация энергозамкнутых каталитических процессов и примеры их реализации в промышленности. Устойчивость каталитических реакторов к температурным и концентрационным возмущениям. Определение устойчивости стационарного режима. Условия возникновения множественности стационарных состояний.

Оценка способов организации работы реакторов, способствующих перемещению стационарных точек в фазовом пространстве

#### Список литературы

##### Основная

6. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М.: ИКЦ «Академкнига». – 2004. - 679с.

7. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. М.: Наука. - 1984. - 520 с.
8. Саттерфилд Н. Практический курс гетерогенного катализа. - М.: Мир. - 1984. - 520 с.
9. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Уфа: Гилем, 2002. - 671 с.
10. Стефогло Е.Ф. Газожидкостные реакторы с супендированным катализатором. Новосибирск: Наука. – 1990. - 232 с.

#### Дополнительная

9. Дидушинский А.Я. Основы проектирования каталитических реакторов. М.: Химия. - 1972. - 376 с.
10. Радченко Е.Д., Нефедов Б.К., Алиев Р.Р. Катализаторы процессов углубленной переработки нефти. М.: Химия. - 1992. - 264 с.
11. Вольтер Б.В., Сальников И.Б. Устойчивость режимов работы химических реакторов. М.: Химия. - 1981. - 200 с.
12. Соколов В.Н., Бушков М.Д. Химические реакторы. Л.: 1980.- 60 с.
13. Сороко В.Е., Масленникова И.С., Луцко Ф.Н. Основы химической технологии: Управление химико-технологическими процессами. СПб. - 2004.- 214 с.
14. Капустин В.М., Сюняев З.И. Дисперсные состояния в каталитических системах нефтепереработки. М.: Химия. - 1992.- 151 с.
15. Радченко Е.Д., Чукин Г.Д., Алиев Р.Р. Цеолитсодержащие катализаторы в нефтепереработке. М.: Химия. - 1993. - 278 с.
16. Колпакова Н.А., Романенко С.В., Колпаков В.А. Сборник задач по химической кинетике. Томск: Изд-во ТПУ. - 2009. – 280 с.

#### **Дисциплина «Избирательность и стереоспецифичность катализаторов в нефтехимии»**

Катализаторы в нефтепереработке. Классификация катализаторов и каталитических процессов. Требования к промышленным катализаторам при эксплуатации. Носители и промоторы катализаторов. Стационарные катализаторы и катализаторы в подвижном слое. Коксообразование и регенерация катализаторов. Каталитический крекинг. Характеристика катализаторов процесса. Регенерация катализаторов. Механизм и кинетика процесса. Химизм процесса. Каталитический риформинг. Катализаторы риформинга. Химизм процесса. Механизм и кинетика процесса. Каталитическая изомеризация углеводородов. Катализаторы. Каталитическое алкилирование и деалкилирование углеводородов. Катализаторы. Гидрогенационные процессы. Гидроочистка дистиллятных фракций. Катализаторы и их регенерация. Теоретические основы гидроочистки. Гидроочистка нефтяных топлив (бензинов, керосинов). Катализаторы. Гидроочистка светлых и прочих нефтепродуктов. Катализаторы. Основные факторы процесса Гидрообессеривание. Катализаторы и их синтез. Регенерация катализатора. Теоретические основы гидрообессеривания. Гидрокрекинг нефтяного сырья. Катализаторы. Механизм действия катализаторов. Основные параметры процесса. Каталитическое дегидрирование. Катализаторы, их синтез, регенерация. Механизм действия катализаторов. Теоретические основы каталитического дегидрирования. Каталитическое окислительное дегидрирование. Катализаторы и механизм их действия. Теоретические основы каталитического окислительного дегидрирования. Каталитическая гидратация. Катализаторы и механизм их действия. Теоретические основы каталитической гидратации. Процесс селективного окисления метана в синтез – газ. Катализаторы и их регенерация. Теоретические основы каталитического окисления. Механизм процесса. Очистка газов (обессеривание). Катализаторы и механизм их действия. Теоретические основы каталитической очистки газов. Каталитическая полимеризация. Катализаторы и механизм их действия. Теоретические основы каталитической полимеризации.

## Список литературы

### Основная

5. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Уфа.: Гилем, 2002. - 671 с.
6. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М.: ИКЦ «Академкнига». – 2004. - 679 с.
7. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. М.: Наука. - 1984. - 520 с.
8. Саттерфилд Н. Практический курс гетерогенного катализа. - М.: Мир. - 1984. - 520 с.
- Гейтс Б., Кетцир Дж., Шуйт Г. Химия каталитических процессов. - М.: Мир, 1981. - 551 с

### Дополнительная

- 1.Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. Санкт-Петербург: Химиздат, 2005. – 912 с.
- 2.Радченко Е.Д., Нефедов Б.К., Алиев Р.Р. Катализаторы процессов углубленной переработки нефти. М.: Химия. - 1992.- 264 с.
- 3.Радченко Е.Д., Чукин Г.Д., Алиев Р.Р. Цеолитсодержащие катализаторы в нефтепереработке. М.: Химия. - 1993. - 278 с.
- 4.Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Ч. 2. - М.: Химия, 1980. - 328 с.

## Дисциплина «Технология гетеролитических и гомолитических процессов нефтепереработки»

Принципы классификации химических реакций в химической кинетике. Прикладное значение катализа. Роль катализа в развитии современной нефтеперерабатывающей промышленности. Развитие представлений о природе каталитического действия химических веществ. Классификация катализа и каталитических реакций. Формы промежуточного взаимодействия катализаторов с реагентами. Энергетика и химическая природа катализа. Гетерогенные катализаторы. Характерные процессы, катализируемые гетерогенными кислотными катализаторами. Применение гетерогенных катализаторов в крупнотоннажных процессах углубленной переработки нефти.

Технология процесса каталитического крекинга. Высокоинтенсивные технологии каталитического крекинга. Подготовка сырья каталитического крекинга. Катализаторы крекинга. Механизм и химизм каталитического крекинга. Основы управления процессом каталитического крекинга. Влияние регулируемых параметров на материальный баланс и качество продуктов крекинга. Современные и перспективные процессы каталитического крекинга.

Технология каталитического О-алкилирования метанола изобутиленом. Теоретические основы и катализаторы процесса. Основы управления процессом О-алкилирования.

Технология каталитического С-алкилирование изобутана бутиленами. Теоретические основы процесса. Катализаторы С-алкилирования. Основы управления процессом С-алкилирования. Промышленные процессы С-алкилирование на твердых кислотных катализаторах. Типы реакторов алкилирования.

Теоретические основы и технология каталитических гомолитических процессов переработки нефти и газа. Характерные каталитические гомолитические процессы в нефтепереработке. Катализ металлами и окислами, классификация механизмов каталитического окисления. Технология паровой конверсии углеводородов с получением водорода. Теоретические основы процесса паровой конверсии углеводородов. Катализаторы процесса.

Технология окислительной конверсии сероводорода в элементарную серу. Процесс Клауса. Термические и каталитические стадии процесса. Очистка хвостовых газов процесса Клауса. Каталитическое окисление сероводорода молекулярным кислородом. Катализаторы селективного окисления сероводорода в серу.

Технология окислительной демеркаптанизации сжиженных газов и бензино-керосиновых фракций. Процессы «Мерокс» и «Бендер». Основные стадии и катализаторы процесса «Мерокс».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная:

13. Катализ в промышленности: В 2т. / Под ред. Б.Лич. М.: Мир, 1986. -585с.
14. Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Веревкин А.П., Докучаев Е.С., Малышев Ю.М. Технология экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа. М.: Химия, 2005. -590с.
15. Минчаев Х.М. Гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез. М.: КД ЛИБРОКОМ, 2011.-880с.
16. Адельсон С.В., Вишнякова Т.П., Наумкин Я.М. Технология нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1985. -607с.
17. Гэйтс Б., Кетцир Дж., Шуит Г. Химия каталитических процессов. М.: Мир, 1981.-546с
18. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Высшая школа, 2003.-563с.
19. Левинтер М.Е., Ахметов С.А. Глубокая переработка нефти. М.: Химия, 1992.-223с.
20. Суханов В.П. Каталитические процессы в нефтепереработке. М.: Химия, 1979.-344с.
21. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М.: Академкнига, 2004.-679с.
22. Танабе К. Катализаторы и каталитические процессы. М.: Мир, 1984.-506с.
23. Алхазов Т.Г., Марголис Л.Я. Высокоселективные катализаторы окисления углеводородов. М.: Химия, 1988.-191с.
24. Мухленов И.П., Добкина Е.И., Держюкина В.И., Сороко В.Е. Технология катализаторов. Л.: Химия, 1989.- 272с.

### Дополнительная:

7. Томас Ч. Промышленные каталитические процессы и эффективные катализаторы. М.: Мир, 1973.-372с
8. Хьюз Г. Дезактивация катализаторов. М.: Химия, 1989.-139с.
9. Сэттерфильд Ч. Практический курс гетерогенного катализа. М.: Мир, 1984.-506с.
10. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швец В.П. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1984.- 376с.
11. Эмирджанов Р.Т., Лемеранский Р.А. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии. М.: Химия, 1989.- 285с.
12. Trimm D.L. Design of Industrials Catalysts. Amsterdam: Elsevier, 1980.-303р.

## Дисциплина «Современные аспекты нефтехимии»

Общие сведения о каталитических методах переработки нефти и нефтяных углеводородов. Основные типы гетерогенных катализаторов в нефтехимических процессах.

Специфические особенности разных областей катализа: гомогенного, гетерогенного и микрогетерогенного. Активные центры. Характеристики катализаторов – активность, селективность. Энергетические аспекты в катализе. Электронные факторы в гетерогенном катализе. Промоторы и яды. Стадии адсорбции и диффузии в гетерогенном катализе. Макрокинетические факторы в катализе. Кислотно-основной катализ. Гомогенный катализ, металлокомплексный катализ. Координация и лигандный обмен. Каталитические циклы. Ключевые реакции в гомогенном катализе. Окислительное присоединение и восстановительное элиминирование. Реакции внедрения. Катализ ионами и комплексами. Ферментативный катализ.

Новые подходы к иммобилизации катализаторов. Двухфазный катализ (SHOP –процесс получения альфа-олефинов). Водорастворимые металлокомплексные катализаторы (процесс гидроформилирования пропена и бутена-1 фирмы Rhone-Poulenc/Ruchrchemie). Фторный катализ. Металлокомплексный катализ в сверхкритическом диоксиде углерода. Катализ в ионных жидкостях. Использование синтетических рецепторов в катализе. Супрамолекулярные катализаторы. Способность к молекулярному узнаванию и субстратная селективность. Проблемы дезактивации и регенерации катализаторов. Кинетические методы исследования реакций и катализаторов. Моделирование процессов.

Методы оптимизации процессов. Получение первичных нефтехимических продуктов на базе вторичных процессов переработки нефти.

Процесс пиролиза – источник нефтехимических продуктов: этилена, пропилена, бутиленов, дивинила, изопрена, аллена, ароматических углеводородов. Сырье для пиролиза. Ресурсы ароматических углеводородов. Выделение ароматических углеводородов. Бензол и пути его использования. Способы увеличения ресурсов бензола. Ксилолы, ресурсы, разделение изомеров. Пути увеличения ресурсов п-ксилола. Кумол, синтез и окисление. Химия кислород- и серосодержащих составляющих продуктов переработки нефти и угля Фенолы. Источники фенолов, способы выделения и разделения. Способы получения одно-, двух- и многоатомных фенолов. Затрудненные фенолы. Таутомерия фенолов. Реакции электрофильного замещения в ряду затрудненных фенолов. Бисфенолы. Антиокислительные свойства фенолов. Фенолы – присадки к топливам, маслам и полимерным материалам.

Сероорганические соединения нефти в нефтехимии. Современное состояние проблемы утилизации органических соединений серы нефти, ее химические, экологические и экономические аспекты. Особенности химического поведения нефтяных сероорганических соединений. Практическое использование нефтяных сернистых концентратов. Применение нефтяных меркаптанов, сульфидов, тиофенов. Использование нефтяных дисульфидов вторичного происхождения.

Экономический эффект использования нефтяных органических соединений серы (на примере нефтяных сернистых экстрагентов).

Получение органических производных серы на базе нефтехимического сырья. Каталитический синтез меркаптанов. Метилмеркаптан, метионин, додецилмеркаптаны. Производство диметилсульфида.

Производство сульфоксидов и сульфонов. Диметилсульфоксид. Сульфолан. Дивинилсульфоксид.

Производство тиофенов, бензотиофена. Области применения этих соединений. Перспективные пути производства органических соединений серы. Синтезы на базе ацетилена. Высокотемпературные реакции органических соединений с сероводородом, тиолами, сульфидами, дисульфидами, сульфоксидами. Новые каталитические синтезы. Органические соединения серы, содержащие другие гетероатомы. Уголь – альтернатива нефти и природному газу как сырью нефтехимической промышленности.

Методы переработки углей в углеводородное сырье (термическое растворение, гидроожижение, деструктивное гидрирование). Газификация углей. Полукоксование и коксование. Коксовая смола – источник ароматического сырья.

Использование оксида и диоксида углерода в производстве топлив и нефтехимического сырья. Процесс Фишера-Тропша. Современные представления о механизме. Метанол – топливо и сырье для нефтехимического синтеза. Превращение метанола в углеводороды. Простые метиловые эфиры – неуглеводородные добавки к топливу. Использование оксида и диоксида углерода в синтезе органических веществ различных классов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Л.Пакетт. Основы современной химии гетероциклических соединений. М.: Мир, 1971.
2. Т.Джилкрист, Р.Старр.Органические реакции и орбитальная симметрия. М.:Мир, 1986.
3. Karakhanov E.A., Maksimov A.L. Catalysis by soluble Macromolecular Metal Complexes. In. Editors Wohrle E.D., Pomogailo A.D. Metal Complexes and Metals in Macromolecules. Synthesis, Structure and properties. 2003, Wiley-VCH [GmbH@Co.KGaA](mailto:GmbH@Co.KGaA). Р.457-502.
4. Н.К.Ляпина. Химия и физикохимия сераорганических соединений нефтяных дистиллятов. М.: Наука, 1984.
5. В.Ф.Камьянов, В.С.Аксенов, В.И.Титов. Гетероатомные компоненты

нефти. Новосибирск: Наука, 1984.

Дополнительная:

1. Н.С.Печуро, Д.В.Панин, О.Ю.Песин. Химия и технология синтетического топлива и газа. М.: Химия, 1986.
2. Р.А.Шелдон. Химические продукты на основе синтез-газа. М.: Химия, 1987. 3.
- Г.Хенрицци-Оливэ, С.Оливэ. Химия каталитического гидрирования СО. М.: Химия, 1987.
4. Катализ в С1-химии (под ред.Клайма Л.) Ленинград: Химия, 1987.
5. В.С. Арутюнов, О.В. Крылов. Окислительные превращения метана. М.: Наука, 1998.

**Шкала оценки результатов вступительного экзамена по специальности**

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	Удовлетворительно
C+	2,33	70-74	
C	2,0	65-69	Удовлетворительно
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	Неудовлетворительно
D	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно
I (Incomplete)	-	-	«Дисциплина не завершена» (не учитывается при вычислении GPA)
P (Pass)	-	0-60 65-100	«Зачтено» (не учитывается при вычислении GPA)
NP (No Pass)	-	0-29 0-64	«Не зачтено» (не учитывается при вычислении GPA)
W (Withdrawal)	-	-	«Отказ от дисциплины» (не учитывается при вычислении GPA)
AW (Academic Withdrawal)			Снятие с дисциплины по академическим причинам (не учитывается при вычислении GPA)
AU (Audit)	-	-	«Дисциплина прослушана» (не учитывается при вычислении GPA)

**Критерии оценки результатов вступительного экзамена**

При определении требований к экзаменационным оценкам по дисциплинам

вступительного экзамена предлагается руководствоваться следующими критериями:

- оценки **«отлично»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные спецификой поставленного вопроса. Как правило, оценка **«отлично»** выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении на практике, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала;
- оценки **«хорошо»** заслуживает студент, обнаруживший полное знание программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка **«хорошо»** выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;
- оценки **«удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка **«удовлетворительно»** выставляется студентам, допустившим погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка **«неудовлетворительно»** ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.