



**Рабочая программа  
учебной дисциплины**

**Ф ТПУ 7.1-21/01**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета: ХТ

\_\_\_\_\_ В. М. Погребенков  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО КАТАЛИЗА**  
Рабочая программа магистерской подготовки 240100.20 — «Процессы и аппараты химической технологии»

Факультет Химико-технологический (ХТФ)

Обеспечивающая кафедра Химической технологии топлива (ХТТ)

Курс 6

Семестр 11

Учебный план набора 2004 года с изменениями \_\_\_\_\_ года

**Распределение учебного времени**

Лекции	27 часов (ауд.)
Лабораторные работы	27 часов (ауд.)
<b>Всего аудиторных занятий</b>	<b>54 часов</b>
Самостоятельная (внеаудиторная) работа	90 часов
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144 часов</b>
Экзамен в <u>11</u> семестре	

2009 г.

**Предисловие**

1. Рабочая программа составлена на основе ОС ВПО по направлению магистерской подготовки 240100.20 «Процессы и аппараты химической технологии».

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры химической технологии топлива от 31 августа 2009 года, протокол № 7.

2. Разработчик(и)  
Ассистент кафедры ХТТ \_\_\_\_\_ Е.М. Юрьев

3. Зав. обеспечивающей кафедрой ХТТ \_\_\_\_\_ А. В. Кравцов

4. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. выпускающей кафедры ХТТ \_\_\_\_\_ А.В. Кравцов

**Аннотация**

Научные основы промышленного катализа

**240100.20 (м)**

**Каф. ХТТ ХТФ**

**Ассистент, к.т.н. Юрьев Егор Михайлович**

Тел. (3822)563443, E-mail: emyu@tpu.ru

*Цель:* Изучение студентами физико-химических основ прикладного катализа и освоение современных методов подбора и исследования катализаторов.

*Содержание:* Механизмы каталитических процессов. Стадии каталитического акта. Свойства катализаторов. Кислотный и основной катализ. Особенности промышленного гомогенного катализа. Особенности катализа твердыми телами. Основы кристаллохимии. Технология производства катализаторов, носителей и адсорбентов для процессов нефтепереработки и нефтехимии.

Курс 6 (11 семестр – экзамен)

Всего 54 час, в т.ч. Лк – 27 часов, Лб. – 27 часов.

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели преподавания дисциплины

Дисциплина «Научные основы промышленного катализа» является специальной дисциплиной и представляет собой углубленное изучение материала, полученного при изучении дисциплины «Теоретические основы химической технологии нефти и газа». Также дисциплина «Научные основы промышленного катализа» дополняется теоретическими положениями, освоенными в дисциплинах «Общая химическая технология», «Химическая технология нефти и газа», «Специальные главы физической химии».

Целью преподавания дисциплины является:

- Углубленное изучение физико-химической сущности катализа химических реакций, изучение теорий катализа;
- Изучение различных подходов к анализу механизма и кинетики процессов, протекающих на поверхности катализаторов;
- Изучение особенностей гетерогенного и гомогенного катализа;
- Освоение научных основ подбора и технологии промышленных катализаторов переработки нефти и газа.

**Региональные и вузовские требования (РВТ).** В результате изучения дисциплины «Научные основы промышленного катализа» студент должен **иметь представление:**

О современных методах каталитической переработки горючих ископаемых, о способах производства катализаторов, носителей и адсорбентов, о подходах к подбору оптимальных катализаторов для процессов технологии нефти и газа.

**Знать и уметь использовать:**

- Методы исследования свойств промышленных катализаторов;
- Физико-химические основы технологий каталитической переработки сырья для нужд региона;
- Выбор технологии гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.

**Иметь опыт:**

- Исследования и определения свойств промышленных катализаторов нефтепереработки и нефтехимии;
- Разработки адекватного кинетического описания процессов с учетом механизма реакций, протекающих на поверхности катализатора;
- Прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.

## 1.2 Задачи изложения и изучения дисциплины

Для достижения целей при совместной и индивидуальной познавательной деятельности студентов в овладении теоретическими знаниями и практическим умением используется набор методического материала:

Лекции (в т.ч. и в электронном виде); методические указания к выполнению лабораторных работ; контрольные задания для проверки знаний студентов; другие методические разработки кафедры.

Для освоения практических методов исследования катализаторов и закрепления теоретических знаний, полученных на лекциях, предусмотрено проведение лабораторных занятий в совместной и индивидуальной (самостоятельной) формах.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ (лекции – 27 часов).

Введение (1,5 часа)

Введение. Катализ в газонефтепереработке.

Физико-химические основы каталитических процессов (4,5 часа)

Механизмы каталитических процессов. Адсорбция: основные стадии катализа; физическая адсорбция; определение удельной поверхности дисперсных тел; определение пористости; химическая адсорбция; адсорбция на неоднородной поверхности; десорбция.

Свойства катализаторов. Промотирование и модифицирование катализаторов.

Теоретические представления о катализе (6 часов)

Особенности протекания гомогенных каталитических процессов: теория гомогенного катализа; теория промежуточных соединений. Уравнения кинетики для нестационарных гомогенно-каталитических реакций.

Кислотный, основной и общий катализ. Соотношение Бренстеда-Поляни. Уравнение Гаммета. Координационный окислительно-восстановительный катализ комплексными соединениями. Явление синергизма.

Теория переходного состояния в приложении к катализу. Энтальпия и энтропия активированного состояния

Особенности гетерогенного катализа (6 часов)

Научные основы гетерогенного катализа. Введение в кристаллохимию. Особенности катализа твердыми телами. Теория катализа полиэдрами. Нанокатализ. Структура решетки твердых катализаторов и активность

Производство катализаторов и носителей (9 часов)

Производство адсорбентов и носителей: силикагеля, оксида алюминия, цеолитов (методы, условия, технологии).

Производство цеолиталюмосиликатных катализаторов крекинга. Технология катализаторов гидроочистки нефтяных фракций. Производство катализаторов гидрирования и дегидрирования. Производство катализаторов для синтеза газа. Катализаторы риформинга углеводородов.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА

#### 3.1 Тематика лабораторных работ (27 часов).

3.1.1 Изучение свойств катализаторов термогравиметрическими методами (6 часов).

3.1.2 Определение прочностных свойств катализаторов (6 часов).

3.1.3 Исследование катализаторов производства метанола (3 часа).

3.1.4 Исследование катализаторов гидроочистки нефтяных фракций (3 часа).

3.1.5 Исследование катализаторов каталитического риформинга углеводородов (3 часа).

3.1.6 Исследование катализаторов дегидрирования высших парафинов (3 часа).

3.1.7 Тестирование катализаторов дегидрирования высших n-парафинов с использованием компьютерной моделирующей системы (3 часа).

### 4. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит в освоении лекционного материала, в подготовке к лабораторным занятиям и контрольным работам. Она составляет и включает следующие пункты:

1. Текущая проработка теоретического материала и материала для самостоятельной аудиторной работы (изучение механизмов каталитических процессов и свойств катализаторов, изучение физико-химических основ гетерогенного катализа и поверхностного механизма взаимодействия реагентов, изучение принципов подбора и способов производства катализаторов процессов нефтепереработки нефтехимии, 36 часов);

2. Проработка методических указаний для выполнения лабораторных работ (изучение лабораторных способов исследования катализаторов, исследование различных марок промышленных катализаторов, 36 часов);

3. Подготовка к рубежным контрольным точкам и выполнение индивидуальных домашних заданий (18 часов).

Проработка лекционного материала контролируется предварительным опросом материала и выполнением контрольных работ по дисциплине.

Подготовка к лабораторным занятиям контролируется опросом.

## 5. ТЕКУЩИЙ И ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

При изучении дисциплины «Научные основы промышленного катализа» используется рейтинговая система оценки знаний студентов. В течение семестра студент может набрать 1000 баллов.

Общий рейтинг (ОР) дисциплины составляет 1000 баллов. Как составляющая в него входят: 1) рейтинг лекций (РЛ); 2) рейтинг лабораторных работ (РЛР); 4) рейтинг рубежного контроля (РРК); 5) рейтинг домашнего задания (РДЗ); 6) рейтинг экзамена (РЭ).

Лекционный рейтинг (РЛ) – это оценка за посещение и участие в лекции. Оценка лекции – 10 баллов. Посетив все лекционные занятия и участие в них, студенты имеют максимальный РЛ.

Рейтинг лабораторных работ (РЛР) — это оценки за лабораторные работы. Выполняя 7 лабораторных работ, студенты имеют максимальный РЛР — 270 баллов.

Рейтинг домашнего задания (РДЗ) – это оценка индивидуальных рефератов по заданной научно-технической проблеме. Если задание выполнено и сдано в срок, то оно оценивается в 50 баллов.

Выполнение заданий одного рубежного контроля (РРК) оценивается в 100 баллов.

В конце семестра подсчитываются рейтинг семестра по данному предмету:

$$РС = РЛ + РЛР + РРК + РДЗ = 180 + 270 + 300 + 50 = 800 \text{ баллов}$$

Студент допускается к сдаче экзамена, если он полностью выполнил Учебный план и если его рейтинг по этому предмету в семестре (РС) составил не менее 450 баллов.

Форма проведения экзамена – по билетам. Максимальный рейтинг экзамена (РЭ) – 200 баллов. Экзамен считается сданным, если его оценка не менее 50 баллов. Эта оценка суммируется с рейтингом семестра и подсчитывается общий рейтинг:  $ОР = РС + РЭ$ .

Общий рейтинг переводится в оценку по изучаемому предмету из соотношения:

551 ÷ 700 баллов – удовлетворительно;

701 ÷ 850 баллов – хорошо;

более 850 баллов – отлично.

Если оценка экзамена менее 50 баллов, то экзамен считается не сданным и студент теряет рейтинг семестра.

Рейтинг поощряет активных студентов дополнительными баллами за написание рефератов, досрочную сдачу домашнего задания, активное участие в лекциях, подготовку устных докладов.

Контролирующие материалы.

В соответствие с рейтинговой системой при изучении курса «Научные основы промышленного катализа» проводится 3 рубежные контрольные работы. Рубежные контроли проводятся в часы лекционных занятий в письменной

форме и включают задания по теоретическим разделам дисциплины с использованием практических знаний. Билеты рубежных контрольных работ составляются лектором.

В контрольную работу №1 входят темы «Механизмы каталитических процессов» и «Свойства катализаторов» (100 баллов).

В контрольную работу №2 входят вопросы гетерогенного катализа и поверхностного механизма взаимодействия реагентов (100 баллов).

В контрольную работу №3 входят вопросы подбора и производства катализаторов процессов нефтепереработки и нефтехимии (100 баллов).

Итоговый контроль изучения дисциплины – экзамен проводится в период экзаменационной сессии. Экзамен проводится в устном виде по билетам.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

В каталоге НТБ ТПУ имеется 18 наименований учебников, учебных пособий и периодических изданий, которые могут быть использованы для изучения дисциплины «Научные основы промышленного катализа».

Кроме того, на кафедре ХТТ имеется комплексное методическое обеспечение (КМО) дисциплины, которое включает:

1. Рабочую программу дисциплины, рейтинг-план и памятку;
2. Задание для самостоятельной аудиторной работы;
3. Задания для рубежных, зачетных, итоговых контролей.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

### 7.1. Основная литература.

1. Колесников И.М. Катализ и производство катализаторов. – М.: Издательство «Техника», ГУМА ГРУПП, 2004. – 400 с.
2. Боресков Г.К. «Гетерогенный катализ», М., изд. «Наука», 1988 г. – 304 с.
3. О.В. Крылов Гетерогенный катализ. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 679 с.
4. Технология катализаторов / И. П. Мухленов, Е. И. Добкина, В. И. Дерюжкина, В. Е. Сороко; Под ред. И. П. Мухленова. — 3-е изд., перераб. — Л. : Химия, 1989. — 272 с.
5. «Курсы повышения квалификации по катализаторам и каталитическим процессам», сборник лекций, Институт катализа СО РАН, Новосибирск, 2002 г. – с.374.
6. Иоффе, Иосиф Исаевич. Гетерогенный катализ; Физико-химические основы / И. И. Иоффе, В. А. Решетов, А. М. Добротворский. — Л. : Химия, 1985. — 224 с.
7. Байрамов, Вадим Михайлович. Основы химической кинетики и катализа : учебное пособие / В. М. Байрамов ; под ред. В. В. Лунина. — М. : Академия, 2003. — 253 с.

8. Курина, Лариса Николаевна. Практические работы по адсорбции и гетерогенному катализу : учебное пособие для вузов / Л. Н. Курина, Л. М. Коваль. — Томск : изд-во Томского ун-та, 1987. — 120 с.

#### 7.2. Дополнительная литература.

9. Яблонский, Григорий Семенович. Кинетические модели каталитических реакций / Г. С. Яблонский, В. И. Быков, А. Н. Горбань. — Новосибирск : Наука, 1983. — 253 с.

10. Иоффе И.И., Письмен Л.М. «Инженерная химия гетерогенного катализа», М., изд. «Химия».

11. Боресков, Георгий Константинович. Катализ. Вопросы теории и практики. Избранные труды. / Г. К. Боресков ; под ред. К.И. Замараева, Г.И. Панова. — Новосибирск : Наука, 1987. — 536 с.

12. Литтл «ИК-спектры адсорбированных молекул», М., изд. «Мир», 1967 г. — с.419.

13. Румянцев Е.В., Антина Ю.В., Чистяков Ю.В. Химические основы жизни. — М.: Химия, КолоС, 2007 — 560 с.

14. Катализ и катализаторы : Фундаментальные исследования Института катализа им. Г. К. Борескова / Под ред. Р. А. Буянова. — Новосибирск, 1998. — 304 с.

15. Островский, Николай Михайлович. Кинетика дезактивации катализаторов : Математические модели и их применение / Н. М. Островский ; Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт катализа им. Г. К. Борескова (ИК). — М. : Наука, 2001. — 334 с.

16. Механизмы гетерогенно-каталитических реакций окисления / Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт катализа им. Г. К. Борескова (ИК) ; под ред. В. С. Музыкантова. — Новосибирск : Б.и., 1993. — 188 с.

17. Розовский, Александр Яковлевич. Катализатор и реакционная среда / А. Я. Розовский ; Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева. — М. : Наука, 1988. — 303 с.

#### 7.3. Периодические издания.

18. Кинетика и катализ : журнал / Российская Академия наук. — М. : Наука, 1960-2001. — Издаётся с 1960 г. — 6 номеров в год. — ISSN 0453-8811. — <URL:<http://www.maik.ru>>.



Рабочая программа по дисциплине «Научные основы промышленного катализа» для направления магистерской подготовки 240100.20 — «Процессы и аппараты химической технологии»

Составитель: ассистент, к.т.н. Е.М. Юрьев

Рецензент: профессор, д.т.н. А.В. Кравцов

Подписано к печати рег. от . Формат . Бумага «Классика».

Печать RISO. Усл.печ.л. . Уч.-изд.л.


Заказ . Тираж экз.



Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества

Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.