

## **Каталитическая химия. 4 курс**

### **Тема 1. Основные термины и понятия каталитической химии. Общие закономерности катализа.**

Введение. Краткий очерк истории катализа. Место катализа в экономике. Предмет каталитической химии. Сущность явления катализа. Классификация катализаторов. Определение катализа по А.А. Баландину. Каталитический цикл. Активность, селективность и стабильность катализаторов. Катализ и стехиометрия. Термодинамические ограничения катализа, примеры кажущихся нарушений термодинамики. Адсорбция в гетерогенном катализе и координация в гомогенном металлокомплексном катализе. Кинетические закономерности каталитических реакций. Классификация катализаторов. Примеры каталитических процессов, классификация которых затруднительна. Расчёты термодинамического равновесия каталитических реакций гидрирования и дегидрирования.

### **Тема 2. Методы получения и исследования катализаторов. Методы изучения каталитических реакций. Кислотно-основный катализ.**

Активные центры катализаторов. Развитие представлений об активных центрах. Неоднородность реальной поверхности твёрдого тела. Методы получения катализаторов. Дисперсные металлы, металлы на носителях. Методы исследования гетерогенных катализаторов. Исследование поверхности катализаторов. Спектральные методы. Дифракционные методы. Зондовая микроскопия. Электронная микроскопия. Кислотно-основной катализ. Теория и практические приложения. Катализаторы, примеры реакций, механизмы активации субстрата. Особенности кинетики гомогенных кислотно-основных каталитических реакций. pH-зависимости активности. Уравнения Бренстеда, Педерсена и др. Жёсткие и мягкие кислоты и основания. Эффекты среды. Функция кислотности. Суперкислоты и супероснования. Твёрдые кислоты и основания. Оксиды алюминия и кремния, алюмосиликаты, цеолиты, ионообменники. Примеры промышленных процессов на кислотно-основных катализаторах.

### **Тема 3. Металлокомплексный катализ. Теория и практические приложения. Ферментативный катализ. Теория и практические приложения.**

Основные определения. Аналогия между координацией и адсорбцией. Классификация лигандов. Типы связей в металлокомплексах. Реакционная способность координированных молекул. Основные стадии металлокомплексного катализа. Активация водорода, монооксида углерода, молекулярного азота. Металлокомплексные катализаторы в промышленных процессах: изомеризация, гидрирование, олиго- и полимеризация, окисление, гидроформилирование, эпоксирирование, диспропорционирование, кросс-сочетание. Гетерогенизированные металлокомплексы. Структура и функция ферментов. Методы выделения и очистки ферментов. Активные центры и факторы, обуславливающие избирательность действия ферментов. Коферменты. Особенности механизма каталитического действия ферментов. Имобилизованные ферменты. Микробиологическая промышленность. Электронное строение комплексов переходных металлов. Примеры образования устойчивых и неустойчивых комплексов. Механизмы металлокомплексного катализа.

### **Тема 4. Катализ в охране среды обитания. Перспективные направления развития каталитической химии.**

Глобальный экологический кризис и возможности его компенсации; роль каталитических процессов. Потенциальная роль катализа в ослаблении парникового эффекта. Катализ и «кислотные дожди». Снижение уровня выбросов за счёт применения каталитических технологий, роль селективности катализаторов. Автомобильные каталитические дожигатели. Каталитическая очистка дымовых газов. Катализаторы топливных элементов. Каталитическое разрушение озонового слоя атмосферы радикалами хлора. Нереалистичность химического связывания углекислого газа для уменьшения его эмиссии в атмосферу. Катализ в структурированных средах. Биомиметический подход к созданию каталитических систем. Катализ в сверхкритических растворителях. Каталитические процессы в ионных жидкостях. Мембранный катализ. Межфазный и бифазный катализ. Влияние излучений различных спектральных диапазонов на активность и селективность катализаторов. Фотокатализ. Катализ и водородная энергетика.

### **Основная литература**

1. О.В. Крылов. Гетерогенный катализ. М., Академкнига, 2004.
2. Г.В. Лисичкин, И.И. Кулакова. Избранные главы нефтехимии и катализа. Ч. 1. Основы катализа. Баку, 2014 г.
3. О.Н. Тёмкин Гомогенный металлокомплексный катализ. М.: Академкнига, 2008.
4. Б.В. Романовский Основы катализа. М.: Наука, 2013.
5. Г.К. Боресков Гетерогенный катализ. Новосибирск, Наука, 1988.
6. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект». 2010.

### **Публикации в журналах**

1. Журнал «Кинетика и катализ» за 2000-2021 гг.
2. Журнал «Катализ в промышленности»
3. Журнал «Journal of Catalysis» [www.journals.elsevier.com/journal-of-catalysis](http://www.journals.elsevier.com/journal-of-catalysis)
4. Журнал «Journal of Molecular Catalysis» [www.journals.elsevier.com/journal-of-molecular-catalysis-a-chemical](http://www.journals.elsevier.com/journal-of-molecular-catalysis-a-chemical)

### **Авторы программы:**

Доктор химических наук, профессор **Лисичкин Георгий Васильевич**, кафедра химии нефти и органического катализа, [lisich@petrol.chem.msu.ru](mailto:lisich@petrol.chem.msu.ru), тел.(495)-939-46-38.

Член-корреспондент РАН, профессор **Максимов Антон Львович**, кафедра химии нефти и органического катализа, [max@petrol.chem.msu.ru](mailto:max@petrol.chem.msu.ru), тел.(495)-939-5569