

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

Факультет химический

Кафедра неорганической химии

## **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

---

**Методические указания по изучению дисциплины**

Екатеринбург  
2008

Курс «Материалы для водородной энергетики» предназначен для студентов 4-го курса химического факультета, специализирующихся в области неорганической химии и материаловедения.

Учебные занятия по курсу «Материалы для водородной энергетики» осуществляются в форме лекций (36 ч.), а также самостоятельной работы (22 ч., в том числе написания и защиты рефератов). Форма промежуточного контроля – защита рефератов. Форма итогового контроля – устный экзамен в конце семестра.

Методическое обеспечение курса:

1. Методические указания к изучению дисциплины.
2. Программа дисциплины.
3. Вопросы для самоконтроля.
4. Экзаменационные билеты.
5. Курс лекций.
6. Мультимедийный комплекс к лекционному курсу.

*Методические указания к изучению дисциплины* содержат полное описание комплекта учебно-методических материалов и средств курса.

*Программа дисциплины* содержит сведения об общей трудоемкости дисциплины, числе учебных часов. В программе отражены темы всех лекций и рефератов.

*Вопросы для самоконтроля* – это перечень вопросов по всем разделам курса. Они предназначены для того, чтобы помочь студенту оценить уровень собственной теоретической подготовки по данному курсу и успешно подготовиться к сдаче экзамена.

*Курс лекций* «Материалы для водородной энергетики» знакомит с концепцией водородной энергетики, ее структурой, содержит обзорные сведения о различных материалах, используемых для нужд водородной энергетики, особое внимание уделено использованию нано-материалов.

*Мультимедийный комплекс* к лекционному курсу содержит богатый графический и иллюстративный материал.

## **Структура курса**

### **«Материалы для водородной энергетики»**

1. Концепция водородной энергетики. Причины и необходимость развития концепции водородной энергетики. Энергетическая безопасность. Экологический кризис. Социальный аспект. Структура водородной энергетики. Коммерциализация водородной экономики. Национальные водородные программы.

*Лекций – 6 ч.*

Для усвоения данного материала необходимо ознакомиться с пособием «Водородная энергетика будущего и металлы платиновой группы в странах СНГ.» (Учебное пособие для студентов кафедры «Информатизация журналистики». Составители В.В. Шинкаренко, А.А. Евдокимов, В.О. Квитковский. М., МИРЭА, 2004) и просмотреть материалы Водородного клуба МИРЭА <http://www.h2club.mirea.ru>.

2. Получение водорода. Основные физико-химические свойства водорода. Производство водорода и структура его потребления. Методы получения водорода. Электролиз воды. Получение водорода из природных органических топлив. Получения водорода в твердотельных электрохимических устройствах. Другие методы получения водорода.

*Лекций – 6 ч.*

Для лучшего усвоения материала необходимо повторить материал 1 курса по неорганической химии, тема «Водород. Положение в Периодической системе. Физические и химические свойства. Методы получения».

3. Хранение водорода. Водород-аккумулирующие материалы. Адсорбционные методы хранения водорода Углеродные нановолокна. Углеродные нанотрубки. Кристаллические микропористые металл-органические каркасы. Химические методы хранения водорода. Общие

сведения о материалы для химического метода хранения водорода.  
Металлогидриды как среда хранения водорода.

*Лекций – 6 ч.*

*Защита рефератов.*

Для лучшего усвоения материала необходимо повторить материал по неорганической химии, темы «Гидриды, химические свойства, получение, классификации по типам химической связи», «Углерод, его полиморфные модификации».

Для написания рефератов можно воспользоваться материалами сайтов <http://lenta.ru/news/2008>, <http://www.h2club.mirea.ru>, а также Г.С.Захарова, В.Л. Волков, В.В.Ивановская, А.Л.Ивановский. Нанотрубки и родственные наноструктуры оксидов металлов. Екатеринбург: УрО РАН. 2005. 240 с.

4. Топливные элементы. Мировой рынок топливных элементов. Типы топливных элементов. Области применения ТЭ. Основные принципы работы ТЭ. Материалы для ТЭ.

*Лекций – 2 ч.*

Для лучшего усвоения материала необходимо повторить материал по физической химии, раздел «Электрохимия».

5. Протонные электролиты

Общие сведения о протонных электролитах Классификации протонных проводников Механизмы протонного транспорта.

*Лекций – 2 ч.*

6. Высокотемпературные протонные проводники Механизм миграции протонов в высокотемпературных протонных проводниках.

Транспортные характеристики высокотемпературных протонных проводников с *примесным* разупорядочением.

Транспортные характеристики высокотемпературных протонных проводников со *структурным* разупорядочением.

*Лекций – 6 ч.*

*Защита рефератов.*

Для получения наиболее полной информации по данному разделу можно ознакомиться с научными публикациями Анимица И.Е., Нейман А.Я., Шарафутдинов А.Р., Казакова М.Г. Высокотемпературное взаимодействие с водой и проводимость танталатов стронция с перовскитоподобной структурой. // Электрохимия. 2001. Т.37, № 3, с.305-312.; Анимица И.Е., Титова С.Г., Нейман А.Я., Кочетова Н.А., Бронин Д.И., Исаева Е.В. Фазовые переходы в нестехиометричных танталатах стронция со структурой криолита. // Кристаллография. 2002. Т.47. №6. с.1077-1081.; Кочетова Н. А., Анимица И. Е., Нейман А. Я. Синтез и свойства твердых растворов на основе  $Ba_4Ca_2Nb_2O_{11}$ // Физическая химия, 2009. Т.83.№2.

7. Низкотемпературные протонные электролиты. Суперпротонные электролиты. Композитный эффект. Протонные композитные электролиты. Мезопористые композиты. Твердые полимерные электролиты. Композитные материалы на основе полимерных электролитов.

*Лекций – 6 ч.*

Для ознакомления с классом низкотемпературных протонных проводников можно рекомендовать научную литературу: Пономарева В.Г., Лаврова Г.В., Симонова Л.Г. Влияние пористой структуры диоксида кремния на электропроводность протонного композиционного электролита  $CsHSO_4 - SiO_2$  // Неорганические материалы. 1998. Т.34.№11. С.1347-1352; Добровольский Ю.А., Волков Е.В., Писарева А.В., Федотов Ю.А., Лихачев Д.Ю., Русанов А.Л. Протонообменные мембраны для водородно-воздушных топливных элементов. Рос.хим.ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И.Менделеева) 2006, т.1, №6. стр.95-104. Кроме того необходимо повторить учебный материал по химии ВМС, класс полиэлектролитов.

8. Заключение.

*Лекций – 2 ч.*

*Защита рефератов.*

Для подготовки рефератов можно рекомендовать учебное пособие МИРЭА «Энергия будущего». Москва, АСМИ. 2005.