

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«14» июня 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Химические проблемы альтернативной энергетики**

**Уровень высшего образования:**  
Подготовка кадров высшей квалификации

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.06.01 Химические науки

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Химия твердого тела 02.00.21

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №4 от № 4 от 03 июня 2015 г.)

Москва 2015

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» на основе Образовательного стандарта, самостоятельно установленного МГУ имени М.В.Ломоносова (далее – ОС МГУ), утвержденного Приказом № 552 от 23.06.2014 г. по МГУ с учетом изменений в ОС МГУ, внесенных Приказом №831 по МГУ от 31.08.2015 г..

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018,  
2018/2019, 2019/ 2020

1. Краткая аннотация:

Курс направлен на формирование фундаментальных знаний в областях химии и материаловедения, связанных с альтернативными энергетическими технологиями. В рамках данной дисциплины будут сформулированы критические направления, определяющие прогресс в области альтернативной энергетики, и обозначены ключевые химические и материаловедческие проблемы и возможные подходы к их решению.

2. Уровень высшего образования– подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

3. Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки. Направленность программы: Неорганическая химия.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП:

Вариативная часть ООП, тип дисциплины «д» - дисциплина (модуль), которую учащийся может освоить на выбор из списка предложенных (электив) и не обязательно в период обучения, отмеченный в базовом учебном плане, в течение 2 или 3 года обучения, во 3 или 4 семестре (по выбору аспиранта), предпочтительно – 4 семестр.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>СПК-1:</b> Способность планировать и осуществлять синтез твердотельных материалов с заданными свойствами	<b>Знать</b> современные методы синтетической неорганической химии и химии твердого тела, их фундаментальные основы и способы реализации
<b>СПК-2:</b> Способен выполнять комплексное исследование общих и функциональных свойств твердотельных материалов с использованием современных физико-химических методов; интерпретировать и анализировать результаты исследований	<b>Знать</b> теоретические основы физико-химических методов, применяемых в химии твердого тела, возможности и ограничения этих методов при решении практических задач материаловедения <b>Уметь</b> выбирать оптимальные методы и методики синтеза для получения веществ с заданными свойствами, модифицировать методы и методики и разрабатывать новые

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 54 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 18 часов мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 54 часов составляет самостоятельная работа учащегося.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

В специалитете или магистратуре должны быть освоены общие курсы «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Химическая технология».

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1 Введение	4	4				-	4		-	
Тема 2 Солнечная энергетика	16	6				2	8		8	8

Тема 3 Водородная энергетика	24	10				4	14		10	10
Тема 4 Химические источники тока и топливные элементы	18	6				4	10		8	8
Тема 5 Синтетическое топливо	14	4				2	6		8	8
Тема 6 Энергосбережение и энергоэффективность	16	6				2	8		8	8
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	16			2		2	4			12
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>36</b>		<b>2</b>		<b>16</b>	<b>54</b>		<b>42</b>	<b>54</b>

*\*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций*

*\*\* Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных форма (зачет, экзамен), так и в иных формах (балльно-рейтинговая система, портфолио и др.)*

#### 9. Образовательные технологии

Используются следующие технологии: лекции-демонстрации и интерактивные лекции. Преподавание дисциплин проводится в форме авторских курсов по программам, которые составлены на основе результатов исследований, полученных сотрудниками МГУ и Академии наук РФ.

#### 10. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

##### **Основная литература**

1. В.Е.Фортов, О.С.Попель. Энергетика в современном мире. Изд-во Интеллект, Долгопрудный, 2011.
2. А.В. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. Изд-во Интеллект, Долгопрудный, 2010.
3. Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Изд-во КноРус, Москва, 2012.
4. С.И. Козлов, В.Н. Фатеев. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы. Изд-во Газпром ВНИИГАЗ, Москва, 2009.
5. Н.В. Коровин, А.М. Скундина. Химические источники тока. Изд-во МЭИ, Москва, 2003.

6. Е.А. Козюков, А.Ю. Крылова. Искусственные горючие газы и жидкие топлива. Изд-во МАИ, Москва, , 2008

### **Дополнительная литература**

1. Дж.О'М. Бокрис, Т.Н. Везироглу, Д. Смит. Солнечно-водородная энергия. Изд-во МЭИ, Москва, 2002.
  2. Н.В. Коровин. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. Изд-во МЭИ, Москва, 2005.
- Материально-техническое обеспечение: занятия проводятся в обычной аудитории с возможностью подключения техники для демонстрации презентаций

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели:

Клямкин С.Н., д.х.н., доцент, klyamkin@highp.chem.msu.ru

Булычев Б.М., д.х.н., профессор, B.Bulychev@highp.chem.msu.ru

Окунев Б.Н., д.ф.-м.н., доцент, oknhome@ Rambler.ru

Митрохин С.В., к.х.н., Mitrokhin@hydride.chem.msu.ru

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

1. Планируемые результаты обучения приведены в п.5.
  2. Вопросы для подготовки к текущей и промежуточной аттестации
- примеры контрольных вопросов:
    1. Примеры фотовольтаических систем и устройств, параметры эффективности.
    2. Каталитические системы для фоторазложения воды.
    3. Промышленные и лабораторные способы получения водорода.
    4. Основные способы хранения водорода, их различия и возможности.
    5. Отличия между гальваническими элементами, аккумуляторами, топливными элементами и суперконденсаторами.
    6. Основные недостатки низко- и высокотемпературных топливных элементов.

7. Химический состав биогаза и методы разделения компонентов.
8. Состав синтетического топлива по Фишеру-Тропшу.
9. Способы улучшения электрофизических свойств меднооксидных сверхпроводников.
10. Технологии неорганических и органических светодиодов.

- примеры домашних заданий (темы докладов, рефератов и т.д.):
  1. Биохимическое получение водорода: современное состояние и перспективы.
  2. Сравнительный экономический анализ альтернативных методов получения водорода.
  3. Энергетическая эффективность хранения водорода в сжатом, сжиженном и химически связанном (гидриды) состоянии.
  4. Технологии получения солнечного кремния
  5. Химические реакции в водородном топливном элементе.
  6. Светодиоды на основе органических комплексных соединений (OLED), роль π-π стэкинга.
  7. Химические процессы в суперконденсаторах.
  8. Принцип работы термоэлектриков и основные характеристики их эффективности.
  
- Полный перечень вопросов к зачёту:
  1. Альтернативная энергетика: современное состояние и основные направления развития. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии
  2. Прямое преобразование солнечной энергии в электричество. Фотовольтаика. Фотодиоды на основе кристаллических кремния и арсенида галлия.
  3. Полимеры с сопряженной системой связей для фотопреобразователей (OPV или Power Plastic).
  4. Перспективные технологии в фотовольтаике: супрамолекулярные системы «светочувствительный элемент-спейсер-коллектор электронов»
  5. Преобразование солнечной энергии в тепло. Адсорбционные способы утилизации солнечной энергии.
  6. Холодильные машины на основе адсорбционно-десорбционных циклов.
  7. Промышленные способы получения водорода: электролиз водных растворов, конверсия природного газа, газификация угля и биоорганического сырья.
  8. Фотокаталитическое разложение воды, электрохимический фотолиз. Радиолиз воды, плазмохимические методы, термохимические, термоэлектрохимические и термофотохимические циклы для получения водорода.
  9. Методы очистки водорода и его выделения из газовых смесей.
  10. Хранение и транспортировка водорода: компрессионные и криогенные методы, адсорбционные методы.
  11. Хранение водорода в связанном состоянии, гидриды. Латентное хранение водорода, водородгенерирующие материалы.

12. Перспективы использования водорода как энергоносителя. Водородные топливные элементы.
13. Классификация химических источников тока (ХИТ). Основные процессы, протекающие в ХИТ.
14. Принцип работы и особенности устройства литий-ионных аккумуляторов, материалы для компонентов; применение, преимущества и недостатки.
15. Никель - металлогидридные аккумуляторы, принцип работы и особенности устройства Ni-MH аккумуляторов.
16. Топливные элементы. Классификация по типу ионных проводников. Основные процессы в топливных элементах.
17. Суперконденсаторы, принцип работы и особенности устройства суперконденсаторов. Материалы для компонентов.
18. Классификация топлив, природное и искусственное (синтетическое) топливо.
19. Технологии синтетических топлив. Получение спиртов, эфиров, синтез-газа, реакция Фишера-Тропша.
20. Термоэлектрики. Принципы работы термоэлектриков и материалы, обладающие выраженными термоэлектрическими свойствами (эффекты Пельтье, Зеебека и Томпсона).
21. Сверхпроводники. Теории сверхпроводимости. Типы сверхпроводников: металлы и сплавы, оксидные керамики, пниктиды, бориды, халькогениды.
22. Светодиоды. Неорганические гетероструктуры. Светодиоды на основе органических комплексных соединений (OLED).
23. Новые каталитические технологии переработки природного и синтетического сырья.

### *Примеры ПКЗ.*

#### Задание 1.

Выберите оптимальный метод хранения водорода для питания мобильных топливных элементов малой мощности.

#### Задание 2.

Проанализируйте преимущества и недостатки низкотемпературных и высокотемпературных топливных элементов.

#### Задание 3.

Предложите тип адсорбента для холодильной машины, основанной на преобразовании солнечной энергии

#### ***Основные типы контроля знаний:***

- тестирование;
- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.



**Основной тип контроля умений и владений** - практические контрольные задания (ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

Виды практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;
- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- нахождение ошибок в последовательности (определить правильный вариант последовательности действий);
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.
- задания на принятие решения в нестандартной ситуации (ситуации выбора, многоальтернативности решений, проблемной ситуации);
- задания на оценку последствий принятых решений;
- задания на оценку эффективности выполнения действия
- т.п.

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проводится по билетам, включающим 3 вопроса из списка, представленного выше, в зависимости от направленности (профиля) программы (02.00.01 Неорганическая химия, 02.00.03 Физическая химия, 02.00.21 Химия твердого тела). В ходе сдачи зачета проверяется, в первую очередь, формирование «знаниевой» компоненты компетенций, перечисленных в п.5, а также сформированность умений выбирать методы исследования, адекватные поставленной задаче. Уровень знаний оценивается по шкале «зачет» или «незачет». Протокол приема зачета подписывается членами комиссии

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие	В целом успешное, но не	В целом успешное, но содержащее	Успешное и систематическое

	умений	систематическое умение	отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципального характера)	умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач