

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Томский государственный педагогический университет»  
(ТГПУ)



Утверждаю

декан факультета/ директор института

09 2014 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

М.2.В.01. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ХИМИИ

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 4

Направление подготовки: 020100.68 Химия

Магистерская программа: Физическая химия

Степень (квалификация) выпускника: магистр

### 1. Цель изучения дисциплины (модуля):

применение основ теоретических знаний по физической химии для оценки термодинамических параметров фазовых равновесий, химической связи, ионных равновесий и несовершенств в кристаллах веществ.

#### Задачи:

- дать представление о законах химической термодинамики фазовых равновесий, химической связи, ионных равновесий и несовершенств в кристаллах веществ;
- показать способы расчета термодинамических характеристик фазовых равновесий, химической связи, ионных равновесий и несовершенств в кристаллах веществ.

### 2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы.

Курс «Термодинамические расчеты в химии» относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла Основной образовательной программы. Он изучается на 1 курсе магистратуры, для его освоения используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе освоения дисциплин предшествующей вузовской подготовки. Курс использует фундаментальные законы физики и химии, в нем широко применяется математический аппарат. Курс непосредственно связан с дисциплинами «Использование квантово-химических методов расчета в химии» и «Химия высоких энергий».

### 3. Требования к уровню освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие общекультурных компетенций (ОК-5, ОК-6,), профессиональных компетенций (ПК-1, ПК-5).

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

##### знать:

- основные принципы и законы химической термодинамики фазовых равновесий, химической связи, ионных равновесий и несовершенств в кристаллах веществ;

##### уметь:

- рассчитывать температурную зависимость теплоемкости по экспериментальным данным;
- проводить расчет абсолютного значения энтропии;
- определять температурную зависимость давления паров веществ, константу равновесия, изменение энергии Гиббса, энтальпию и энтропию фазовых переходов;
- рассчитывать изменение энергии Гиббса, энергию и энтропию химической связи; оценивать влияние на эти характеристики гибридизации связи;
- определять энтальпию и энтропию образования гидратированных ионов и дефектов несовершенств в кристаллах;

##### владеть:

- численными методами расчета термодинамических характеристик.

### 4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) 4 зачетных единиц и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Трудоемкость: зачет. ед., часы (в соответствии с учеб. планом)	Распределение по семестрам, часы (в соответствии с учебным планом)
	Всего: 4 зачет. ед. – 144 часов	Семестр 1
Аудиторные занятия	72	72
Лекции	36	36

Практические занятия	36	36
Семинары	-	-
Лабораторные работы	-	-
Другие виды аудиторных работ (интер)	18	18
Другие виды работ	27	-
Самостоятельная работа	45	45
Курсовой проект (работа)	-	-
Реферат	-	-
Расчётно-графические работы	-	-
Формы текущего контроля	-	Коллоквиумы, индивидуальные задания, тестирование-
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		экзамен

## 5. Содержание учебной дисциплины (модуля).

### 5.1. Разделы учебной дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)			
		Лекц	Практ (семина)	Лабор работы	Самост работа
1.	<b>1. Использование численных методов в термодинамических расчетах.</b> 1.1. Метод наименьших квадратов (МНК)	2			
2.	1.2. Определение параметров уравнения температурной зависимости вида $C_p = a + bT$ по экспериментальным данным		2		2
3.	1.3. Определение параметров уравнения температурной зависимости вида $C_p = a + bT + cT^2$ и $C_p = a + bT + cT^2$ по экспериментальным данным		3		3
4.	1.4. Метод графического интегрирования	2			
5.	1.5. Расчет абсолютного значения энтропии графическим интегрированием по методу трапеций функций вида $\int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT$ и $\int_{T_1}^{T_2} C_p d \ln T$		3		3
6.	<b>2. Определение термодинамических величин.</b> 2.1. Расчет термодинамических характеристик процессов плавления, испарения и возгонки по давлению пара над твердой и жидкой фазами	2			
7	2.2. Определение температурной зави-		3		2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)			
		Лекц	Практ (семина)	Лабор работы	Самост работа
	симости давления пара воды над твердой фазой. Расчет энтальпии и энтропии сублимации льда				
8	2.3. Определение температурной зависимости давления пара воды над жидкой фазой. Расчет энтальпии и энтропии испарения		3		2
9	2.4. Определение температуры плавления льда. Расчет температуры кипения воды		2		2
10	<b>3. Термодинамика химической связи.</b> 3.1. Расчет энергии и энтропии связи двухатомных молекул по температурной зависимости изменения энергии Гиббса в процессе диссоциации молекул на атомы	2			
11	3.2. Расчет энергии и энтропии связи в ряду галогенов. Анализ взаимосвязи энергии и энтропии связи с физико-химическими свойствами галогенов		3		2
12	3.3. Применение закона Гесса для расчета энергии диссоциации газообразных молекул, содержащих более одной связи. Определение средней энергии связи		3		2
13	3.4. Определение энергии диссоциации метана и этана. Расчет энергии связей С-Н и С-С.		3		2
14	3.5. Определение энергии диссоциации этилена и ацетилена. Расчет энергии кратных связей С-С		3		2
15	3.6. Изменение гибридизации и энергии связи в метане по мере его диссоциации	2			
16	3.7. Определение температурной зависимости изменения энергии Гиббса по давлению пара одноатомных молекул углерода над графитом. Расчет энтальпии сублимации графита и алмаза.		3		2
17	3.8. Определение энергии связи в алмазе, графите и бензоле. Зависимость электропроводности и прочности связи от гибридизации связи в этих веществах		3		2
18	3.9. Вычисление энтальпий реакций по энергиям связи		2		2
19	3.10. Зависимость энтропии связи от симметрии молекул	2			
20	3.11. Определение порядков осей и чисел симметрии молекул. Зависимость	2			2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)			
		Лекц	Практ (семин)	Лабор работы	Самост работа
	энтропии связи от числа симметрии				
21	3.12. Вычисление энтропии связи с поправкой на симметрию		3		3
22	3.13. Вычисление стандартных энтропий веществ по энтропиям связи и энтропиям атомов		2		2
23	<b>4. Термодинамика ионных равновесий.</b> 4.1. Определение изменения энтальпии в реакции нейтрализации по теплотам растворения (с применением закона Гесса)	2			2
24	4.2. Определение константы диссоциации воды методом ЭДС и вычисление изменения энергии Гиббса и энтальпии нейтрализации	2			
25	4.3. Расчет энтальпии образования ионов $H^+$ и $OH^-$		3		3
26	4.4. Расчет термодинамических характеристик ионов $HCO_3^-$ , $CO_3^{2-}$ и $Ca^{2+}$ .		3		2
27	4.5. Использование энтальпий образования ионов для термодинамических расчетов		2		
28	<b>5. Термодинамика несовершенств в кристаллах простых веществ.</b> 5.1. Образование дефектов по Френкелю и Шоттки. Расчет константы равновесия процесса образования вакансий по измерениям длины образца и рентгенографическому определению изменения постоянной решетки	2			
29	5.2. Определение температурной зависимости изменения энергии Гиббса при образовании вакансий и расчет теплоты дефектообразования		3		3

## 5.2. Содержание разделов дисциплины:

5.2.1. Использование численных методов в термодинамических расчетах. Метод наименьших квадратов (МНК). Определение параметров уравнения температурной зависимости вида  $C_p = a + bT$  по экспериментальным данным. Определение параметров уравнения температурной зависимости вида  $C_p = a + bT + cT^2$  и  $C_p = a + bT + cT^2$  по экспериментальным данным. Метод графического интегрирования. Расчет абсолютного значения эн-

тропии графическим интегрированием по методу трапеций функций вида  $\int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT$  и

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p d \ln T.$$

5.2.2. *Определение термодинамических величин.* Расчет термодинамических характеристик процессов плавления, испарения и возгонки по давлению пара над твердой и жидкой фазами. Определение температурной зависимости давления пара воды над твердой фазой. Расчет энтальпии и энтропии сублимации льда. Определение температурной зависимости давления пара воды над жидкой фазой. Расчет энтальпии и энтропии испарения. Определение температуры плавления льда. Расчет температуры кипения воды.

5.2.3. *Термодинамика химической связи.* Расчет энергии и энтропии связи двухатомных молекул по температурной зависимости изменения энергии Гиббса в процессе диссоциации молекул на атомы. Расчет энергии и энтропии связи в ряду галогенов. Анализ взаимосвязи энергии и энтропии связи с физико-химическими свойствами галогенов. Применение закона Гесса для расчета энергии диссоциации газообразных молекул, содержащих более одной связи. Определение средней энергии связи. Определение энергии диссоциации метана и этана. Расчет энергии связей С-Н и С-С. Определение энергии диссоциации этилена и ацетилена. Расчет энергии кратных связей С-С. Изменение гибридизации и энергии связи в метане по мере его диссоциации. Определение температурной зависимости изменения энергии Гиббса по давлению пара одноатомных молекул углерода над графитом. Расчет энтальпии сублимации графита и алмаза. Определение энергии связи в алмазе, графите и бензоле. Зависимость электропроводности и прочности связи от гибридизации связи в этих веществах. Вычисление энтальпий реакций по энергиям связи. Зависимость энтропии связи от симметрии молекул. Определение порядков осей и чисел симметрии молекул. Зависимость энтропии связи от числа симметрии. Вычисление энтропии связи с поправкой на симметрию. Вычисление стандартных энтропий веществ по энтропиям связи и энтропиям атомов.

5.2.4. *Термодинамика ионных равновесий.* Определение изменения энтальпии в реакции нейтрализации по теплотам растворения (с применением закона Гесса). Определение константы диссоциации воды методом ЭДС и вычисление изменения энергии Гиббса и энтальпии нейтрализации. Расчет энтальпии образования ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ . Расчет термодинамических характеристик ионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ . Использование энтальпий образования ионов для термодинамических расчетов.

5.2.5. *Термодинамика несовершенств в кристаллах простых веществ.* Образование дефектов по Френкелю и Шоттки. Расчет константы равновесия процесса образования вакансий по измерениям длины образца и рентгенографическому определению изменения постоянной решетки. Определение температурной зависимости изменения энергии Гиббса при образовании вакансий и расчет теплоты дефектообразования.

### 5.3. Практические работы:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ
1	5.2.1	<p>1. Метод наименьших квадратов (МНК). Определение параметров уравнения температурной зависимости вида <math>C_p = a + bT</math> по экспериментальным данным.</p> <p>2. Определение МНК параметров уравнения температурной зависимости вида <math>C_p = a + bT + cT^2</math> и <math>C_p = a + bT + cT^2</math> по экспериментальным данным.</p> <p>3. Метод графического интегрирования. Расчет абсолютного значения энтропии графическим интегрированием по методу трапе-</p>

		ций функций вида $\int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT$ и $\int_{T_1}^{T_2} C_p d \ln T$ .
2	5.2.2	<p>4. Определение температурной зависимости давления пара воды над твердой фазой. Расчет энтальпии и энтропии сублимации льда.</p> <p>5. Определение температурной зависимости давления пара воды над жидкой фазой. Расчет энтальпии и энтропии испарения.</p> <p>6. Определение температуры плавления льда. Расчет температуры кипения воды.</p>
3	5.2.3	<p>7. Расчет энергии и энтропии связи по температурной зависимости изменения энергии Гиббса в процессе диссоциации молекул на атомы в ряду галогенов.</p> <p>8. Применение закона Гесса для расчета энергии диссоциации газообразных молекул, содержащих более одной связи. Определение средней энергии связи.</p> <p>9. Определение энергии диссоциации метана и этана. Расчет энергии связей С-Н и С-С.</p> <p>10. Определение энергии диссоциации этилена и ацетилена. Расчет энергии кратных связей С-С. Изменение гибридизации и энергии связи в метане по мере его диссоциации.</p> <p>11. Определение температурной зависимости изменения энергии Гиббса по давлению пара одноатомных молекул углерода над графитом. Расчет энтальпии сублимации графита и алмаза.</p> <p>12. Определение энергии связи в алмазе, графите и бензоле. Зависимость электропроводности и прочности связи от гибридизации связи в этих веществах.</p> <p>13. Вычисление энтальпий реакций по энергиям связи.</p> <p>14. Вычисление энтропии связи с поправкой на симметрию.</p> <p>15. Вычисление стандартных энтропий веществ по энтропиям связи и энтропиям атомов.</p>
4	5.2.4	<p>16. Расчет энтальпии образования ионов <math>H^+</math> и <math>OH^-</math>.</p> <p>17. Расчет термодинамических характеристик ионов <math>HCO_3^-</math>, <math>CO_3^{2-}</math> и <math>Ca^{2+}</math>.</p> <p>18. Использование энтальпий образования ионов для термодинамических расчетов.</p>
5	5.2.5	<p>19. Определение температурной зависимости изменения энергии Гиббса при образовании вакансий и расчет теплоты дефектообразования.</p>

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### 6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики./ Еремин Е.Н. - М.: Высшая школа, 1978.
2. Карапетьянц М.Х. Примеры и задачи по химической термодинамике/ Карапетьянц М.Х. -М.:Химия, 1974.
3. Зайцев О.С. Химическая термодинамика к курсу общей химии./ О.С. Зайцев.-М.: Изд-во МГУ,1973.

### 6.2. Дополнительная литература:

1. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика./ Карапетьянц М.Х.-М: Химия,

1975.

2. Краснов К.С. Физическая химия. т.1 / Краснов К.С.-М., Высшая школа, 1995.

3. Равдель А.А. Краткий справочник физико-химических величин./Равдель А.А., Барон Н.М., Пономарева А.М. - Л.: Химия 1983.

4. Еремин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи./Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А. - М.: Экзамен, 2005.

5. Лабовиц Л., Аренс Дж. Задачи по физической химии с решениями, М., Мир, 1972.

6. Баталин Г.И. Расчеты по физической химии, Киев, Высшая школа, 1977.

7. Киселев Е.В., Каретников Г.В., Кудряшов И.В. Сборник примеров и задач по физической химии, Высшая школа, 1976

### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины:

- <http://top.msu.ru> - каталог научно-образовательных программ МГУ. Программы курсов по химии. Лекции по химии,
- <http://www.chem.msu.su/> - портал химического образования России. Российский химический журнал,
- <http://www.chem.km.ru/> - мир химии,
- <http://rushim.ru/books/books.htm> - электронная библиотека по химии,
- <http://www.chemport.ru> - химический портал ChemPort.ru. Литература по химии. Видеоопыты,
- <http://www.himikatus.ru/> - книги по химии, программы и химические видеоопыты на Himikatus.ru,
- <http://www.rushim.ru> – электронные учебники,
- <http://www.ximicat.com> – книги по химии, видеоматериалы,
- <http://td.chem.msu.ru> - интернет-страница научно-исследовательской лаборатории химической термодинамики химического факультета МГУ
- <http://www.xumuk.ru-сайт> о химии
- <http://dic.academic.ru> - Коллекция словарей и энциклопедий
- <http://www.chem.msu.su-Портал фундаментального химического образования России>

/

### 6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

специализированная аудитория; компьютерный класс, имеющий выход на интернет.

## 7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

### 7.1. Методические рекомендации преподавателю:

Магистранты изучают курс в первом семестре. Теоретические знания, полученные из курса лекций, закрепляются на практических занятиях. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения раздела дисциплины. Промежуточный срез знаний проводится посредством устной сдачи коллоквиумов, вопросы к которым сообщаются заранее, и выполнению письменных индивидуальных заданий, разработанных по всем темам курса. Изучение курса заканчивается итоговым экзаменом.

### 7.2. Методические указания для магистрантов:

Курс изучается в течение 1 семестра. Перед началом семестра магистрант должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на экзамен. Магистрант должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного и итогового контроля. После изучения каждого раздела дисциплины магистрант должен пройти тестирование, сдать коллоквиум и индивидуальные задания.



## **8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.**

### **8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):**

1. Вычисление термодинамических функций индивидуальных веществ.
2. Методы расчета абсолютного значения энтропии.
3. Расчет энергии и энтропии кратных связей.
4. Взаимозависимость гибридизации и энергии связи в алмазе, графите и бензоле.
5. Зависимость физических свойств от гибридизации связи в веществах.
6. Зависимость энтропии связи от симметрии молекул.
7. Вычисление энтропии связи с поправкой на симметрию.
8. Расчет термодинамических характеристик ионов.
9. Использование энтальпий образования ионов для термодинамических расчетов.
10. Расчет константы равновесия и энтальпии дефектообразования вакансий в кристаллах.
11. Статистический расчет энтропии.
12. Расчет энтропии по калориметрическим данным.

### **8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:**

При организации самостоятельной работы студентам предлагается изучить с использованием имеющейся литературы и конспекта лекций следующие разделы курса:

1. Использование численных методов в термодинамических расчетах.
2. Определение термодинамических величин
3. Термодинамика химической связи.
4. Термодинамика ионных равновесий.
5. Термодинамика несовершенств в кристаллах простых веществ

### **8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:**

1. Современные экспериментальные и расчетные методы определения термодинамических характеристик, их развитие и совершенствование.
2. Экспериментальное определение стандартных термодинамических характеристик индивидуальных химических соединений.
3. Современные методы расчета термодинамических параметров молекул.
4. Экспериментальные и теоретические методы определения термодинамических характеристик физико-химических процессов.
5. Расчет термодинамических характеристик процессов плавления, испарения и возгонки.
6. Математические проблемы химической термодинамики.

### **8.4. Примеры тестов:**

1. Энтальпия реакции разложения молекулы  $\text{HBr}$  на атомы составляет  $+36,2$  кДж/моль. Чему равна энергия связи в молекуле  $\text{HBr}$  (кДж/моль)?  
1)  $+36,2$ ; 2)  $-72,4$ ; 3)  $-18,1$ ; 4)  $0$ ; 5)  $+72,4$ ; 6)  $+18,1$ ; 7)  $36,2$ .
2. Рассчитайте отношение числа вакансий к числу узлов решетки кристалла алюминия и константу равновесия образования вакансий при температуре  $650^\circ\text{C}$ , если относительное

изменение длины кристалла при этом равно 0,01872, а относительное изменение объема составляет 0,01844.

### 3. Энтальпия реакции



равна -229,17 кДж/моль. Чему равна энтальпия образования иона  $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$  (кДж/моль)?

1) +229,17; 2) -114,585; 3) 0; 4) +114,585; 5) -229,17.

### 8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к экзамену, зачету):

#### 1. Использование численных методов в термодинамических расчетах.

1.1. Метод наименьших квадратов (МНК).

1.2. Определение параметров уравнения температурной зависимости вида  $C_p = a + bT$  по экспериментальным данным.

1.3. Определение параметров уравнения температурной зависимости вида  $C_p = a + bT + cT^2$  и  $C_p = a + bT + cT^2$  по экспериментальным данным.

1.4. Метод графического интегрирования.

1.5. Расчет абсолютного значения энтропии графическим интегрированием по методу трапеций функций вида  $\int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT$  и  $\int_{T_1}^{T_2} C_p d \ln T$ .

#### 2. Определение термодинамических величин.

2.1. Расчет термодинамических характеристик процессов плавления, испарения и возгонки по давлению пара над твердой и жидкой фазами.

2.2. Определение температурной зависимости давления пара воды над твердой фазой. Расчет энтальпии и энтропии сублимации льда.

2.3. Определение температурной зависимости давления пара воды над жидкой фазой. Расчет энтальпии и энтропии испарения.

2.4. Определение температуры плавления льда. Расчет температуры кипения воды.

#### 3. Термодинамика химической связи.

3.1. Расчет энергии и энтропии связи двухатомных молекул по температурной зависимости изменения энергии Гиббса в процессе диссоциации молекул на атомы.

3.2. Расчет энергии и энтропии связи в ряду галогенов. Анализ взаимосвязи энергии и энтропии связи с физико-химическими свойствами галогенов.

3.3. Применение закона Гесса для расчета энергии диссоциации газообразных молекул, содержащих более одной связи. Определение средней энергии связи.

3.4. Определение энергии диссоциации метана и этана. Расчет энергии связей С-Н и С-С.

3.5. Определение энергии диссоциации этилена и ацетилена. Расчет энергии кратных связей С-С.

3.6. Изменение гибридизации и энергии связи в метане по мере его диссоциации.

3.7. Определение температурной зависимости изменения энергии Гиббса по давлению пара одноатомных молекул углерода над графитом. Расчет энтальпии сублимации графита и алмаза.

3.8. Определение энергии связи в алмазе, графите и бензоле. Зависимость электропроводности и прочности связи от гибридизации связи в этих веществах.

3.9. Вычисление энтальпий реакций по энергиям связи.

3.10. Зависимость энтропии связи от симметрии молекул.

3.11. Определение порядков осей и чисел симметрии молекул. Зависимость энтропии связи от числа симметрии.

3.12. Вычисление энтропии связи с поправкой на симметрию.

3.13. Вычисление стандартных энтропий веществ по энтропиям связи и энтропиям атомов.

*4. Термодинамика ионных равновесий.*

4.1. Определение изменения энтальпии в реакции нейтрализации по теплотам растворения (с применением закона Гесса).

4.2. Определение константы диссоциации воды методом ЭДС и вычисление изменения энергии Гиббса и энтальпии нейтрализации.

4.3. Расчет энтальпии образования ионов  $\text{H}^+_{\text{p-p}}$  и  $\text{OH}^-_{\text{p-p}}$ .

4.4. Расчет термодинамических характеристик ионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ .

4.5. Использование энтальпий образования ионов для термодинамических расчетов.

*5. Термодинамика несовершенств в кристаллах простых веществ.*

5.1. Образование дефектов по Френкелю и Шоттки. Расчет константы равновесия процесса образования вакансий по измерениям длины образца и рентгенографического определения изменения постоянной решетки.

5.2. Определение температурной зависимости изменения энергии Гиббса при образовании вакансий и расчет теплоты дефектообразования.

**8.6. Темы для написания курсовой работы (представляются на выбор обучающегося, если предусмотрено рабочим планом)**


Рабочим планом не предусмотрено

**8.7. Формы контроля самостоятельной работы:** Формами контроля самостоятельной работы студентов являются коллоквиумы, тестирование, индивидуальные задания, подготовка и выступление с докладами.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки:

020100.68 Химия. Магистерская программа: Физическая химия

(указывается код и наименование направления подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена:  
д.х.н., профессор кафедры неорганической химии 

Ерёмин Л.П.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры неорганической химии  
протокол № 1 от 30.08 2011 года.

Зав. кафедрой  Ковалева С.В..  
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией биолого-химического факультета  
протокол № 4 от 1.09 2011 года.

Председатель методической комиссии  Князева Е.П.  
(подпись)