

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.01.ДВ.01.01 МАТЕМАТИЧЕСКИЙ И  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЦИКЛ  
Термохимия

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

04.03.01.32 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

д.х.н., профессор, Михалев Юрий Глебович; к.х.н., доцент, Иртюго

Лилия Александровна

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является: получение учащимися углубленных знаний по тепловым эффектам физико-химических процессов и энергии химической связи, улучшить навыки простейших термодинамических расчетов с использованием справочных данных при термодинамическом подходе описания взаимодействия веществ и их фазовых превращениях, что даст возможность целенаправленно регулировать многие технологические процессы, в том числе такие, как создание новых материалов с заданными свойствами.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами курса являются:

- формирование представлений о роли термодинамики в физической химии;
- изучение теоретических основ термодинамики;
- изучение практических аспектов термодинамики;
- закрепление полученных теоретических представлений в примерах и задачах по данному курсу.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</b>	
ПК-1.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	основные методы и методики проведения физико-химических и термодинамических исследований выделять основные стадии НИР опытом планирования НИР
ПК-1.2: Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов исследований	основные виды документации и программ для НИР готовить основные виды документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИР умением готовить основные виды документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР
ПК-1.3: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач исследований	основные методы и приборы физико-химического и термодинамического анализов выбирать основные методы и приборы физико-химического и термодинамического анализов основными методами физико-химического и термодинамического анализов и навыками работы на соответствующих приборах

ПК-1.4: Готовит объекты исследования	техники приготовления объектов исследования к изучению их физико-химическими и термодинамическими методами анализа подготавливать объекты исследования к изучению их
	физико-химическими и термодинамическими методами анализа методами подготовки объектов исследования к изучению их физико-химическими и термодинамическими методами анализа
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	
УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	основные з-ны физической химии, методы получения и изучения физико-химических свойств веществ проводить анализ поставленной задачи, выделять основные этапы работы методами анализа научной информации
УК-1.2: Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи	теоретические основы физ.химии и термохимии выделять и систематизировать необходимую научную информацию навыками интерпретации и систематизации научной информации
УК-1.3: Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов	правила поиска научной информации в литературе и научных базах данных проводить поиск научной информации в литературе и научных базах данных навыками поиска, интерпретации и систематизации научной информации
УК-1.4: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата	научную основу обрабатываемой информации выделять научно-обоснованную информацию, формировать собственные суждения, проводить их аргументацию навыками обработки научно-обоснованной информации
УК-1.5: Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	теоретические основы физ.химии и термохимии, методы получения и изучения свойств веществ выбирать научно-обоснованные методы получения и изучения свойств веществ, оценивая их достоинства и недостатки навыками выбора научно-обоснованных методов получения и изучения свойств веществ

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,33 (48)</b>	
занятия лекционного типа	0,67 (24)	
практические занятия	0,67 (24)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>0,67 (24)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Теоретические аспекты термохимии</b>									
	1. Раздел 1. Введение Тема 1. Предмет и задачи курса Термохимия как раздел физической химии. Задачи термохимии. Пути использования термохимических данных.	2							
	2. Раздел 2. Основные понятия и законы термохимии Тема 2. Энергетика химических реакций Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения и обозначения. Тема 3. Основной закон термохимии. Закон Гесса. Соотношение между $Q_V$ и $Q_p$ . Следствия из закона Гесса и их применение	3							

<p>3. Раздел 3. Тепловые эффекты физико-химических процессов          Тема 4. Тепловые эффекты и методы их расчета          Теплоты сгорания химических соединений.          Стандартные теплоты образования химических соединений. Метод Фаянса определения теплот образования органических соединений. Атомарные теплоты образования химических соединений.          Аддитивные методы расчета теплот образования и сгорания. Методы расчета параметров реакций органических веществ. Методы сравнительного расчета. Простые аддитивные методы. Метод Татевского для углеводов. Система инкрементов Сейфера и Смоленского. Метод Гриншильдса и Россини. Теплоты растворения и смешения. Теплоты и энергии сольватации (гидратации). Теплоты адсорбции. Теплоты фазовых переходов.</p>	3							
<p>4. Раздел 4. Влияние температуры на тепловые эффекты          Тема 5. Теплоемкость          Понятие теплоемкости. Теплоемкость при постоянном давлении и объеме. Средняя и истинная теплоемкости.          Тема 6. Зависимость тепловых эффектов от температуры          Закон Кирхгофа. Дифференциальная форма закона Кирхгофа. Уравнения Кирхгофа. Выполнимость закона Кирхгофа. Интегрирование уравнений Кирхгофа.          Применение закона Кирхгофа</p>	3							

<p>5. Раздел 5. Расчет теплоемкости          Тема 7. Теплоемкость газов          Расчет теплоемкости газов по классической кинетической теории. Расчет теплоемкости газов по квантовой теории.          Тема 8. Теплоемкость твердых тел          Расчет теплоемкости кристаллических твердых тел по классической и квантовой теориям.</p>	3							
<p>6. Раздел 6. Энергия химической связи          Тема 9. Химическая связь          Понятие химической связи. Классификация химических связей. Средняя и истинная энергия химической связи.          Тема 10. Методы расчета энергии химической связи          Гипотеза Фаянса расчета энергии химических связей многоатомных молекул (правило аддитивности).          Отклонения от правила аддитивности (сопряжения).          Тема 11. Энергии кристаллических решеток          Энергия кристаллической ионной решетки и методы её расчета. Теплоты образования и разрушения решетки.          Цикл Борна – Габер. Энергия кристаллической молекулярной решетки. Теплоты образования и разрушения молекулярной решетки.</p>	3							
<p>7. 1 Введение          Задачи современной термодинамики и основные направления её развития.</p>			2					



<p>8. 2 Основные понятия и законы термохимии  Занятие 2. Энергетика химических реакций  Теоретические представления о тепловых эффектах физико-химических процессов. Решение задач по определению тепловых эффектов химических реакций  Занятие 3. Основной закон термохимии  Законы термодинамики и закон Гесса. Анализ примеров и решение задач по использованию закона Гесса и следствий из него.</p>			4					
<p>9. 3 Тепловые эффекты физико-химических процессов  Занятие 4. Расчет тепловых эффектов процессов растворения и смешения.  Обзор методов определения тепловых эффектов и решение задач.  Занятие 5. Расчет тепловых эффектов процессов сольватации.  Обзор методов определения тепловых эффектов и решение задач.  Занятие 6. Расчет тепловых эффектов процессов адсорбции и фазовых переходов первого рода.  Обзор методов определения тепловых эффектов и решение задач.</p>			4					
<p>10. 4 Влияние температуры на тепловые эффекты  Занятие 7. Общие сведения о теплоемкости  Физический смысл теплоемкости. Различные виды теплоемкости и связь между ними. Решение задач по расчету теплоемкостей.  Занятие 8. Дифференциальная и интегральная формы закона Кирхгофа  Связь теплоемкости с термодинамическими потенциалами. Расчет энтальпии процессов при различных температурах</p>			2					



<p>14. Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплин. Для самостоятельного изучения выносятся следующие темы: 1.Раздел 3.Тема 4 - Методы расчета параметров реакций органических веществ. Методы сравнительного расчета. Простые аддитивные методы. Система инкрементов Сейфера и Смоленского. Метод Гриншильдса и Россини.</p>							2	
<p><b>2. Практические аспекты термохимии</b></p>								
<p>1. Раздел 7.Экспериментальная термохимия Тема 12. Задачи экспериментальной термохимии Предмет экспериментальной термохимии. Термохимический эксперимент. Экспериментальные методы термохимии.</p>	1							

<p>2. Раздел 8. Температура и её измерение          Тема 13. Температура.          Нулевой закон термодинамики. Понятие температуры.          Построение температурной шкалы. Условная и термодинамическая температуры. Шкалы Кельвина и Цельсия. Реализация термодинамической температуры.          Газовые термометры. Международная температурная шкала.          Тема 14. Жидкостные термометры.          Ртутный термометр. Чувствительность и термическая инертность ртутных термометров. Непостоянство нулевой точки ртутного термометра. Поправки к показаниям ртутного термометра.          Тема 15. Термометры сопротивления.          Основные определения и конструкция. Термическая инертность термометрасопротивления. Погрешность инертности термометрасопротивления. Измерение сопротивления термометра: метод компенсации, метод моста. Термисторы.          Тема 16. Термоэлементы.          Термопары. Термоэлектрические явления. Особенности термоэлектрических цепей. Выбор термоэлектродов. Наиболее распространенные низкотемпературные и высокотемпературные термопары. Измерение термо-э.д.с и расчет температуры.          Тема 17. Оптические методы измерения температуры.          Пирометры.</p>	3							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>3. Раздел 9. Калориметрия  Тема 18. Калориметры  Единицы измерения энергии. Калориметры и их классификация. Градуировка калориметров.  Последовательность калориметрического эксперимента.  Изотермические калориметры. Дифференциальные сканирующие калориметры. Теплопроводящие калориметры.  Тема 19. Методы измерения термодинамических величин.  Методы измерения теплоемкости (метод непосредственного нагрева, метод калорифера, метод смешения, импульсный метод). Измерение теплоемкости с помощью дифференциальных сканирующих калориметров. Измерение теплоемкости методом адиабатического сжатия (расширения) или измерением скорости распространения звука. Измерение теплот сгорания. Измерение теплоты плавления (метод непосредственного нагрева, метод смешения).  Измерение теплоты парообразования (метод ввода теплоты, метод смешения, метод протока).</p>	3							
<p>4. 8 Температура и её измерение Занятие 14. Температура.  Введение и анализ понятия температуры. Построение температурных шкал. Решение задач на построение шкал температуры.  Занятие 15. Измерение температуры.  Анализ методов измерения температуры. Решение задач на определение параметров различных термометров.</p>			2					

5. 9 Калориметрия Занятие 16.Калориметры. Типы калориметров. Конструкции калориметров. Анализ достоинств и недостатков калориметров разных типов. Занятие 17.Работа с калориметрами. Градуировка.Получение кривых калориметрического опыта и их анализ. Занятие 18.Получение термохимических данных. Анализ методов измерения теплоемкости. Анализ методов измерения тепловых эффектов физико-химических процессов.			4					
6. Проработка лекционного материала							4	
7. Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплин. Для самостоятельного изучения выносятся следующие темы: 2. Раздел 8. Тема 17. Оптические методы измерения температуры. 3. Раздел 9. Тема 18 - Измерение теплот сгорания. Измерение теплоты плавления (метод непосредственного нагрева, метод смешения). Измерение теплоты парообразования (метод ввода теплоты, метод смешения, метод протока).							2	
8. Написание, оформление и защита реферата.							6	
9. Подготовка к итоговой зачетной работе							6	
10. Зачет проводится в устной форме, зачет выставляется при наличии защищенного реферата и удовлетворительного ответа на два контрольных вопроса.								
Всего	24		24				24	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Михалев Ю. Г. Введение в термохимию: учеб. пособие(Красноярск: СФУ).
2. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия: учебное пособие по направлению подготовки "Химия"(Санкт-Петербург: Лань).
3. Морачевский А. Г., Фирсова Е. Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
4. Антропов Л. И., Поплавская М. Теоретическая электрохимия: учебник для студентов химических и химико-технологических специальностей высших учебных заведений(Москва: Высшая школа).
5. Карапетьянц М. Х. Химическая термодинамика: учеб. пособие для студентов хим. спец. вузов(Москва: Химия).
6. Киреев В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций(Москва: Химия).
7. Колесов В. П. Основы термохимии: учебник для студентов по направлению и специальности "Химия"(Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова).
8. Филиппов С. И., Арсентьев П. П., Яковлев В. В., Крашенинников М. Г. Физико-химические методы исследования металлургических процессов: учеб. пособие для вузов(Москва: Металлургия).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Vista Business
2. Microsoft Office Word 2007
3. Adobe Reader 7.0
4. Microsoft PowerPoint 2007
5. Microsoft Office Excel 2007
- 6.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. Заключено лицензионное соглашение (до ноября 2021 г.) об использовании ресурсов со свободным доступом с компьютеров университетской сети.- Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
2. Nature Publishing Group – годовая подписка на научные электронные журналы издательства Nature Publishing Group: Nature Materials, Nature Nanotechnology. – Режим доступа: <http://www.nature.com>.

3. EBSCO Journals (компания EBSCO Publishing) – электронные журналы. Всего более 7000 названий журналов, 3,5 тысячи рецензируемых журналов. – Режим доступа: <http://search.ebscohost.com>
4. Cambridge University Press - доступ к текущим выпускам журналов издательств Cambridge University Press (с 1996-2015 гг) . – Режим доступа: <http://www.journals.cambridge.org>
5. Royal Society of Chemistry - журналы открытого доступа. - Режим доступа: <http://pubs.rsc.org>.
6. Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. В комплект подписки Freedom Collection издательства Elsevier входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины, размещенные на платформе ScienceDirect, (23 предметные коллекции), охват более 1900 названий журналов. Архив 2010-2014 гг. - Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>
7. Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. -Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>.
8. База данных термодинамических величин ИВТАНТЕРМО - Режим доступа: <http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/>

### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).