

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Химическая термодинамика

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. Горбачук В.В. (Кафедра физической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Valery.Gorbatchuk@kpfu.ru

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

химическая термодинамика процессов сорбции на границе раздела фаз, и межфазного переноса, хроматографического разделения сложных смесей, термодинамика взаимодействия субстрат-рецептор с участием белков и органических макроциклических рецепторов, термодинамика сольватации неэлектролитов.

Должен уметь:

ориентироваться в проблемах современной химической термодинамики, в том числе в физических и физико-химических основах супрамолекулярной химии и нанотехнологии, решать задачи по прогнозированию свойств веществ и материалов на основе данных о структуре их молекул

Должен владеть:

Основными подходами и экспериментальными методами современной химической термодинамики, позволяющими измерять основные физические и физико-химические свойства веществ и материалов, в том числе сложных супрамолекулярных систем и объектов сnanoструктурой

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания в области современной химической термодинамики для решения проблем науки, техники и промышленности, сельского хозяйства

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 32 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- стое- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции, в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- стое- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции, в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Химическая термодинамика, предмет ее изучения и положение среди других химических наук.	7	2	0	0	0	0	0	0	
2.	Тема 2. Термодинамика гомогенных растворов неэлектролитов и ее практические приложения.	7	4	0	0	0	0	0	0	
3.	Тема 3. Современные представления о межмолекулярных взаимодействиях в гомогенных системах. Разделение термодинамических параметров образования растворов на вклады .	7	4	0	0	0	0	0	0	8
4.	Тема 4. Закономерности, определяющие соотношение "структура-свойство" для растворов неэлектролитов. Гидрофобный эффект.	7	4	0	0	0	0	0	0	8
5.	Тема 5. Классификация неспецифических межмолекулярных взаимодействий. Компенсационная зависимость между энタルпией и энтропией сольватации для растворов в неполярных средах и воде.	7	6	0	0	0	0	0	0	0
6.	Тема 6. Термодинамическое проявление гидрофобного эффекта и его структурная интерпретация. Гидрофобная гидратация.	7	4	0	0	0	0	0	0	0
7.	Тема 7. Термодинамика гетерогенных систем. Количественные способы описания изотерм адсорбции.	7	4	0	0	0	0	0	0	8
8.	Тема 8. Линейная идеальная и неидеальная газовая хроматография. Устройство газового хроматографа.	7	6	0	0	0	0	0	0	8
4.2	Тема 9. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Устройство жидкостного хроматографа.	7	6	0	0	0	0	0	0	0
<b>Тема 1. Химическая термодинамика, предмет ее изучения и положение среди других химических наук.</b>										
Объекты исследования химической термодинамики. Основные законы химической термодинамики. Первое и второе начало термодинамики. Термодинамические параметры равновесных процессов: химических реакций и комплексообразования. Физический смысл энергии Гиббса химической реакции, любого физико-химического процесса.										
<b>Итог</b>										
0 32										

**Тема 2. Термодинамика гомогенных растворов неэлектролитов и ее практические приложения.**

Законы Рауля и Генри. Химический потенциал. Термодинамическая активность. Ее физический смысл. Физический смысл коэффициента активности. Пример с ограниченно растворимыми соединениями. Термодинамические параметры сольватации. Избыточные величины для реальных растворов. Понятие стандартного состояния в приложении к процессам образования растворов. Предельные коэффициенты активности. Параметр гидрофобности. Применение этих параметров для прогнозирования биологической активности органических веществ. Пример с токсичностью органических соединений.

**Тема 3. Современные представления о межмолекулярных взаимодействиях в гомогенных системах.**

Разделение термодинамических параметров образования растворов на вклады .

Разделение термодинамических параметров образования растворов на вклады энергии образования полости, энергии взаимодействия и межмолекулярных взаимодействий растворенное вещество - растворенное вещество. Пример раствора со сферическими одинаковыми молекулами. Значение этих представлений для супрамолекулярной химии. Реорганизация растворителя, ее вклад в величины термодинамических параметров. Современные представления о межмолекулярных взаимодействиях в гетерогенных системах. Типы межмолекулярных взаимодействий. Роль полярности растворителя и растворенного вещества.

**Тема 4. Закономерности, определяющие соотношение "структура-свойство" для растворов неэлектролитов. Гидрофобный эффект.**

Закономерности, определяющие соотношение "структура-свойство" для растворов неэлектролитов.

Феноменологические подходы к описанию этих соотношений для термодинамических параметров сольватации.

Структурные параметры соединений. Супрамолекулярные системы, кооперативные межмолекулярные взаимодействия, взаимодействия гость-хозяин. Их отличия от обычных парных взаимодействий. Понятие комплементарности. Примеры супрамолекулярных систем.

**Тема 5. Классификация неспецифических межмолекулярных взаимодействий. Компенсационная зависимость между энталпией и энтропией сольватации для растворов в неполярных средах и воде.**

Классификация неспецифических межмолекулярных взаимодействий по величине их вклада, приходящегося на единицу собственного объема молекул (мольной рефракции) для различных по структуре молекул и функциональных групп. Линейные соотношения структура-энергия. Модель LSER. Компенсационная зависимость между энталпией и энтропией сольватации для растворов в неполярных средах и воде. Физический смысл компенсационной зависимости для термодинамических параметров сольватации.

**Тема 6. Термодинамическое проявление гидрофобного эффекта и его структурная интерпретация.**

**Гидрофобная гидратация.**

Характер компенсационного эффекта при варьировании структуры растворителя и растворяемого соединения.

Факторы, определяющие величину коэффициента пропорциональности между свободной энергией и энталпией сольватационных процессов в неводных средах и в воде. Примеры с участием белков и циклодекстрина. Структурная интерпретация гидрофобной гидратации.

**Тема 7. Термодинамика гетерогенных систем. Количествоные способы описания изотерм адсорбции.**

Термодинамика гетерогенных систем. Понятия адсорбции, адсорбента, сорбата, изотермы сорбции. Различные типы сорбентов и видов адсорбции. Уравнения Ленгмюра, Брунауэра-Эммета-Теллера, Хилла. Форма изотерм сорбции, аппроксимируемых этими уравнениями, а также уравнениями Генри и Рауля. Примеры объектов, описываемых этими уравнениями. Особенности изотерм сорбции воды на активированном угле. Определение объема монослоя и удельной поверхности адсорбента.

**Тема 8. Линейная идеальная и неидеальная газовая хроматография. Устройство газового хроматографа.**

Понятие коэффициента распределения сорбата (между подвижной и неподвижной фазами). Понятия объема удерживания, исправленного объема удерживания, мертвого объема, времени удерживания, мертвого времени, удельного объема удерживания. Уравнение Ван Десемтера. Физический смысл его членов. Понятие ширины хроматографического пика и причин его уширения. Понятие высоты теоретической тарелки. Детекторы, устройства ввода образца. Проблемы количественного ввода образца в капиллярную хроматографическую колонку.

**Тема 9. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Устройство жидкостного хроматографа**

Особенности ВЭЖХ по сравнению с газовой хроматографией. Различия в характере зависимости высоты теоретической тарелки от линейной скорости элюента. Требования к размеру частиц неподвижной фазы в ВЭЖХ. Детекторы, устройства ввода образца. Модифицированные неподвижные фазы для жидкостной хроматографии. Градиентный метод подачи элюента.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Горбачук В.В., Зиганшин М.А., Новиков В.Б., Сироткин В.А. Руководство к практическим работам по физико-химическим методам исследования. - <http://kpfu.ru/docs/F2103567237/chem0018.pdf>

Горбачук В.В., Зиганшин М.А., Новиков В.Б., Сироткин В.А. Руководство к спецпрактикуму по химической термодинамике. - <http://kpfu.ru/docs/F574818814/chemPH05.pdf>

Супрамолекулярная химия . - <http://www.chem.msu.su/zorkii/istkhim/supramol.html>

Термодинамика растворов (лекция, англ. яз) - [http://www.youtube.com/watch?v=SL1qwsQMp\\_8](http://www.youtube.com/watch?v=SL1qwsQMp_8)

Толмачев А.М. "Термодинамика адсорбции газов, паров и растворов" (Учебно-методическое пособие). - <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/tolmachev/tolmachev1.pdf>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	На лекциях необходимо конспектировать основные определения понятий, терминов и концепций курса, включая формулировки его основных положений, а также описание практической и теоретической значимости рассматриваемых явлений. Необходимо записывать уравнения, используемые в лекционном курсе, их вывод и расшифровку используемых в них параметров, а также единицы измерения основных экспериментально определяемых величин.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля; - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.
экзамен	Рекомендуется внимательно изучить конспекты лекций, дополнительную информацию можно получить из рекомендованных интернет-ресурсов и учебных пособий. На экзамене необходимо отвечать точно, ясно и по вопросу. Помните, что время ответа ограничено. При возникновении любых неясностей в процессе подготовки к ответу следует обращаться с вопросами только к преподавателю.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

  - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
  - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
  - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Фундаментальная химия: материалы будущего".

*Приложение 2*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.04 Химическая термодинамика

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Гамбург, Ю. Д. Химическая термодинамика : учебник / Ю. Д. Гамбург. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 240 с. - ISBN 978-5-00101-920-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151521> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Морачевский, А. Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций : учебное пособие / А. Г. Морачевский, Е. Г. Фирсова. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 112 с. - ISBN 978-5-8114-1858-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212027> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Соломонов, Б. Н. Методические разработки к практикуму по физической химии: для студентов химического факультета : [учебно-методическое пособие / Б. Н. Соломонов, В. Б. Новиков, М. А. Варфоломеев] ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Каф. физ. химии .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2015). Ч. 2: Химическая кинетика [Текст: электронный ресурс]. - Электронные данные (1 файл: 2,61 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .- Загл. с экрана .- Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2012 .- Режим доступа: открытый . - Текст : электронный. - URL: <https://allfind.kpfu.ru/r/RU05CLSL05CEOR05C3331> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: открытый.
4. Руководство к практическим работам по физико-химическим методам исследования: для студентов химического факультета/ Казан. гос. ун-т, Науч.-образоват. центр КГУ 'Материалы и технологии XXI в.', Хим. ин-т им. А.М. Бутлерова; [сост.: В.В. Горбачук и др.]. - Казань: Казанский университет, 2007. - 90 с. - Текст : электронный. - URL: <https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21646/0-763596.pdf> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: открытый.
5. Горбачук, В.В. Руководство к практическим работам по калориметрическим методам исследования: учебно-методическое пособие / В.В. Горбачук, М.А. Зиганшин, В.Б. Новиков, А.В. Герасимов. - Казань: Казанский университет, 2018. - 51 с. - Текст : электронный. - URL: <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/146399> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ.
6. Горбачук, В.В. Руководство к практическим работам по спектральным методам исследования: учебно-методическое пособие / В.В.Горбачук, В.А.Сироткин, М.А. Варфоломеев, А.Е.Климовицкий. - Казань: Казанский университет, 2018. - 42 с. - Текст : электронный. - URL: <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/146398> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ.

**Дополнительная литература:**

1. Буданов, В. В. Химическая кинетика : учебное пособие / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-1542-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211475> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Романенко, Е. С. Физическая химия : учебное пособие / Е. С. Романенко, Н. Н. Францева. - Ставрополь : Параграф, 2012. - 88 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515050> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Лисицын, Ю.А. Методические разработки к общему практикуму по электрохимии : для студентов Химического института : [учебно-методическое пособие] / Ю. А. Лисицын ; Казан. федер. ун-т .- Казань : [Казанский (Приволжский) федеральный университет], 2012 .- 74 с.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.04 Химическая термодинамика

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая  
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.