

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности



А.А.Панфилов

« 30 » 08 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»  
Профиль/программа подготовки «ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБА, КОНДИТЕРСКИХ И МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ»  
УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ бакалавриат  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
4	5/180	32	-	64	84	Зачет
Итого	5/180	32	-	64	84	Зачет

Владимир 2018

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины «Физическая химия»:** ознакомление студентов с современным состоянием химической науки в её части, касающейся основ строения вещества, основ химической термодинамики, термохимии, учения о химическом равновесии, основных закономерностей химической кинетики.

**Задачи:** знание основных понятий и законов химии, как одной из основополагающих естественнонаучных дисциплин, стало в настоящее время базисом для изучения многих практически важных высоких технологий. Кроме овладения основами теории химической связи, представлениями о физико-химических системах и законами термодинамики, имеется необходимость более тесного знакомства с конкретными приложениями их в термохимии, расчётах химических равновесий, термодинамическом анализе химических систем. Отдельной важнейшей задачей является изучение основ химической кинетики и овладение методикой расчётов скоростей химических реакций. От студента требуется не только усвоение общих идей и принципов теории, но и их активное применение, приложение к актуальным задачам химии, химической.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физическая химия» изучается в вариативной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины «Физическая химия»:

1. Математика.
2. Физика.
3. Общая и неорганическая химия.
4. Органическая химия.
5. Пищевая химия.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ПК-5 Способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	Частичное	<i>Знать:</i> основы современных представлений о строении молекул, основные законы химической термодинамики, учение о химическом равновесии; <i>Уметь:</i> пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление обратимой химической реакции; <i>Владеть:</i> основными методами расчета тепловых эффектов реакций, методами расчета химических равновесий.

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах).				Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы.	СРС		
1	Физико-химические системы. Нулевой закон термодинамики.	4	1-2	4		12	6	2/13	
2	Первый закон термодинамики. Термохимия. Закон Гесса.	4	3-4	2				2/100	
3	Второй закон термодинамики. Термодинамические потенциалы.	4	5-9	8		6	6	6/43	Рейтинг-контроль № 1
4	Третий закон термодинамики. Химический потенциал. Термодинамические функции.	4	10-13	6		6	6	4/33	
5	Химическая термодинамика. Учение о химическом равновесии. Закон действия масс.	4	14-15	4		12	6	3/19	Рейтинг-контроль. № 2
6	Основные законы химической кинетики. Скорость химической реакции. Кинетические уравнения.	4	16-17	8		30	6	6/16	Рейтинг-контроль. № 3
Всего за 4 семестр:				32		64	84	23/24	Зачёт
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				32		64	84	23/24	Зачёт



## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Раздел I. КЛАССИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

#### Тема 1. Введение

Содержание темы. Физико-химический подход к описанию природы. Термодинамика как наука. Физико-химические системы. Их классификация.

#### Тема 2. Термодинамическое описание химических систем. Первый закон термодинамики. Термохимия

Содержание темы. Параметры состояния и функции состояния. Физико-химические процессы и их классификация. Функции перехода. Нулевой закон термодинамики. Температура. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Термохимия. Закон Гесса. Работа. Закон Кирхгофа.

#### Тема 3. Энтропия. Второй закон термодинамики. Термодинамические потенциалы

Содержание темы. Статистическое обоснование энтропии. Формула Больцмана. Второй закон термодинамики. Изобарно-изотермический и изохорно-изотермический потенциалы. Главное уравнение термодинамики (объединённый закон) для закрытых и открытых систем. Химический потенциал. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамика фазовых переходов.

#### Тема 4. Учение о химическом равновесии

Содержание темы. Закон действия масс. Стандартный изобарный потенциал реакции. Константы равновесия  $K_p$ ,  $K_c$ ,  $K_x$ . Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры Вант-Гоффа. Критерии химического равновесия. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Общие схемы расчётов химических равновесий.

### Раздел II. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

#### Тема 5. Формальная кинетика

Содержание темы. Скорости химических реакций. Элементарные химические реакции; кинетическое уравнение скорости. Молекулярность. Реальные химические процессы; кинетическое уравнение скорости этих реакций. Описание химических реакций дифференциальными уравнениями. Прямая и обратная задачи. Необратимые реакции первого и второго порядка. Зависимость скорости реакции от температуры. Закон Аррениуса. Понятие о теориях активированного комплекса и активных соударений. Общие представления об энергетике гетерогенного катализа.

## Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Тема 1. Определение интегральной теплоты растворения солей.

Тема 2. Определение поверхностного натяжения жидкости.

Тема 3. Рефрактометрия.

Тема 4. Криоскопия и эбуллиоскопия.

Тема 5. Определение порядка реакции по времени полураспада

Тема 6. Кинетика разложения пероксида водорода.

Тема 7. Кинетика реакции омыления сложного эфира щёлочью.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Физическая химия» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема № 3, 5);*
- *Групповая дискуссия (тема № 3);*
- *Анализ ситуаций (тема № 5);*

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.**

Текущий контроль успеваемости приводится по результатам рейтинг-контроля по следующим контрольным вопросам:

### **Контрольные вопросы для проведения рейтинг-контроля**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Термодинамические системы и их классификация. Равновесное, неравновесное и стационарное состояние.
2. Параметры состояния и функции состояния.
3. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Равновесные, неравновесные и обратимые процессы.
4. Функции состояния и функции перехода. Математическая обработка функций состояния функций перехода.
5. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики.
6. Теплота процесса при постоянном объёме. Теплоёмкость.
7. Теплота процесса при постоянном давлении. Энтальпия. Теплоёмкость.
8. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры.
9. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него.
10. Теплота образования, сгорания, растворения, теплота фазовых переходов.
11. Законы Кирхгоффа.

#### **Рейтинг-контроль №2**

1. Распределение энергии. Энтропия. Формула Больцмана.
2. Энтропия. Второй закон термодинамики.
3. Зависимость энтропии от температуры. Энтропия фазовых переходов.
4. Критерий самопроизвольности процессов. Изохорно-изотермический процесс. Максимальная работа.
5. Критерий самопроизвольности процессов. Изобарно-изотермический процесс. Полезная работа.



6. Абсолютная энтропия. Третий закон термодинамики.
7. Объединение первого и второго законов. Понятие о химическом потенциале.
8. Закон действия масс. Константа равновесия  $k_p$ . Стандартный изобарный потенциал реакции.
9. Константы равновесия  $k_c$  и  $k_x$ . Связь между тремя константами. Уравнение изобары Вант-Гоффа и изохоры Вант-Гоффа.
10. Смещение равновесий. Принцип Ле-Шателье – Брауна.

### **Рейтинг-контроль №3**

1. Скорость химической реакции.
2. Дифференциальное уравнение скорости.
3. Элементарная химическая реакция и реальные химические процессы.
4. Кинетическое уравнение скорости элементарной стадии. Молекулярность.
5. Кинетическое уравнение скорости реальной реакции. Порядок реакции. Время полураспада.
6. Методы определения порядка реакции.
7. Зависимость скорости реакции от температуры. Закон Аррениуса.

### **Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

#### **Вопросы к зачёту:**

1. Понятие о термодинамических системах. Классификации термодинамических систем. Состояния систем – равновесные, неравновесные, стационарные.
2. Свойства термодинамических систем, интенсивные и экстенсивные свойства. Параметры состояния и функции состояния. Математическая обработка функций состояния.
3. Процессы в термодинамических системах. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Круговые и некруговые. Равновесные и неравновесные. Классификация процессов по особым условиям. Обратимые процессы.
4. Функции состояния и функции перехода. Математическая обработка функций состояния функций перехода.
5. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики.
6. Зависимость внутренней энергии от объёма и температуры. Теплота процесса при постоянном объёме. Теплоёмкость.



7. Зависимость внутренней энергии от давления и температуры. Теплота процесса при постоянном давлении. Энтальпия. Теплоёмкость.
8. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры. Соотношение между  $c_p$  и  $c_v$  для идеального газа.
9. Нормальные и стандартные условия. Стандартное состояние. Стандартные мольные энтальпии.
10. Работа. Работа равновесного процесса. Работа других процессов.
11. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Теплота образования, сгорания, растворения, теплота фазовых переходов.
12. Зависимость теплоты процесса от температуры. Законы Кирхгоффа. Теплоёмкость.
13. Распределение энергии. Энтропия. Формула Больцмана.
14. Энтропия. Второй закон термодинамики. Зависимость энтропии от температуры.
15. Критерий самопроизвольности процессов. Изохорно-изотермический процесс.
16. Критерий самопроизвольности процессов. Изобарно-изотермический процесс. Полезная работа.
17. Абсолютная энтропия. Третий закон термодинамики. Объединение первого и второго законов. Понятие о химическом потенциале.
18. Закон действия масс. Константа равновесия  $k_p$ . Константы равновесия  $k_c$  и  $k_x$ . Связь между тремя константами.
19. Уравнение изобары Вант-Гоффа и изохоры Вант-Гоффа.
20. Смещение равновесий. Принцип Ле-Шателье – Брауна. Влияние катализатора на химическое равновесие.
21. Скорость химической реакции. Дифференциальное уравнение скорости. Элементарная химическая реакция и реальные химические процессы. Молекулярность. Кинетическое уравнение скорости элементарной стадии и реальной реакции. Порядок реакции.
22. Время полураспада. Необратимая реакция первого порядка. Уравнение Аррениуса. Энергетическая диаграмма реакции.

### **Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов**

1. Понятие о термодинамических системах. Классификации термодинамических систем. Состояния систем – равновесные, неравновесные, стационарные.
2. Свойства термодинамических систем, интенсивные и экстенсивные свойства. Параметры состояния и функции состояния. Математическая обработка функций состояния.
3. Процессы в термодинамических системах. Самопроизвольные и несамопроизвольные. Круговые и некруговые. Равновесные и неравновесные. Классификация процессов по особым условиям. Обратимые процессы.

4. Функции состояния и функции перехода. Математическая обработка функций состояния функций перехода.
5. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики.
6. Зависимость внутренней энергии от объёма и температуры. Теплота процесса при постоянном объёме. Теплоёмкость.
7. Зависимость внутренней энергии от давления и температуры. Теплота процесса при постоянном давлении. Энтальпия. Теплоёмкость.
8. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры. Соотношение между  $c_p$  и  $c_v$  для идеального газа.
9. Нормальные и стандартные условия. Стандартное состояние. Стандартные мольные энтальпии.
10. Работа. Работа равновесного процесса. Работа других процессов.
11. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Теплота образования, сгорания, растворения, теплота фазовых переходов.
12. Зависимость теплоты процесса от температуры. Законы Кирхгоффа. Теплоёмкость.
13. Распределение энергии. Энтропия. Формула Больцмана.
14. Энтропия. Второй закон термодинамики. Зависимость энтропии от температуры. Энтропия фазовых переходов.
15. Критерий самопроизвольности процессов. Изохорно-изотермический процесс. Максимальная работа. Свободная и связанная энергия.
16. Критерий самопроизвольности процессов. Изобарно-изотермический процесс. Полезная работа. Свободная и связанная энергия.
17. Абсолютная энтропия. Третий закон термодинамики. Объединение первого и второго законов. Понятие о химическом потенциале.
18. Зависимость  $G$  от температуры и от давления. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
19. Термодинамика фазовых переходов. Две формы уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Давление насыщенного пара жидкости.
20. Закон действия масс. Константа равновесия  $k_p$ . Стандартный изобарный потенциал реакции. Константы равновесия  $k_c$  и  $k_x$ . Связь между тремя константами.
21. Константы равновесия  $k_p$ ,  $k_c$  и  $k_x$ . Уравнение изобары Вант-Гоффа и изохоры Вант-Гоффа.
22. Смещение равновесий. Принцип Ле-Шателье – Брауна. Влияние катализатора на химическое равновесие.
23. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы.
24. Двухкомпонентные системы. Термический анализ. Диаграммы состояния. Определение соотношения фаз и состава фаз.

25. Диаграммы состояния систем с образованием химического соединения, плавящегося конгруэнтно и инконгруэнтно. Принцип соответствия.
25. Диаграммы состояния систем с образованием твёрдых растворов для всех составов и с ограниченной растворимостью. Принцип соответствия.
26. Скорость химической реакции. Дифференциальное уравнение скорости. Элементарная химическая реакция и реальные химические процессы. Молекулярность. Кинетическое уравнение скорости элементарной стадии и реальной реакции. Порядок реакции.
27. Время полураспада. Необратимая реакция первого порядка. Уравнение Аррениуса. Энергетическая диаграмма реакции.

Для успешного выполнения самостоятельной работы студентам рекомендуется следующая литература:

1. В. В. Еремин Основы физической химии: в 2 ч. Ч. 1 : Теория -3-е изд. М. БИНОМ. 2013.
2. В. В. Еремин Основы физической химии: в 2 ч. Ч. 2 : Задачи -3-е изд. М. БИНОМ. 2013.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. В.И. Грызунов, И.Р. Кузеев, Е.В. Пояркова и др. Физическая химия - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2014.	2014	2	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976519633.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976519633.html</a>
2. Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская и др. Физическая химия. Казань: Изд-во КНИТУ, 2012.	2012		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213675.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213675.html</a>
3. В. В. Еремин Основы физической химии: в 2 ч. Ч. 1 : Теория -3-е изд. М. БИНОМ. 2013.	2013	1	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321063.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321063.html</a>
4. В. В. Еремин Основы физической химии: в 2 ч. Ч. 2 : Задачи -3-е изд. М. БИНОМ. 2013	2013	1	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321070.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321070.html</a> .
5. Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская. Формальная кинетика. Казань: Изд-во КНИТУ, 2014	2014		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788216997.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788216997.html</a> .
Дополнительная литература			
1. Афанасьев Б.Н., Акулова Ю.П. Физическая химия. Изд. Лань. 1-е изд. 2012.	2012	1	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4312">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4312</a>
2. Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская. Основы химической термодинамики (к курсу физической химии): учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та/ 2011.	2011	1	<a href="http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4">http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4</a>
3. Афанасьев Б.Н., Акулова Ю.П. Физическая химия. Издательств: Лань, 2014	2014		

## **7.2. Периодические издания:**

1, Журнал физической химии.

## **7.3. Интернет-ресурсы.**

1. <http://www.scirus.com/>
2. <http://www.ihtik.lib.ru/>
3. <http://www.y10k.ru/books/>
4. <http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/fulltext.htm>
5. <http://www.sciencedirect.com>
6. <http://chemteq.ru/lib/book>
7. <http://www.chem.msu.su/rus>
8. <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
9. <http://www.elsevier.com/>
10. <http://www.uspkhim.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лабораторные работы проводятся в лаборатории 331-1, 425-1, 433-1, 405-1.

При чтении лекционного курса используются мультимедийные средства обучения в виде набора слайдов с демонстрацией через проектор.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Windows 7, Microsoft Office 2010, Power Point, Adobe Reader,

На лабораторных занятиях используется следующее лабораторное оборудование:

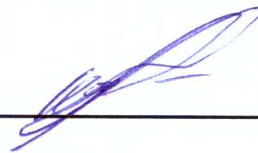
- установка Ребиндера
- волюмометрическая установка со встряхивателем
- калориметр с термометром Бекмана
- рефрактометр лабораторный
- бюретки титровальные
- мост переменного тока для измерения электропроводности
- кондуктометр лабораторный

- весы электронные
- рН-метр 340
- иономер ЭВ-74
- ультратермостат УТ-2
- доска
- мел



Рабочую программу составил д.х.н. проф. Кухтин Б.А.

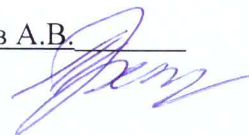
(ФИО, подпись)



Рецензент

(представитель работодателя) научный сотрудник ООО «БМТ» к.х.н. Третьяков А.В.

(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 21 от 24.06.18 года

Заведующий кафедрой д.х.н. проф. Кухтин Б.А.

(ФИО, подпись)



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 19/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 26 от 14.06.19 года

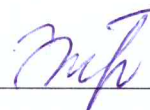
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 22 от 03.06.20 года

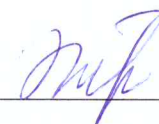
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 31 от 28.06.21 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*НАИМЕНОВАНИЕ*

образовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность:  
*наименование (указать уровень подготовки)*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
*Подпись* *ФИО*