

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**



**УТВЕРЖДАЮ:**

проректор по научно-методической  
и учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Кинетические методы исследования**

Направление подготовки:	04.04.01 Химия
Магистерская программа:	химия
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан химического факультета

А.В. Белый

«16» апреля 2020 г.



Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 655 от 13 июля 2017 г.;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 04.04.01 Химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры физической химии,  
к.х.н., доцент

Н.И. Белая

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии

Протокол № 13 от «28» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.М. Михальчук

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол № 3 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета

Н.В. Яблочкова

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Курс «Кинетические методы исследования» является дисциплиной вариативной части Блока 1 «Дисциплины по выбору» по направлению подготовки 04.04.01 Химия. Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой физической химии.

Этот курс, опираясь на знания в области физической химии, высокомолекулярных соединений, химической технологии, закладывает фундамент научно-методической подготовки будущих химиков-магистров в области кинетических методов исследования.

Полученные знания используются студентами во время выполнения научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы, а также при прохождении научно-исследовательской практики.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	04.04.01 Химия	
Магистерская программа	химия	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	модульный контроль, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	
Год подготовки	2	
Семестр	3	
Количество часов	108	
- лекционных	12	
- практических, семинарских		
- лабораторных	12	
- самостоятельной работы	84	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,		
в т.ч. аудиторных	2	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Целью изучения дисциплины** «Кинетические методы исследования» является формирование у студентов четких представлений о современных методах химической кинетики, их характеристиках, преимуществах, недостатках и областях применения.

**Основными задачами изучения дисциплины являются:**

- 1) знакомство студентов с теоретическими основами традиционных и современных экспериментальных методов химической кинетики;

- 2) изучение физических и физико-химических методов установления механизмов химических реакций в органической и неорганической химии;
- 3) формирование четких представлений студента о современных экспериментальных кинетических методах.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Кинетические методы исследования» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 04.04.01 Химия и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 04.04.01 Химия (магистерская программа: химия):

**а) Общекультурные компетенции:**

- спрособность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

**б) Общепрофессиональные компетенции:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способность к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5);
- знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

**в) Профессиональные компетенции**

*в научно-исследовательской деятельности*

- способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4);
- способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий (ПК-5);
- владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);
- владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7);

*в производственно-технологической деятельности:*

- способность использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач (ПК-8);

*в организационно-управленческой деятельности:*

- способность принимать решения в стандартных ситуациях, брать на себя ответственность за результат выполнения заданий (ПК-12).



**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**знать:**

- теоретические основы традиционных и современных экспериментальных методов химической кинетики;
- физические и физико-химические методы установления механизмов разнообразных процессов в органической и неорганической химии;
- современные экспериментальные кинетические методы (их преимущества, недостатки и области применения).

**уметь:**

- применять физические и физико-химические методы для установления механизмов химических реакций;
- оценивать возможность применения экспериментальных кинетических методов при решении конкретных практических задач.
- применять свои знания на практике при выборе и эксплуатации современной аппаратуры, используемой в области химической кинетики.

**владеть:**

- навыками самостоятельного изучения учебных и справочных изданий, а также различных форм научно-технической информации в области кинетических методов исследования;
- навыками использования научных приборов и оборудования по определению кинетики и механизмов химических реакций;
- навыков экспериментальных исследований кинетики и механизмов реакций, установления причинно-следственных связей и формулирования выводов.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

<b>Порядковый номер и наименование темы</b>	<b>Краткое содержание темы</b>
<b><i>Содержательный модуль 1</i></b>	
<b><i>Тема 1.</i></b> Понятие об ингибиторе окисления	Принципы, положенные в основу ингибирования цепных реакций. Понятие об ингибиторе окисления, антиоксиданте, стабилизаторе. Кинетические характеристики ингибиторов цепных реакций.
<b><i>Тема 2.</i></b> Классификация ингибиторов окисления	Кинетическая классификация ингибиторов окисления. Емкость, сила и эффективность ингибиторов окисления.
<b><i>Тема 3.</i></b> Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами	Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами - акцепторами пероксирадикал. Механизм ингибирования. Влияние химической и электронного строения антиоксиданта на его реакционную способность в реакции окисления и на эффективность действия. Прочность связей реакционных центров. Переходное состояние реакции фенолов (аминов) с пероксирадикалами, энергия активации реакции и влияние на нее различных факторов.
<b><i>Тема 4.</i></b> Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов	Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов и их роль в ингибированной окислении. Реакции непродуктивного расходования фенолов с гидроперекисями и

	молекулярным кислородом. Общая схема ингибированного окисления углеводов в присутствии фенолов.
<b>Содержательный модуль 2</b>	
<b>Тема 5.</b> Химические методы	Химические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства и недостатки, области применения.
<b>Тема 6.</b> Газовольюмометрические методы	Газовольюмометрические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
<b>Тема 7.</b> Хемилюминесцентные методы	Хемилюминесцентные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
<b>Тема 8.</b> Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы	Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
<b>Тема 9</b> Полярографические методы	Полярографические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.

### Тематический план

Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 1. Понятие об ингибиторе окисления	11	1			10						
Тема 2. Классификация ингибиторов окисления	11	1			10						
Тема 3. Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами	12	2			10						

<b>Тема 4.</b> Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов	14	2			12							
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	48	6			42							

Содержательный модуль 2												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 5.</b> Химические методы	14	1		3	10							
<b>Тема 6.</b> Газовольномерметрические методы	14	1		3	10							
<b>Тема 7.</b> Хемилюминесцентные методы	14	1		3	10							
<b>Тема 8.</b> Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы	11	2		3	6							
<b>Тема 9</b> Полярографические методы	7	1			6							
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	60	6		12	42							

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	<b>Тема 1.</b> Понятие об ингибиторе окисления	1
2	<b>Тема 2.</b> Классификация ингибиторов окисления	1
3	<b>Тема 3.</b> Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами	2
4	<b>Тема 4.</b> Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов	2
5	<b>Тема 5.</b> Химические методы	1
6	<b>Тема 6.</b> Газовольюмометрические методы	1
7	<b>Тема 7.</b> Хемилюминесцентные методы	1
8	<b>Тема 8.</b> Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы	2
9	<b>Тема 9</b> Полярографические методы	1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>12</b>

### Темы (практических, лабораторных, семинарских) занятий

#### *Темы лабораторных занятий*

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Йодометрический метод определения периода индукции окисления органических субстратов в присутствии синтетических антиоксидантов	3
2	Газовольюмометрический метод измерения констант скоростей реакции фенолов с пероксирадикалами органических субстратов	3
3	Хемилюминесцентный метод измерения констант скоростей реакции фенолов с пероксирадикалами органических субстратов	3
4	Определение антиоксидантной активности природных фенолов в реакции с радикалом 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом методом фотоколориметрии	3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>12</b>



## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Понятие об ингибиторе окисления	7
2	Классификация ингибиторов окисления	7
3	Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами	7
4	Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов	7
5	Химические методы	7
6	Газовольюмометрические методы	7
7	Хемилюминесцентные методы	7
8	Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы	7
9	Полярографические методы	7
10	Кинетические методы с участием стабильных радикалов	7
11	Исследование радикальных процессов методом ЯМР	7
12	Хроноамперометрические методы исследования быстрых реакций	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>84</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

*(не предусмотрено программой)*

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Принципы, положенные в основу ингибирования цепных реакций.
2. Понятие об ингибиторе окисления, антиоксиданте, стабилизаторе.
3. Характеристика ингибиторов цепных реакций.
4. Кинетическая классификация ингибиторов окисления.
5. Характеристика акцепторов алкильных радикалов.
6. Кинетическая характеристика ингибиторов-разрушителей гидропероксидов.
7. Характеристика дезактиваторов металлов переменной валентности.
8. Кинетическая характеристика ингибиторов комбинированного действия.
9. Явление синергизма. Синергические смеси.
10. Ингибиторы радикальных процессов однократного и многократного действия.
11. Емкость, сила и эффективность ингибиторов окисления.

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет

Направление подготовки: **04.04.01 химия**  
 Магистерская программа: **химия**

Программа подготовки:  
Семестр  
Учебная дисциплина

академическая магистратура  
3  
Кинетические методы исследования

## МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

### Задание №1

При инициированном окислении этилбензола ( $T=60^{\circ}\text{C}$ ,  $v_i=3,5 \cdot 10^{-8}$  моль/(л·с)) коэффициент ингибирования рутина, определенный газовойolumетрическим методом, составляет 2. Определить величину периода индукции окисления этилбензола при концентрации рутина  $2 \cdot 10^{-4}$  моль/л.

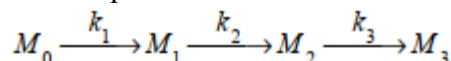
### Задание №2

Кинетику высокотемпературного ( $T=100^{\circ}\text{C}$ ) окисления хлопкового масла контролировали методом йодометрии по количеству тиосульфата натрия, пошедшего на титрование 5 грамм субстрата окисления в присутствии индикатора – крахмала (объем тиосульфата натрия, пошедшего на титрование холостой пробы, равен 0,3 мл). По изменению величины перекисного числа во времени установите период индукции масла (на миллиметровой бумаге):

t, ч	0	8	16	24	30	34	42	46	50	54	58
Объем $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , мл	3	6	11	22	36	50	99	140	196	276	388

### Задание №3

В системе протекает многостадийная реакция:



Стехиометрические уравнения стадий	Ориентировочные значения констант скоростей
$M_0 \rightarrow M_1$	1
$M_1 \rightarrow M_2$	1
$M_2 \rightarrow M_3$	1

Начальные концентрации компонентов:  $C_{0M_0} = 10$ ,  
 $C_{0M_1} = C_{0M_2} = C_{0M_3} = 0$ .

С помощью программы Kinet получите кинетические зависимости  $C=f(t)$  для представленных участников реакции в удобном временном интервале.

Утверждено на заседании кафедры физической химии,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
Преподаватель

\_\_\_\_\_  
В.М. Михальчук  
\_\_\_\_\_  
Н.И. Белая

### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	2
2	2
3	2
<i>Всего</i>	<i>6</i>

### 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

#### *Теоретические вопросы к экзамену*

1. Принципы, положенные в основу ингибирования цепных реакций.
2. Понятие об ингибиторе окисления, антиоксиданте, стабилизаторе.
3. Кинетические характеристики ингибиторов цепных реакций.
4. Кинетическая классификация ингибиторов окисления.
5. Кинетическая характеристика акцепторов алкильных радикалов.
6. Кинетическая характеристика разрушителей гидропероксидов.
7. Кинетическая характеристика дезактиваторов металлов переменной валентности.
8. Кинетическая характеристика ингибиторов комбинированного действия.
9. Явление синергизма. Синергические смеси.
10. Ингибиторы радикальных процессов однократного и многократного действия.
11. Емкость, сила и эффективность ингибиторов окисления.
12. Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами - акцепторами пероксирадикал (механизм ингибирования).
13. Влияние химической и электронного строения антиоксиданта на его реакционную способность в реакции окисления и на эффективность действия. Прочность связей реакционных центров.
14. Переходное состояние реакции фенолов (аминов) с пероксирадикалами, энергия активации реакции и влияние на нее различных факторов.
15. Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов и их роль в ингибированной окислении.
16. Реакции непродуктивного расходования фенолов с гидроперекисями и молекулярным кислородом.
17. Общая схема ингибированного окисления углеводородов в присутствии фенолов.
18. Химические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства и недостатки, области применения.
19. Газовольюметрические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
20. Хемилюминесцентные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
21. Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
22. Полярографические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.

# ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет

Направление подготовки: **04.04.01 химия**  
Магистерская программа: **химия**  
Программа подготовки: **академическая магистратура**  
Семестр: **3**  
Учебная дисциплина: **Кинетические методы исследования**

## БИЛЕТ №1

1. Принципы, положенные в основу ингибирования цепных реакций.
2. Кинетическая характеристика ингибиторов-разрушителей гидропероксидов.
3. Реакции непродуктивного расходования фенолов с гидроперекисями и молекулярным кислородом.
4. Хемилюминесцентные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами (их достоинства, недостатки и области применения).

Утверждено на заседании кафедры физической химии,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.М. Михальчук  
Преподаватель \_\_\_\_\_ Н.И. Белая

## Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	15
Задание 4	15
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

## 11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

—

## 12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

*Распределение баллов, которые могут получить студенты  
в процессе изучения дисциплины*

Организационно- учебная работа студента	СРС		Всего
	Лабораторные работы	Модульный контроль	

max 10 баллов	max 20 баллов	max 20баллов	<b>50 баллов</b>
---------------	---------------	--------------	------------------

***Шкала соответствия баллов национальной шкале***

<b>Оценка по шкале ECTS</b>	<b>Оценка по 100-балльной шкале</b>	<b>Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>Оценка по государственной шкале (зачет)</b>
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской. Лабораторные занятия проводятся в химических лабораториях с соответствующим аппаратным парком.

### **14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование</b>	<b>Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ</b>	<b>Наличие электронной версии в ЭБС</b>
<b><i>Основная литература</i></b>			
1.	Кинетические методы исследования: учебно-методическое пособие для студентов направления	Электронный ресурс	+

	подготовки 04.04.01 Химия [Электронный ресурс] / Н.И. Белая. – Донецк: ДонНУ, 2020. – 105 с.		
2.	Лабораторный практикум по химической кинетике и катализу: учебное пособие / Н. И. Белая, А. В. Белый, Л. М. Пронько., Т. Б. Полищук. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2018. – 137 с.	1	+
3.	Лабораторные работы по физической химии (раздел электрохимия): учебное пособие / Н.И. Белая, А.В. Белый, Г.А. Тихонова, В.И. Кожокар – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2020. – 150 с.	Электронный ресурс	+
4.	Статистичні методи в хімії: підручник для студентів хімічних спеціальностей вищих навчальних закладів / О.В. Іщенко, В.М. Михальчук, Н.І. Біла та ін. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – 505 с. / Статистические методы в химии для студентов химических специальностей высших учебных заведений / О.В. Ищенко, В.М. Михальчук, Н.И. Белая и др. – Донецк: ДонНУ, 2012. – 505 с.	21	+
<b>Дополнительная литература</b>			
5.	Физическая химия: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения / В.А. Умрихин — М.: «КДУ», «Добросвет», 2018.	Электронный ресурс	+ (Book on Lime)
6.	Физическая химия. Химическое равновесие: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Л.В. Цыро, С.Я. Александрова. – Томск: Томский госуниверситет, 2012. – 116 с.	Электрон-ный ресурс	+

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://mondnr.ru/>—Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики

<https://www.donippo.org/>—ГОУ ДПО «Донецкий республиканский институт дополнительного педагогического образования»

<http://ippo-vm.at.ua/>—Отдел математики Донецкого РИДПО

<http://resobrnadzor.ru/>—Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

—

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры физической химии с изменениями (без изменений) на 2020 год.

Протокол № 13 от «28» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

В.М. Михальчук