

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет  
Кафедра физической химии

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической  
и учебной работе

« 22 »

апреля

2020 г.

МН



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ»

Специальность: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Образовательная программа: специалитет

Квалификация: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очная

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан химического факультета

  
А.В. Белый« 16 » апреля 2020 г.  


Программа составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652; учебного плана и основной образовательной программы специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

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

Н.А. Туровский

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

Учебная дисциплина «Актуальные направления физической химии» входит в *вариативную часть профессионального блока дисциплин* (ПБ.ВВ.13), подготовки студентов ОП Специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия. Дисциплина «Актуальные направления физической химии» реализуется на химическом факультете ДонНУ кафедрой физической химии; основывается на базе дисциплин государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия - неорганическая, органическая, физическая и квантовая химия, является основой для прохождения научной практики и выполнения выпускной работы.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия	
Специализация		
Образовательная программа	Специалитет	
Квалификация	Химик. Преподаватель химии	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативная часть ПБ	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	зачет	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	
Год подготовки	4	
Семестр	7	
Количество часов	144	
- лекционных	42	
- практических, семинарских	14	
- лабораторных	-	
- самостоятельной работы	88	
в т.ч. индивидуальное задание	-	
Недельное количество часов,	10.2	
в т.ч. аудиторных	4	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели:

- *педагогическая* – подготовка специалистов-химиков, которые умеют применять все возможности современной физической химии для решения текущих химических проблем; формирование у студентов систематических знаний современного состояния, возможностей и ограничений технологий компьютерного синтеза, распознавание структуры химических соединений, структурной химии, молекулярного моделирования, QSAR и молекулярного докинга молекулярных систем.
- *дидактическая* – усвоение знаний, предусмотренных программой, благодаря целенаправленному сотрудничеству преподавателя и студента;

- *методическая* – выделить главное звено в каждой теме, что будет способствовать формированию основных понятий по курсу, формированию знаний в результате активизации познавательной деятельности студентов, применение различных методов активного обучения.

**Задача:**

- раскрыть физический смысл основных законов физической химии, научить студента видеть области применения этих законов при решении конкретных химических проблем;
- выделить методологически важные вопросы химии и на конкретных примерах показать взаимосвязь физической химии с другими дисциплинами химического и естественно-научного циклов.
- развитие умений, которые помогут грамотно применять теоретические законы химии при решении различных задач, проводить расчеты выхода продуктов химической реакции, пользоваться современными справочниками термодинамических данных для расчета констант равновесия, обоснованно проводить оценки термодинамических величин, использовать результаты различных диаграмм состояния, рассчитывать кинетические параметры химических процессов – константы скорости, энергии активации, составлять кинетические уравнения для заданного механизма химического процесса и др.
- подготовить специалиста-химика, который, опираясь на основные концепции атомно-молекулярной архитектуры и электронной структуры молекулярного уровня организации вещества, будет использовать методы компьютерной химии, как средство получения химической информации о строении и свойствах химических соединений.
- сформировать базовые представления о теоретических методах, которыми изучают электронное строение атомов и молекул; для получения информации о строении и реакционной способности молекул;
- научить студентов использовать современные комплексы программ структурной химии для решения проблемы QSPR.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Актуальные направления физической химии» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия:

**а) универсальных компетенций (УК):**

*системное и критическое мышление*

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);

*разработка и реализация проектов*

- способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);

*коммуникация*

- способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4);

*самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)*

- способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни (УК-6).

*безопасность жизнедеятельности*

- способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций (УК-8).

**б) общепрофессиональных компетенций (ОПК):***общепрофессиональные навыки*

- способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетнотеоретических работ химической направленности (ОПК-1);
- способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (ОПК-2);
- способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения (ОПК-3).

*физико-математическая и компьютерная грамотность при решении задач профессиональной деятельности*

- способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач (ОПК-4);
- способен использовать информационные базы данных и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-5);

*представление результатов профессиональной деятельности*

- способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6).

**в) профессиональные компетенции (ПК):***научно-исследовательская деятельность:*

- способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в различных областях химии, химической технологии и смежных наук (ПК-1);
- способен оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (ПК-2);
- способен внедрять результаты исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями (ПК-3).

*технологическая деятельность:*

- способен проводить научные исследования, совершенствовать и разрабатывать теории и методы изучения химических процессов, осуществлять практическое применение полученных знаний и результатов в различных отраслях экономики (промышленности, сельском хозяйстве и др.), связанных с переработкой сырья, полуфабрикатов, промышленных отходов, получением и совершенствованием различных веществ, материалов, разработкой и улучшением технологических процессов (ПК-4);
- способен к проведению опытов, испытаний и анализов с целью изучения состава, строения, свойств и процессов превращений веществ, энергетических и химических изменений в различных натуральных или искусственных веществах, сырье и изделиях (ПК-5);
- способен на разработку методик проведения контроля качества для изготовителей и потребителей химической продукции (ПК-6).

*организационно-управленческая деятельность:*

- способен осуществлять научное руководство работами в соответствии с планом работы структурного подразделения, формировать их конечные цели и предполагаемые результаты (ПК-7);
- способен осуществлять контроль выполнения предусмотренных планом заданий, контроль качества проведения работ, выполненных работниками подразделения и соисполнителями (ПК-8);
- способен применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний (ПК-9).

*педагогическая деятельность:*

- способен осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов, к разработке, изменению и обеспечению выполнения учебных программ в соответствии с учебным планом и графиком учебного процесса (ПК-10);
- способен использовать разнообразные эффективные формы, приемы и методы обучения, в том числе, выходящие за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты, полевая практика и т.п., к проведению индивидуальных занятий с обучающимися, организацию и контроль их самостоятельной работы (ПК-11);
- способен разрабатывать (осваивать) и применять современные психолого-педагогические технологии, основанные на знании законов развития личности и поведения в реальной и виртуальной среде (ПК-12).

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

- методологию молекулярного моделирования;
- QSAR/QSPR методологию в компьютерном дизайне биологически/реакционно активных веществ;
- методологию установления структуры химических соединений спектральными методами;
- методологию физико-химических основ компьютерного синтеза;
- методологию установления структуры химических соединений спектральными методами;
- методологию выбора уровня теории молекулярного моделирования методами квантовой химии;
- методологию выбора уровня теории молекулярного моделирования методами квантовой химии;
- нанохимии - прямого пути к высоким технологиям нового века;
- наноносителей лекарственных веществ.
- основных понятий атомно-молекулярной архитектуры химических соединений.
- ключевых концепций структурной химии;
- закономерностей связи электронного строения химических соединений с их свойствами и реакционной способностью.

**уметь:**

- получать структурно-химическую информацию – молекулярные дескрипторы исследуемых объектов используя комплексы программ структурной химии: HyperChem, MORAC, GAUSSIAN 09, GAMESS;
- определить равновесную структуру;
- провести конформационный анализ;
- рассчитать энергию ионизации в вертикальном и адиабатическом приближении, а также по теоремой Купманса;
- рассчитать энергию диссоциации химических соединений на ионы или радикалы;
- рассчитать дипольные моменты и использовать их для обоснования результатов конформационного анализа;
- анализировать полученные результаты, опираясь на знания концепций структурной химии;
- использовать программы структурной химии для решения химических задач;
- осуществить поиск необходимых физико-химических данных в электронных источниках научной химической информации;
- применять свои знания на практике и владеть навыками работы на современных компьютерных системах;

- творчески подходить к решению задачи;
- проводить поиск структурной информации в современных электронных ресурсах;
- провести и обосновать выбор метода структурной химии, который необходим для решения поставленной задачи;
- *ориентироваться* в круге основных проблем современных актуальных направлений физической химии.

*владеть:*

- навыками применения основных методологий актуальных направлений физической химии для анализа свойств химических соединений.

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

Порядковый номер и наименование темы	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1. Перспективы и проблемы нанотехнологий</b>	
<b>Тема 1.</b> Методология научного исследования в физической химии.	Логика и структура научного исследования в физической химии. Роль Аристотеля в разработке научного метода. Научный метод в химии. Этапы физико-химического исследования. Актуальные проблемы физико-химических исследований.
<b>Тема 2.</b> Основные направления исследований в нанохимии	Нанометровый мир. Основные направления исследований в нанохимии. Основные нанобъекты: наночастица, нанокластер, наноматериал, наномотор, нанопоры, наносистема, нанотрубка, фуллерен, графен. Квантовые нанобъекты: квантовая точка, квантовая проволока, квантовая стенка (яма). Нанотехнологии. Концепции изготовления нанобъектов: автосборка, самосборка, литографически индуцированная самосборка, сборка «сверху-вниз», сборка «снизу-вверх», золь-гель технология. Наномеханизмы: молекулярная машина, ассемблер, ограниченный ассемблер, дезассемблер, ионная помпа. Ожидаемые от нанохимии результаты. Нанотехнологии в медицине и фармации. Нанотехнологии в фармацевтике. Нанотехнологии в медицине. <a href="#"><u>Органическая косметика с наноносителями.</u></a>
<b>Тема 3.</b> Основные направления в технологии получения полимерных наноносителей лекарственных веществ	Полимерные наноносители лекарственных веществ: наносферы и микрокапсулы Полимерные наноносители лекарственных веществ: дендримеры. Влияние молекулярной массы полимерных наноносителей на их поведение в организме. Влияние молекулярно-массового распределения полимерных наноносителей на их поведение в организме. Влияние строения боковой цепи полимерных наноносителей на их поведение в организме. Биосовместимость полимерных наноносителей. Биodeградируемость полимерных наноносителей. Способы получения полимерных наноносителей: методика прямого растворения, диализ, эмульсионная методика.
<b>Тема 4.</b> Перспективы и проблемы нано-	Использование наноматериалов в фармакологии. <i>Основные функции наноносителей для доставки лекар-</i>

фармакологии	<p><i>ственных средств.</i> Нанотерапия. Нанориски, сдерживающие развитие и внедрение нанолечарств в медицинскую практику. О безопасности нанотехнологий в здравоохранении. Этические проблемы наномедицины. Ожидаемые риски нанопрепаратов.</p>
<p><b>Тема 5.</b> Концепция супрамолекулярного механизма химических реакций</p>	<p>Супрамолекулярные реакции. Супрамолекулярные каталитические реакции. Химическая активация реагентов супрамолекулярных реакций. Источник энергии для химической активации субстрата. Основные этапы химической активации реагентов супрамолекулярных реакций. Постулат Генри о механизме ферментативных реакций. Постулат Альфреда Вернера о механизме ферментативных реакций. Постулат Эмиля Фишера о механизме ферментативных реакций. Постулат Пауля Эрлиха о механизме ферментативных реакций. Постулат Дениела Кошланда о механизме ферментативных реакций. Кинетическая стабильность интермедиатов супрамолекулярных реакций. Термодинамическая стабильность интермедиатов супрамолекулярных реакций. <math>s...s</math>-Орбитальная комплементарность молекулярной информации реагентов на уровне их взаимодействия. <math>\sigma-p...p</math>- Орбитальная комплементарность молекулярной информации реагентов на уровне их взаимодействия. <math>\pi-p...p</math>- Орбитальная комплементарность молекулярной информации реагентов на уровне их взаимодействия. <math>s...p</math>- Орбитальная комплементарность молекулярной информации реагентов на уровне их взаимодействия. Стереохимическая комплементарность молекулярной информации реагентов. Динамическая комплементарность молекулярной информации реагентов. Принцип двойной комплементарности молекулярной информации реагентов. Молекулярный докинг реагентов. Хелатный эффект в процессе молекулярного распознавания реагентов. Макроциклический эффект в процессе молекулярного распознавания реагентов. Темплатный эффект реагентов супрамолекулярных реакций. Кинетический темплатный эффект. Термодинамический темплатный эффект. Кинетическая селективность супрамолекулярных реакций. Термодинамическая селективность супрамолекулярных реакций. Супрамолекулярные самопроцессы. Самосборка интермедиатов супрамолекулярных реагентов. Самоорганизация интермедиатов супрамолекулярных реагентов.</p>
<p><b>Содержательный модуль 2. Перспективы и проблемы структурной физической химии</b></p>	
<p><b>Тема 6.</b> Структура и ППЭ химических соединений на молекулярном и супрамолекулярном уровнях организации вещества</p>	<p>Методология установления равновесной структуры химических частиц. Концепция молекулярной структуры в химии. Топологическая модель молекулярной структуры. Геометрическая модель молекулярной структуры. Дискретная модель молекулярной структуры. Континуальная модель молекулярной структуры. Статическая модель молекулярной структуры Дина-</p>

	<p>мическая модель молекулярной структуры. L,T,I - модель молекулярной структуры химической частицы. L,T,I - модель молекулярной структуры вещества. Поверхность потенциальной энергии химических соединений: стационарные точки ППЭ. Конформации и конформеры химических частиц вещества. Методология конформационного анализа химических соединений. Число конформеров в конформационной смеси. Барьеры внутреннего вращения. Анализ состава равновесной смеси конформеров методами компьютерной структурной химии. Анализ состава смеси конформеров методом спектроскопической химии.</p>
<p><b>Тема 7.</b> Операционные эффекты дифракционных методов определения молекулярной структуры</p>	<p>Базовые понятия методологии определения молекулярной структуры вещества методом рентгеноструктурного анализа. <math>g</math> - модель молекулярной структуры химических частиц вещества. <math>g'</math> – модель молекулярной структуры химических частиц вещества. <math>g, U</math> – модель молекулярной структуры химических частиц вещества. <math>g, p</math> - модель молекулярной структуры химических частиц вещества. Базовые понятия методологии определения молекулярной структуры вещества методом электронографии. Базовые понятия методологии определения молекулярной структуры вещества методом нейтронографии. Операционные эффекты дифракционных методов определения молекулярной структуры. Эффекты влияния агрегатного состояния вещества на молекулярную структуру химических частиц.</p>
<p><b>Тема 8.</b> Компьютерная спектроскопическая химия</p>	<p>Методология установления структуры молекул методами спектроскопии. Спектроскопия и спектроскопическая информация. Необходимое и достаточное условие появления полосы в инфракрасном спектре химических частиц. Спектроскопические эффекты химических частиц вещества при взаимодействии с электромагнитным излучением. Влияние радиоволнового электромагнитного излучения на структуру химических частиц. Влияние микроволнового электромагнитного излучения на структуру химических частиц. Влияние инфракрасного электромагнитного излучения на структуру химических частиц. Влияние ультрафиолетового электромагнитного излучения на структуру химических частиц. Влияние рентгеновского электромагнитного излучения на структуру химических. Методология установления структуры молекул при использовании спектроскопических информационно-поисковых систем. Методология установления структуры молекул при использовании спектроскопических экспертных систем. Методология установления структуры молекул при использовании спектроскопического безэталонного анализа.</p>

<b>Тема 9.</b> Фемтохимия и динамика химических реакций	Время в физической химии: кинетика и динамика. Методы химической кинетики и динамики: метод непрерывной струи; метод ускоренной струи; метод остановленной струи. Теоретические основы фемтохимии. Принципы, по которым проводятся экспериментальные исследования фемтохимии.
--	---

### 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	индивидуальная работа
<b>Тема 1.</b> Методология научного исследования в физической химии.	12	3	1		8							
<b>Тема 2.</b> Основные направления исследований в нанохимии	12	3	1		8							
<b>Тема 3.</b>  Основные направления в технологии получения полимерных наноносителей лекарственных веществ	14	4	2		8							
<b>Тема 4.</b> Перспективы и проблемы нанофармакологии	14	4	2		8							
<b>Тема 5.</b> Концепция супрамолекулярного механизма химических реакций	20	7	1		12							
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	<b>72</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>44</b>	<b>-</b>						

	Содержательный модуль 2											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
							на базе общего среднего образования					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 6. Структура и ППЭ химических соединений	18	6	2		10							
Тема 7. Операционные эффекты дифракционных методов определения молекулярной структуры	18	6	2		10							
Тема 8. Компьютерная спектроскопическая химия	18	6	2		10							
Тема 9. Фемтохимия и динамика химических реакций	18	3	1		14							
Итого по содержательному модулю 2	72	21	7	-	44							
Всего часов по дисциплине	144	42	-14	-	88							

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

### Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Методология научного исследования в физической химии.	3
2	Основные направления исследований в нанохимии	3
3	Основные направления в технологии получения полимерных наночастиц лекарственных веществ	4
4	Перспективы и проблемы нанотоксикологии	4
5	Концепция супрамолекулярного механизма химических реакций	7
6	Структура и ППЭ химических соединений	6
7	Операционные эффекты дифракционных методов определения молекулярной структуры	6

8	Компьютерная спектроскопическая химия	6
9	Фемтохимия и динамика химических реакций	3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>42</b>

### Темы практических занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1.	Методология научного исследования в физической химии.	1
2.	Основные направления исследований в нанохимии	1
3.	Основные направления в технологии получения полимерных наночастиц лекарственных веществ	2
4.	Перспективы и проблемы нанотоксикологии	2
5.	Концепция супрамолекулярного механизма химических реакций	1
6.	Структура и ППЭ химических соединений	2
7.	Операционные эффекты дифракционных методов определения молекулярной структуры	2
8.	Компьютерная спектроскопическая химия	2
9.	Фемтохимия и динамика химических реакций	1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>14</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Методология научного исследования в физической химии.	8
2	Основные направления исследований в нанохимии	8
3	Основные направления в технологии получения полимерных наночастиц лекарственных веществ	8
4	Перспективы и проблемы нанотоксикологии	8
5	Концепция супрамолекулярного механизма химических реакций	12
6	Структура и ППЭ химических соединений	10
7	Операционные эффекты дифракционных методов определения молекулярной структуры	10
8	Компьютерная спектроскопическая химия	10
9	Фемтохимия и динамика химических реакций	14
	<b>ВСЕГО</b>	<b>88</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ (не предусмотрены программой)

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Логика и структура научного исследования в физической химии.

2. Этапы физико-химического исследования.
3. Актуальные направления физико-химических исследований.
4. Классификация наноматериалов по критерию их размерности.
5. Фундаментальные химические, физические и механические особенности наносостояния.
6. Исследование взаимодействий в ансамблях нанообъектов.
7. Новые подходы в технологии наноматериалов.
8. Создание новых типов наноматериалов.
9. Моделирование наноматериалов и процессов их формирования.
10. Разработка методов анализа наносистем и наноматериалов.
11. Полимерные наноносители лекарственных веществ: наносферы и нанокапсулы
12. Полимерные наноносители лекарственных веществ: дендримеры.
13. Влияние молекулярной массы полимерных наноносителей на их поведение в организме
14. Влияние молекулярно-массового распределения полимерных наноносителей на их поведение в организме.
15. Влияние строения боковой цепи полимерных наноносителей на их поведение в организме.
16. Биосовместимость полимерных наноносителей.
17. Биodeградируемость полимерных наноносителей.
18. Способы получения полимерных наноносителей: методика прямого растворения, диализ, эмульсионная методика.
19. Перспективы и проблемы нанофармакологии
20. Использование наноматериалов в фармакологии.
21. Основные функции наноносителей для доставки лекарственных средств.
22. Нанотерапия.
23. Нанориски, сдерживающие развитие и внедрение нанолечарств в медицинскую практику.
24. О безопасности нанотехнологий в здравоохранении.
25. Этические проблемы наномедицины.
26. Ожидаемые риски нанопрепаратов.
27. Супрамолекулярные реакции
28. Супрамолекулярные каталитические реакции
29. Химическая активация реагентов супрамолекулярных реакций
30. Источник энергии для химической активации субстрата
31. Основные этапы химической активации реагентов супрамолекулярных реакций
32. Постулат Генри о механизме ферментативных реакций
33. Постулат Альфреда Вернера о механизме ферментативных реакций
34. Постулат Эмиля Фишера о механизме ферментативных реакций
35. Постулат Пауля Эрлиха о механизме ферментативных реакций
36. Постулат Дениела Кошланда о механизме ферментативных реакций
37. Стереохимическая комплементарность молекулярной информации реагентов.
38. Динамическая комплементарность молекулярной информации реагентов.
39. Принцип двойной комплементарности молекулярной информации реагентов.
40. Молекулярный докинг реагентов.
41. Хелатный эффект в процессе молекулярного распознавания реагентов.
42. Макроциклический эффект в процессе молекулярного распознавания реагентов.
43. Темплатный эффект реагентов супрамолекулярных реакций.
44. Кинетический темплатный эффект.
45. Термодинамический темплатный эффект.
46. Кинетическая селективность супрамолекулярных реакций.
47. Термодинамическая селективность супрамолекулярных реакций.
48. Супрамолекулярные самопроцессы.
49. Самосборка интермедиатов супрамолекулярных реагентов.
50. Самоорганизация интермедиатов супрамолекулярных реагентов.

51. Методология установления равновесной структуры химических частиц вещества.
52. Концепция молекулярной структуры в химии.
53. Топологическая модель молекулярной структуры.
54. Геометрическая модель молекулярной структуры.
55. Дискретная модель молекулярной структуры
56. Континуальная модель молекулярной структуры
57. Статическая модель молекулярной структуры
58. Динамическая модель молекулярной структуры
59. L,T,I - модель молекулярной структуры химической частицы
60. L,T,I - модель молекулярной структуры вещества
61. Поверхность потенциальной энергии.
62. Конформации и конформеры химических частиц вещества.
63. Методология конформационного анализа химических соединений.
64. Число конформеров в конформационной смеси.
65. Барьеры внутреннего вращения.
66. Анализ состава равновесной смеси конформеров методами компьютерной структурной химии.
67. Анализ состава смеси конформеров методом методами спектроскопической химии.
68. Конформационная номенклатура.
69. Базовые понятия методологии определения молекулярной структуры вещества методом рентгеноструктурного анализа.
70.  $r$  - модель молекулярной структуры химических частиц вещества.
71.  $r'$  – модель молекулярной структуры химических частиц вещества.
72.  $r, U$  – модель молекулярной структуры химических частиц вещества.
73.  $r, \delta r$  - модель молекулярной структуры химических частиц вещества.
74. Базовые понятия методологии определения молекулярной структуры вещества методом электронографии.
75. Базовые понятия методологии определения молекулярной структуры вещества методом нейтронографии.
76. Операционные эффекты дифракционных методов определения молекулярной структуры.
77. Эффекты влияния агрегатного состояния вещества на молекулярную структуру химических частиц.
78. Методология установления структуры молекул методами спектроскопии.
79. Спектроскопия и спектроскопическая информация.
80. Необходимое и достаточное условие появления полосы в инфракрасном спектре химических частиц.
81. Спектроскопические эффекты химических частиц вещества при взаимодействии с электромагнитным излучением.
82. Эффект влияния радиоволнового электромагнитного излучения на структуру химических частиц.
83. Эффект влияния микроволнового электромагнитного излучения на структуру химических частиц
84. Эффект влияния инфракрасного электромагнитного излучения на структуру химических частиц
85. Эффект влияния ультрафиолетового электромагнитного излучения на структуру химических частиц.
86. Эффект влияния рентгеновского электромагнитного излучения на структуру химических
87. Методология установления структуры молекул при использовании спектроскопических информационно-поисковых систем.
88. Методология установления структуры молекул при использовании спектроскопических экспертных систем.

89. Методология установления структуры молекул при использовании спектроскопического безэталонного анализа.
90. Время в физической химии: кинетика и динамика.
91. Методы химической кинетики и динамики: метод непрерывной струи; метод ускоренной струи; метод остановленной струи.
92. Теоретические основы фемтохимии.
93. Принципы, по которым проводятся экспериментальные исследования фемтохимии.

## ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет

*Специальность:* **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**  
*Программа подготовки:* **специалитет**  
*Семестр* **7**  
*Учебная дисциплина* **Актуальные направления физической химии**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Общелогические методы научного познания.
2. Методы эмпирического научного исследования.
3. Методы теоретического научного исследования.
4. Структура научной работы.
5. Раскрыть содержание понятий и терминов характеризующие процесс научного творчества в целом: наука, научная деятельность, научное знание, фундаментальные и прикладные научные исследования

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

Заведующий кафедрой  
 Преподаватель

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ В.М. Михальчук  
 Н.А. Туровский

#### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	20
2	20
3	20
4	20
5	20
<b>Всего</b>	100

### 9. ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА (зачет)

#### *Теоретические вопросы к зачету*

1. Логика и структура научного исследования в физической химии.
2. Этапы физико-химического исследования.

3. Актуальные направления физико-химических исследований.
4. Классификация наноматериалов по критерию их размерности.
5. Фундаментальные химические, физические и механические особенности наносостояния.
6. Исследование взаимодействий в ансамблях нанообъектов.
7. Новые подходы в технологии наноматериалов.
8. Создание новых типов наноматериалов.
9. Моделирование наноматериалов и процессов их формирования.
10. Разработка методов анализа наносистем и наноматериалов.
11. Полимерные наноносители лекарственных веществ: наносферы и нанокапсулы
12. Полимерные наноносители лекарственных веществ: дендримеры.
13. Влияние молекулярной массы полимерных наноносителей на их поведение в организме
14. Влияние молекулярно-массового распределения полимерных наноносителей на их поведение в организме.
15. Влияние строения боковой цепи полимерных наноносителей на их поведение в организме.
16. Биосовместимость полимерных наноносителей.
17. Биodeградируемость полимерных наноносителей.
18. Способы получения полимерных наноносителей: методика прямого растворения, диализ, эмульсионная методика.
19. Перспективы и проблемы нанофармакологии
20. Использование наноматериалов в фармакологии.
21. Основные функции наноносителей для доставки лекарственных средств.
22. Нанотерапия.
23. Нанориски, сдерживающие развитие и внедрение нанолекарств в медицинскую практику.
24. О безопасности нанотехнологий в здравоохранении.
25. Этические проблемы наномедицины.
26. Ожидаемые риски нанопрепаратов.
27. Супрамолекулярные реакции
28. Супрамолекулярные каталитические реакции
29. Химическая активация реагентов супрамолекулярных реакций
30. Источник энергии для химической активации субстрата
31. Основные этапы химической активации реагентов супрамолекулярных реакций
32. Постулат Генри о механизме ферментативных реакций
33. Постулат Альфреда Вернера о механизме ферментативных реакций
34. Постулат Эмиля Фишера о механизме ферментативных реакций
35. Постулат Пауля Эрлиха о механизме ферментативных реакций
36. Постулат Дениела Кошланда о механизме ферментативных реакций
37. Стереохимическая комплементарность молекулярной информации реагентов.
38. Динамическая комплементарность молекулярной информации реагентов.
39. Принцип двойной комплементарности молекулярной информации реагентов.
40. Молекулярный докинг реагентов.
41. Хелатный эффект в процессе молекулярного распознавания реагентов.
42. Макроциклический эффект в процессе молекулярного распознавания реагентов.
43. Темплатный эффект реагентов супрамолекулярных реакций.
44. Кинетический темплатный эффект.
45. Термодинамический темплатный эффект.
46. Кинетическая селективность супрамолекулярных реакций.
47. Термодинамическая селективность супрамолекулярных реакций.
48. Супрамолекулярные самопроцессы.
49. Самосборка интермедиатов супрамолекулярных реагентов.
50. Самоорганизация интермедиатов супрамолекулярных реагентов.
51. Методология установления равновесной структуры химических частиц вещества.

52. Концепция молекулярной структуры в химии.
53. Топологическая модель молекулярной структуры.
54. Геометрическая модель молекулярной структуры.
55. Дискретная модель молекулярной структуры
56. Континуальная модель молекулярной структуры
57. Статическая модель молекулярной структуры
58. Динамическая модель молекулярной структуры
59. L,T,I - модель молекулярной структуры химической частицы
60. L,T,I - модель молекулярной структуры вещества
61. Поверхность потенциальной энергии.
62. Конформации и конформеры химических частиц вещества.
63. Методология конформационного анализа химических соединений.
64. Число конформеров в конформационной смеси.
65. Барьеры внутреннего вращения.
66. Анализ состава равновесной смеси конформеров методами компьютерной структурной химии.
67. Анализ состава смеси конформеров методом методами спектроскопической химии.
68. Конформационная номенклатура.
69. Базовые понятия методологии определения молекулярной структуры вещества методом рентгеноструктурного анализа.
70.  $r$  - модель молекулярной структуры химических частиц вещества.
71.  $r'$  - модель молекулярной структуры химических частиц вещества.
72.  $r, U$  - модель молекулярной структуры химических частиц вещества.
73.  $r, \delta r$  - модель молекулярной структуры химических частиц вещества.
74. Базовые понятия методологии определения молекулярной структуры вещества методом электронографии.
75. Базовые понятия методологии определения молекулярной структуры вещества методом нейтронографии.
76. Операционные эффекты дифракционных методов определения молекулярной структуры.
77. Эффекты влияния агрегатного состояния вещества на молекулярную структуру химических частиц.
78. Методология установления структуры молекул методами спектроскопии.
79. Спектроскопия и спектроскопическая информация.
80. Необходимое и достаточное условие появления полосы в инфракрасном спектре химических частиц.
81. Спектроскопические эффекты химических частиц вещества при взаимодействии с электромагнитным излучением.
82. Эффект влияния радиоволнового электромагнитного излучения на структуру химических частиц.
83. Эффект влияния микроволнового электромагнитного излучения на структуру химических частиц
84. Эффект влияния инфракрасного электромагнитного излучения на структуру химических частиц
85. Эффект влияния ультрафиолетового электромагнитного излучения на структуру химических частиц.
86. Эффект влияния рентгеновского электромагнитного излучения на структуру химических
87. Методология установления структуры молекул при использовании спектроскопических информационно-поисковых систем.
88. Методология установления структуры молекул при использовании спектроскопических экспертных систем.
89. Методология установления структуры молекул при использовании спектроскопического безэталонного анализа.
90. Время в физической химии: кинетика и динамика.
91. Методы химической кинетики и динамики: метод непрерывной струи; метод ускоренной струи; метод остановленной струи.
92. Теоретические основы фемтохимии.
93. Принципы, по которым проводятся экспериментальные исследования фемтохимии.

**Образец билета (зачет)**  
**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Химический факультет

*Специальность:* **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**  
*Программа подготовки:* **специалитет**  
*Семестр* **7**  
*Учебная дисциплина* **Актуальные направления физической химии**

**БИЛЕТ № 1**

1. Постулат Дениела Кошланда о механизме ферментативных реакций
2. Динамическая комплементарность молекулярной информации реактантов.
3. Принцип двойной комплементарности молекулярной информации реактантов.
4. Молекулярный докинг реактантов.
5. Хелатный эффект в процессе молекулярного распознавания реактантов.

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

ведущий кафедрой \_\_\_\_\_ проф. Михальчук В.М.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ доц. Туровский Н.А.

**Критерии оценивания экзамена**

<b>Номер задания</b>	<b>Количество баллов</b>
1	20
2	20
3	20
4	20
5	20
<b>Всего</b>	<b>100 баллов</b>

**11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ**

В приведенных тестах укажите правильный ответ (правильных вариантов ответа один или несколько).

1.	<p>Электроннография – это способ регистрации и интерпретации отклика вещества при;</p> <p>а. дифракции потока нейтронов на ядрах химической частицы вещества;</p> <p>б. рассеивании потока ИК-излучения на ядрах химической частицы вещества;</p> <p>в. рассеивании потока рентгеновских лучей на ядрах химической частицы вещества;</p> <p>г. дифракции потока электронов на ядрах химической частицы вещества;</p> <p>д. дифракции потока рентгеновских лучей на электронных плоскостях химической частицы</p>	
----	--	--

2.	Молекулярная модель химической частицы вещества с учетом поверхности распределения электронной плотности – это: а. $r, U$ – модель; б. $L, T, I$ – модель; в. $r$ – модель; г. $r'$ – модель; д. $r, \rho$ – модель.	
3.	Экспертные спектроскопические компьютерные технологии искусственного интеллекта для распознавания структуры химических соединений базируются на сравнении экспериментальных спектров веществ неизвестной химической структуры со спектрами, которые: а. есть в базе данных; б. генерируются из отдельных спектральных фрагментов; в. получаются путем теоретического расчета.	
4.	Способ регистрации и интерпретации отклика химических частиц вещества на действие инфракрасного излучения спектра электромагнитных волн – это... спектроскопия. а. инфракрасная (ИК); б. рентгеновская; в. ультрафиолетовая (УФ); г. электронного парамагнитного резонанса (ЭПР); д. ядерного магнитного резонанса (ЯМР); е. микроволновая; ж. оптическая; з. спиновая.	
5.	Барьер внутреннего вращения определяется по выражению... а. $\Delta V = E_{\max} - E_{\min}$ б. $\Delta V = E_{\max} + E_{\min}$ в. $\Delta V = E_{\min} - E_{\max}$ г. $\Delta V = E_{\min} + E_{\max}$ д. $\Delta V = E_{\max} / E_{\min}$ .	
6.	При определении состава смеси конформеров методом Морино-Ватанабе-Мидзусимы допускается, что ... конформеров имеют одинаковые значения. а. полные электронные энергии; б. стандартные энтальпии образования; в. стандартные энтропии образования; г. свободные энергии Гиббса образования.	
7.	Мольная доля конформера А ( $n_A$ ) и мольная доля конформера В ( $n_B$ ) равновесной смеси двух конформеров взаимосвязаны выражением: а. $n_A + n_B = 1 + K_{кр}$ ; б. $n_A + n_B = 1 - K_{кр}$ ; в. $n_A + n_B = 1$ ; г. $n_A + n_B = K_{кр}$ ; д. $n_A + n_B = 1/K_{кр}$ .	
8.	Способ определения потенциала ионизации методом фотоэлектронной спектроскопии базируется на явлении: а. электронной дифракции; б. электрофоретического эффекта;	

	В. фотоэффекта; Г. интерференции света.	
9.	Орбитальный потенциал ионизации ( $IP_{орб.}$ ) определяется в приближении теоремы Купманса по выражению: а. $IP_{орб.} = E_{ВЗМО}$ ; б. $IP_{орб.} = -E_{ВЗМО}$ ; в. $IP_{орб.} = E_{НВМО}$ ; г. $IP_{орб.} = -E_{НВМО}$ .	
10.	Определение орбитального потенциал ионизации $(CH_3)_3N$ . Выбрать вариант квантово-химического расчета объектов процесса ионизации: а. молекулярную геометрию $(CH_3)_3N$ и $(CH_3)_3N^{+•}$ оптимизировать; б. молекулярную геометрию $(CH_3)_3N$ оптимизировать, а электронную структуру $(CH_3)_3N^{+•}$ рассчитать с молекулярной геометрией $(CH_3)_3N$ ; в. рассчитать электронную структуру $(CH_3)_3N$ и воспользоваться теоремой Купманса.	

## 12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

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

Организационно-учебная работа студента	Текущий контроль	Всего
	Тестирование Письменные работы: практические задания, задания репродуктивного уровня, задания для домашней работы, контрольные работы Задания к лабораторным работам Устное собеседование (коллоквиум, опрос)	50 баллов
max 5 баллов	max 45 баллов	

### *Шкала соответствия баллов национальной шкале*

Сумма баллов по 100 балльной шкале	По шкале ECTS	По государственной шкале	При оценке экзамена преподаватель руководствуется следующими принципами
90–100	A	«Отлично» (5)	показаны систематические и глубокие знания при ответе на все вопросы билета, понимание физической сущности проблемы

80–89	B	«Хорошо» (4)	показаны систематические и глубокие знания при ответе на все вопросы билета, понимание физической сущности проблемы, но при ответе допущены некоторые ошибки и неточности
75–79	C		показаны систематические знания при ответе на все вопросы билета, но при ответе допущены некоторые ошибки и неточности
70–74	D	«Удовлетворительно» (3)	показаны несистематические и неглубокие знания при ответе на вопросы билета, при ответе допущено несколько ошибок, исправленных самим студентом
60–69	E		поверхностные знания при ответе на вопросы билета, допущено ряд неточностей, которые студент не в состоянии самостоятельно исправить
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной аттестации (2)	нет ответов на основные вопросы билета, нет ответов на дополнительные и наводящие вопросы
0-34	F	«Неудовлетворительно» (2) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	выполнение менее 30 % обязательных заданий; неумение раскрыть основное содержание задания; неспособность формулировать выводы.

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской. Дополнительное обеспечение: Wi-Fi доступ в корпусах университета, текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.

### 14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Опейда, Й.О. Методологія фізико-хімічних досліджень: конспект лекцій / Й.О. Опейда; Донецький нац. ун-т; Ін-т фіз.-орган. хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України. – Донецьк: ДонНУ, 2012. Опейда, И.А. Методология физико-химических исследований: конспект лекций / И.А. Опейда; Донецький нац. ун-т; Ін-т фіз.-орган. хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненко НАН України. –	Электронный ресурс	+

	Донецк: ДонНУ, 2012.		
2.	Нанотехнологии: азбука для всех / Н.С. Абрамчук, С.М. Авдошенко, А.Н. Баранов и др.; под ред. Ю.Д. Третьякова. – 2-е изд. – Москва: Физматлит, 2009. – 365 с.	2	+
3.	Суздалев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздалев. – 2-е изд. – Москва: URSS : Либроком, 2009. – 589 с.	1	+
4.	Опейда, Й.О. Математичне та комп'ютерне моделювання в хімії / Й.О. Опейда; Ін-т фізико-орг. хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України. – Донецьк: ДонНУ, 2013. Опейда, И.А. Математическое и компьютерное моделирование в химии / И.А. Опейда; Ин-т физико-орг. химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко НАН Украины. – Донецк: ДонНУ, 2013.	Электронный ресурс	+
5.	Туровський, М.А. Комп'ютерна структурна хімія: навч. посібник / М.А. Туровський, О.М. Пастернак; Донецький нац. ун-т. – Донецьк: ДонНУ, 2009. Туровский, Н.А. Компьютерная структурная химия: учебное пособие / Н.А. Туровский, Е. Н. Пастернак; Донецкий нац. ун-т. – Донецьк: ДонНУ, 2009.	Электронный ресурс	+
6.	<a href="#">Туровський, М.А. Комп'ютерна структурна хімія [Текст]: навч. посібник / М.А. Туровський, О.М. Пастернак; Донецький нац. ун-т. –Донецьк: ДонНУ, 2009. – 153 с. /</a> Туровский, Н.А. Компьютерная структурная химия [Текст]: учебное пособие / Н.А. Туровский, Е.Н. Пастернак; Донецкий нац. ун-т. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – 153 с.	17	+
7.	Опейда, Й.О. Методологія фізико-хімічних досліджень: конспект лекцій / Й.О. Опейда; Донецький нац. ун-т; Ін-т фіз.-орг. хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України. – Донецьк: ДонНУ, 2012. Опейда, И.А. Методология физико-химических исследований: конспект лекций / И.А. Опейда; Донецкий нац. ун-т; Ин-т физ.-орг. химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко НАН Украины. – Донецк: ДонНУ, 2012.	Электронный ресурс	+
8.	Туровский Н.А. Практикум компьютерной структурной химии: учебное пособие / Н.А.Туровский. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2018. – 145 с	10	+
9.	Туровский Н.А. Практикум компьютерной структурной химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А.Туровский. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2018. – 145 с	Электронный ресурс	+
<b>Дополнительная литература</b>			
10.	Supramolecular reaction of lauroylperoxide with tetraalkylammonium Bromides /N.A. Turovskij at. al. // Oxidation Communications. – 2010. – Vol. 33, № 3. – P.	Электронный ресурс	+

	485-501. <a href="http://repo.donnu.ru:8080/jspui/handle/123456789/4318">http://repo.donnu.ru:8080/jspui/handle/123456789/4318</a>		
	Molecular Design and Reactivity of the 1-Hydroxycycloheptyl Hydroperoxide – Alk <sub>4</sub> NBr Complexes / N.A. Turovskij et al. // Handbook of Chemistry, Biochemistry and Biology: New Frontiers / ed.: Shishkina L.N. et al. – New York, 2010. – Chap. 21. – P. 225-233. <a href="http://repo.donnu.ru:8080/jspui/handle/123456789/4319">http://repo.donnu.ru:8080/jspui/handle/123456789/4319</a>	Электронный ресурс	+
11.	Зайцев, С. Ю. Супрамолекулярные наноразмерные системы на границе раздела фаз: концепции и перспективы для бионанотехнологий / С. Ю. Зайцев. – Москва: URSS :ЛенАНД, 2010. – 202 с.	1	
12.	Кац, Е.А. Фуллерены, углеродные нанотрубки и нанокластеры: родословная форм и идей / Е.А. Кац. – Изд. 2-е. – Москва : URSS : ЛИБРООМ, 2009. – 294 с.	1	
13.	Нанокompозиты металл-ионообменник / Т.А. Кравченко, Л.Н. Полянский, А.И. Калиничев, Д.В. Конев; Российская акад. наук, Институт физ. химии и электрохимии им.А.Н. Фрумкина; Воронежский гос. ун-т. – Москва: Наука, 2009. – 390 с.	1	
	Коробов, В.И. Химическая кинетика: введение с Mathcad / Maple/ MCS / В.И. Коробов, В.Ф. Очков. – Москва: Горячая линия - Телеком, 2009. – 384 с.	1	
14.	Третяков Ю.Д. Основные направления фундаментальных и ориентированных исследований в области наноматериалов / Ю.Д. Третяков, Е.А. Гудилин // Успехи химии 2009. – Т.78, №9. – С. 867-888	Электронный ресурс	+
15.	Основные направления в технологии получения наночастиц лекарственных веществ [Текст] / К.В. Алексеев, Р.Н. Аляутдин, Е.В. Блынская, Б.Т. Квинх // Вестник новых медицинских технологий. – 2009. – Т. XVI, №2. – С. 142-145.	Электронный ресурс	+
16.	Косолапов В.А. Перспективы и проблемы нанофармакологии [Текст] / В.А. Косолапов, А.А. Спасов // Вестник волгоградского государственного медицинского университета. –2009. – Т.32, №4. – С. 12-16.	Электронный ресурс	+

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. <http://mondnrjoru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики
2. <http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонНУ лицензия №46484614);
2. Microsoft Office ((корпоративная лицензия ДонНУ лицензия №46472919);
3. МОРАС 2016 – комплекс программ структурной химии (программа доступа бесплатно для академического, некоммерческого использования. Академическая лицензия).

4. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
5. Лицензия GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения:
  - Антивирус Касперского;
  - Adobe Acrobat Reader.

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

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.М. Михальчук