

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт органического синтеза им.И.Я. Пастовского  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ИОС УрО РАН)

**ОДОБРЕНО**  
Ученым советом  
ИОС УрО РАН  
«22» апреля 2015 г.  
Протокол № 6

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ИОС УрО РАН  
академик РАН \_\_\_\_\_ В.Н. Чарушин  
«22» апреля 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Шифр и название направления подготовки **04.06.01 Химические науки**

Направленность **Органическая химия**

Квалификация: **«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения: **Очная (Заочная)**

**Статус дисциплины:**

Блок Б 1. «Дисциплины (модули)». Вариативная часть

**Автор:**

Зам. директора по научной работе ИОС УрО РАН,  
д.х.н., проф.

В.И. Салоутин

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 04.06.01 Химические науки;

Рабочая программа соответствует:

- программе-минимуму кандидатского экзамена по специальности «Органическая химия», утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г., с учетом особенностей тематики сложившейся научно-педагогической школы института;
- паспорту научной специальности 02.00.03 (направленность Органическая химия);
- учебному плану по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ИОС УрО РАН.

## **1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТА, ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель изучения дисциплины** – формирование у аспирантов системы углубленных профессиональных знаний по общим закономерностям химического поведения органических соединений во взаимосвязи со строением и проявлением их в различных условиях.

**Задачи дисциплины:**

- обеспечить необходимый объем фундаментальных теоретических знаний по органической химии;
- сформировать представление о природе химической связи и о пространственном строении органических соединений;
- сформировать представление об общих принципах реакционной способности и синтеза органических соединений;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при выполнении научно-исследовательской работы.

### **1.2 ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТА, ЗАВЕРШИВШЕГО ИЗУЧЕНИЕ ДАННОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны обладать **профессиональными компетенциями (ПК)**, включающими в себя способность:

- **использовать** методы квантовой химии при изучении реакционной способности органических соединений; об основных типах органических интермедиатов; о типах органических реакций и о влиянии на их протекание различных условий (температура, растворитель и т.д.); о стратегии проведения органического синтеза;
- **знать:** общие закономерности осуществления основных процессов органической химии; влияние пространственного строения органических соединений на их реакционную способность и химические свойства; основные механизмы протекания органических реакций; методы планирования органического синтеза;
- **уметь:** оценивать реакционную способность органических соединений на основании их химического строения и электронных эффектов; применять квантово-химические методы расчета для характеристики органических реакций; на основании экспериментальных данных делать выводы о преимущественном направлении и механизме исследуемых реакций; осуществлять синтез органических соединений с наименьшими затратами.

### 1.3 СВЯЗЬ С ПРЕДШЕСТВУЮЩИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по органической химии в объеме программы высшего профессионального образования.

### 1.4 СВЯЗЬ С ПОСЛЕДУЮЩИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертации по специальности 02.00.03 – Органическая химия.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ (В ЧАСАХ И ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ - З.Е.)

#### *Очная форма обучения*

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час./з.е.	По учебным семестрам, час./з.е.	
		1	2
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>54/1.5</b>	<b>36/1.0</b>	<b>18/0.5</b>
Лекции	54/1.5	36/1.0	18/0.5
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	–	–	–
<b>Самостоятельная работа студентов</b>	<b>90/2.5</b>	<b>36/1.0</b>	<b>54/1.5</b>
<b>Вид промежуточного контроля</b>	<b>КЭ</b>	–	-
<b>Общая трудоемкость по учебному плану</b>	<b>144/4.0</b>	<b>72/2.0</b>	<b>72/2.0</b>
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

#### *Заочная форма обучения*

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час./з.е.	По учебным семестрам, час./з.е.	
		1	2
<b>Аудиторные занятия, час.</b>	–	–	–
Лекции, час.	–	–	–
Практические занятия, час.	–	–	–
Лабораторные работы, час.	–	–	–
<b>Самостоятельная работа студентов, час.</b>	<b>144/4.0</b>	<b>72/2.0</b>	<b>72/2.0</b>
<b>Вид промежуточного контроля (вписать)</b>	<b>КЭ</b>	–	-
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, час.</b>	<b>144/4.0</b>	<b>72/2.0</b>	<b>72/2.0</b>
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 2.2 РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем, часов			
		лекции	семинары	практические занятия	Самостоятельная работа
1	Современные представления о природе химической связи	6	0	0	12
2	Стереохимия органических соединений	10	0	0	14
3	Общие принципы реакционной способности	14	0	0	20
4	Основные типы органических реакций и их механизмы	20	0	0	38
5	Принципы современного органического синтеза	4	0	0	6
	<b>Итого(час/з.е.):</b>	<b>54\1.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90\2.5</b>

## 2.3 ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

### 1. Современные представления о природе химической связи

Электронные представления о природе связей. Типы связей в органической химии. Гибридизация атомов углерода и азота. Электронные эффекты. Электроотрицательность атомов и групп.

Основные положения квантовой химии. Атомные и молекулярные орбитали. Приближение МО-ЛКАО. Метод МО Хюккеля и более строгие квантово-химические методы расчета.

Понятие о полуэмпирических методах, основанных на приближении Хартри—Фока (MNDO, AM1, PM3 и др.). Методы *ab initio*. Метод функционала плотности (DFT). Понятие о резонансе (сопряжении) в классической и квантовой химии. Сопряжение в методе МО Хюккеля. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Мезоионные соединения. Антиароматичность.

### 2. Стереохимия органических соединений

Пространственное строение органических молекул. Пространственное взаимодействие несвязанных атомов и групп, ван-дер-ваальсовы радиусы.

Понятие о конформации молекулы. Вращение вокруг связей: величины и симметрия потенциальных барьеров. Факторы, определяющие энергию конформеров. Влияние эффектов сопряжения на стабильность конформеров. Номенклатура конформеров. Угловое напряжение и другие типы напряжения в циклических системах. Средние циклы и трансаннулярные взаимодействия. Инверсия циклов и азотсодержащих соединений.

Связь конформации и реакционной способности. Принцип Кертина—Гаммета. Стерический и стереоэлектронный контроль реакций. Стереоселективность и стереоспецифичность.

Пространственное строение этиленовых и диеновых систем. Номенклатура геометрических изомеров. Конформация диенов и триенов. Атропоизомерия.

Энантиомерия. Асимметрия и хиральность. Эквивалентные, энантиотопные и диастереотопные группы; их проявление в химическом поведении молекул в хиральных и ахиральных средах и спектрах ЯМР. Номенклатура оптических антиподов. Неуглеродные атомы как центры хиральности.

Способы получения и разделения энантиомеров. Оптическая чистота и методы ее определения. Определение абсолютной и относительной конфигурации. Понятие о дисперсии оптического вращения и круговом дихроизме.

### **3. Общие принципы реакционной способности**

Классификация реакций по типу образования и разрыва связей в лимитирующей стадии, по типу реагента и по соотношению числа молекул реагентов и продуктов.

Теория переходного состояния. Гиперповерхность потенциальной энергии, координата и энергетический профиль реакции. Термодинамические параметры активации. Кинетические уравнения основных типов реакций. Методы экспериментального изучения кинетики и механизмов реакций. Метод стационарного состояния (принцип Боденштейна). Постулат Хэммонда.

Эмпирический (экстратермодинамический) подход к реакционной способности. Корреляционные уравнения, принцип линейности свободных энергий Гиббса. Уравнения Гаммета и Тафта. Связь параметров корреляционных уравнений с механизмом реакций. Принцип ЖМКО; его обоснование на основе теории возмущений МО.

Количественная теория кислот и оснований. Кислоты Бренстеда и Льюиса. Кислотно-основное равновесие. Понятие рН. Кинетическая и термодинамическая кислотность. Уравнение Бренстеда. Общий и специфический кислотно-основный катализ. Суперкислоты. Функции кислотности. Постулат Гаммета.

Влияние среды на скорости и равновесие органических реакций. Специфическая и неспецифическая (универсальная) сольватация. Клеточный эффект. Водородная связь. Классификация и шкалы параметров растворителей. Влияние сольватации на скорость и равновесие органических реакций. Уравнения Уинстейна и Грюнвальда, Коппеля-Пальма. Кислотность и основность в газовой фазе.

Ассоциация ионов. Типы ионных пар и доказательства их существования. Влияние ассоциации ионов на их реакционную способность. Уравнение Акри.

Межфазный катализ. Краун-эфир, криптанды, поданды, катализаторы межфазного переноса. Понятие о супрамолекулярной химии.

Основные типы интермедиатов.

Карбениевые ионы (карбокатионы). Генерация карбокатионов в растворах и в газовой фазе. Влияние структурных и сольватационных факторов на стабильность карбокатионов. Строение карбокатионов. Понятие о неклассических ионах. Основные типы реакций карбокатионов и области их синтетического использования. Скелетные перегруппировки и гидридные сдвиги в карбокатионах.

Карбанионы и СН-кислоты. Влияние структурных и эффектов среды на стабилизацию карбанионов. Основные реакции карбанионов, анионные перегруппировки. Амбидентные и полиидентные анионы. Карбены. Электронная структура, синглетное и триплетное состояние карбенов. Методы генерации карбенов и использование их в органическом синтезе. Нитрены, их генерация, строение и свойства.

Свободные радикалы и ион-радикалы. Методы генерирования радикалов. Электронное строение и факторы стабилизации свободных радикалов. Типы стабильных свободных радикалов. Основы методов ЭПР и ХПЯ. Катион- и анион-радикалы. Методы генерирования и свойства. Основные реакции ион-радикалов. Комплексы с переносом заряда.

#### 4. Основные типы органических реакций и их механизмы

Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Механизмы SN1 и SN2, смешанный ионно-парный механизм. Влияние структуры субстрата и полярности растворителя на скорости и механизм реакции. Анхимерное содействие и синергетическое ускорение, участие соседних групп, перегруппировки в ходе нуклеофильного замещения. Корреляционные уравнения Суэйна—Скотта и Эдвардса.

Нуклеофильное замещение при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре. Типичные механизмы нуклеофильного замещения у  $sp^2$ -гибридного атома углерода. Винильный катион. Моно- и бимолекулярные процессы нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Катализ переходными металлами. Нуклеофильное замещение в нитропроизводных бензола. Нуклеофильное замещение водорода (викариозное замещение). Комплексы Мейзенгеймера. Нуклеофильное замещение в ароматических гетероциклах. Кинезамещение.

Электрофильное замещение у атома углерода. Механизмы замещения SE1, SE2, SEi. Нуклеофильный катализ электрофильного замещения. Влияние структуры субстрата и эффектов среды на скорость и направление реакций. Замещение у олефинового атома углерода и в ароматическом кольце. Генерирование электрофильных реагентов. Правила ориентации и их молекулярно-орбитальная интерпретация. Электрофильное замещение других групп, кроме водорода. Ипсо-замещение. Кинетические изотопные эффекты.

Реакции элиминирования (отщепления). Механизмы гетеролитического элиминирования E1 и E2. Стереoeлектронные требования и стереоспецифичность при E2-элиминировании. Термическое син-элиминирование.

Присоединение по кратным углерод-углеродным связям. Электрофильное присоединение. Сильные и слабые электрофилы, механизм и стереохимия присоединения, регио- и стереоселективность реакций. Присоединение к сопряженным системам. Катионная полимеризация олефинов. Нуклеофильное присоединение по кратным связям C-C. Механизм процесса. Влияние структуры нуклеофила и субстрата и эффектов среды на скорость и направление реакции. Реакция Михаэля. Анионная полимеризация олефинов.

Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе: присоединение оснований, включая карбанионы, металлоорганических соединений. Реакция Анри. Кислотный и основной катализ присоединения. Енолизация альдегидов и кетонов. Механизм этерификации кислот и получение ацеталей. Конденсации карбонильных соединений, карбоновых кислот и их производных. Нуклеофильное присоединение к альд- и кетиминам и карбоний-иммониевым ионам (реакция Манниха).

Перегруппировки в карбокатионных интермедиатах. Классификация перегруппировок: пинаколиновая и ретропинаколиновая, перегруппировка Демьянова. Перегруппировка Вагнера—Мейервейна. Перегруппировки с миграцией к атому азота (Гофмана, Курциуса, Бекмана). Реакция Байера—Виллигера.

Радикальные и ион-радикальные реакции присоединения, замещения и элиминирования. Цепные радикальные реакции. Полимеризация, теломеризация, реакции автоокисления. Ингибиторы, инициаторы и промоторы цепных реакций. Редокс-реакции. Электросинтез органических соединений.

Молекулярные реакции (*цис-транс*-изомеризация, распад молекул, размыкание циклов). Коарктатные реакции.

Согласованные реакции. Концепция сохранения орбитальной симметрии и правила Вудворда—Гофмана. Электроциклические реакции, сигматропные перегруппировки. Перициклические реакции (2+2) и (2+4)-циклоприсоединения. 1,3-диполярное циклоприсоединение.

Двойственная реакционная способность и таутомерия органических соединений. Прототропные и сигматропные перегруппировки. Правило Корнблюма. Кетонольное

равновесие. Нитросоединения и нитроновые кислоты, нитрозосоединения и оксимы. Металлотропия.

Основы фотохимии органических соединений. Синглетные и триплетные состояния, флуоресценция и фосфоресценция, интеркомбинационная конверсия. Основные типы фотохимических реакций. Явление фотохромизма.

### **5. Принципы современного органического синтеза**

Выбор оптимального пути синтеза. Принцип ретросинтетического анализа. Линейные и конвергентные схемы синтеза. Синтоны и синтетические эквиваленты. Защита функциональных групп. Методы введения и удаления защитных групп. Основные пути построения углеродного скелета.

Методы введения важнейших функциональных групп и пути перехода от одних функций к другим.

Элементоорганические соединения (производные фосфора, бора, кремния, меди, лития, магния, олова) в органическом синтезе. Металлокомплексный катализ.

## **2.4 ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) ЗАНЯТИЯ – НЕ ПРЕДУСМОТРЕНЫ.**

### **2.5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку.

Выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по следующим направлениям:

- библиография по проблемам теоретической органической химии;
- публикации (в том числе электронные) источников по теоретической органической химии;
- научно-исследовательская литература по актуальным проблемам теоретической органической химии

Конспектирование и реферирование первоисточников и научно-исследовательской литературы по тематическим блокам.

#### **Поддержка самостоятельной работы**

Список литературы и источников для обязательного прочтения.

Электронные ресурсы Центральной научной библиотеки (ЦНБ) УрО РАН (30 точек доступа) - <http://cnb.uran.ru/>

Доступ к полным текстам статей из журналов издательства "Эльзевир" на платформе ScienceDirect в 21 предметной коллекции (Freedom Collection): <http://info.sciencedirect.com/>

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

MEDLINE: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi>

MEDLINEplus <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus>

EBSCO Publishing: <http://www.ebscohost.com/>

SAGE Journals Online: <http://online.sagepub.com/>

Научные журналы издательства Taylor & Francis (UK) на электронной платформе Informaworld: <http://www.informaworld.com/>

Полные тексты международных научных журналов World Scientific Publishing: <http://www.worldscinet.com/>

Рефераты и полные тексты статей из журналов, книги, книжных серий, электронных ссылок научных издательств:

- Springer Verlag <http://springerlink.com/>

- Blackwell Publishing <http://www.blackwellpublishing.com/contacts/>

- POLYMERSnetBASE <http://www.polymersnetbase.com/>

- Chemical Abstracts <http://chemabs.cas.org>

- nThe Royal Society Of Chemistry <http://www.rsc.org>
- American Chemical Society <http://pubs.acs.org>
- The Electrochemical Society <http://www.electrochem.org>

База данных о химических соединениях с установленным канцерогенным и тератогенным действием на человека Chemical Hazard <http://www.iephb.nw.ru/~spirov/hazard/>

Базы ВИНТИ (периодические издания, книги, фирменные издания, материалы конференций, тезисы, патенты, нормативные документы, депонированные научные работы) <http://www.viniti.ru/bnd.html>

Авторефераты диссертаций Dissertation Abstracts: [http://www.proquest.com/en-US/products/brands/pl\\_umi.shtml](http://www.proquest.com/en-US/products/brands/pl_umi.shtml)

Биоресурсы: информационная система «Биологические ресурсы Российской Федерации» <http://www.sevin.ru/bioresrus/>

**2.6. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ – НЕ ПРЕДУСМОТРЕНЫ.**

**2.7. СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ – НЕ ПРЕДУСМОТРЕНЫ.**

**2.8. ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ – НЕ ПРЕДУСМОТРЕНЫ.**

### **3 ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

**3.1 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ** - в рамках собеседования по итогам освоения программы.

При оценке результатов применяется система «зачтено/не зачтено».

Оценка	Критерии
Зачтено	Аспирант показал творческое отношение к обучению, в совершенстве или в достаточной степени овладел знаниями, показал все (как минимум основные) требуемые умения и навыки
Не зачтено	Аспирант не владеет основными умениями и навыками

**3.2. ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ** по дисциплине – в рамках промежуточного контроля освоения программы аспирантуры и проводится в виде экзамена кандидатского минимума.

**6. АКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ (ДЕЛОВЫЕ ИГРЫ, НАУЧНЫЕ ПРОЕКТЫ) - НЕ ПРЕДУСМОТРЕНЫ.**

### **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ АСПИРАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

С целью оценки уровня знаний на кандидатском экзамене используется пятибалльная система.

Оценка (балл)	Критерии
Отлично	Аспирант показал творческое отношение к обучению, в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, показал все требуемые умения и навыки.



Хорошо	Аспирант овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, показал основные умения и навыки.
Удовлетворительно	Аспирант имеет недостаточно глубокие знания по теоретическим разделам дисциплины, показал не все основные умения и навыки.
Неудовлетворительно	Аспирант имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам специальной дисциплины и не владеет основными умениями и навыками.

## **8. МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** *(Современные приборы, установки (стенды), необходимость специализированных лабораторий и классов)*

Институт располагает современным приборным парком для анализа состава и изучения структуры и свойств органических соединений, включая:

- ЯМР, хроматомасс-спектрометрию, ИК-, КР и УФ- спектроскопию;
- высокоэффективную жидкостную и газо-жидкостную хроматографию;
- рентгеноструктурный анализ;
- поляриметрию;
- автоматического СNH анализа;
- проведения реакций при высоком давлении

и др.

Центр коллективного пользования «Спектроскопия и анализ органических соединений» института (ЦКП САОС)), имеет Аттестат признания компетентности испытательной лаборатории (центра) № 0011, рег. № РОСС RU.V503.04НЖ00.66.04.0009.

Группа элементного анализа ИОС УрО РАН признана компетентной в целях выполнения работ по сертификационным испытаниям в Системе добровольной сертификации нанопродукции. С 2009 г. группа входит в состав Испытательного центра веществ, материалов и продукции наноиндустрии в УрФО.

В помещениях технологической группы института, которые отвечают требованиям GMP, функционирует оборудование ведущих мировых производителей, в том числе фармацевтические реактора из боросиликатного стекла объемом от 10 до 50 л "BuchiGlasUster", Швейцария, обеспеченные всей инфраструктурой для проведения исследований по масштабированию процессов получения и наработке опытных партий синтезируемых веществ, включая субстанции разрабатываемых лекарственных препаратов.

В институте:

- создана локальная сеть, объединяющая 100 компьютеров, с выходом в Интернет;
- внедрена система корпоративной электронной почты на основе MS Exchange 2003, с возможностью удаленного доступа;
- предоставлены для пользования принтеры, сканеры и ксероксы.

## **9. ЛИТЕРАТУРА**

### **9.1 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Березин Б.Д., Березин Д.Б. Курс современной органической химии. – М.: Высшая школа, 2001. — 24 экз.
2. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – С Пб: Иван Федоров, 2002. – 67 экз.
3. Ким А.М. Органическая химия. – Новосибирск: Сиб. универ. изд-во, 2002. – 94 экз.

### **9.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

4. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. М.: Мир, 1973. – 1экз.

5. Кери Ф., Сандберг Р. Углубленный курс органической химии. Кн. 1, 2. М.: Химия, 1981. – 2 экз.
6. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. Вводный курс. М.: Химия, 2000. – 1 экз.
7. Структура и реакционная способность органических анион-радикалов : научное издание / А. И. Русаков [и др.]. - М. : Мир, 2005. - 294 с. – 2 экз.
8. Моррисон, Дж. Асимметрические органические реакции / Дж., Моррисон; пер. с англ. Е.И. Клабуновского. - М. : Мир, 1973. - 510 с. – 1 экз.
9. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
10. Потапов В.М. Стереохимия. М.: Химия, 1988. – 1 экз.
11. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. Ч. 1-4. М.: Изд-во МГУ, 1999. – 2 экз.
12. Марч Дж. Органическая химия, Т. 1-4. М.: Мир, 1987. – 2 экз.
13. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории. М.: Мир, 1999. – 1 экз.
14. Органикум: Практикум по органической химии / Г. Беккер, В. Бергер и др. Т. 1, 2. М.: Мир, 1992. – 1 экз.
15. Новые пути органического синтеза : Практ. использование переходных металлов / [Х.М. Колхуан, Д. Холтон, Д. Томпсон, М. Твигг]; Пер. с англ. М.С. Ермоленко, В.Г. Киселева. - М. : Химия, 1989. - 400 с. – 1 экз.

### **9.3 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

16. Органическая химия: Программа-минимум кандидатских экзаменов / Одобрено экспертным советом ВАК Министерства образования РФ по химическим наукам; Утверждено приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г.

## **10. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Теоретическая органическая химия» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП аспирантуры и является дисциплиной, обязательной для освоения по программе аспирантуры.

Цель изучения дисциплины – формирование у аспирантов системы углубленных профессиональных знаний по общим закономерностям химического поведения органических соединений во взаимосвязи со строением и проявлением их в различных условиях.

Задачи дисциплины:

- обеспечить необходимый объем фундаментальных теоретических знаний по органической химии;
- сформировать представление о природе химической связи и о пространственном строении органических соединений;
- сформировать представление об общих принципах реакционной способности и синтеза органических соединений;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при выполнении научно-исследовательской работы.

Систематизирование материала по дисциплине происходит в рамках пяти разделов:

- Современные представления о природе химической связи;
- Стереохимия органических соединений;
- Общие принципы реакционной способности;
- Основные типы органических реакций и их механизмы;

- Принципы современного органического синтеза.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е. (144 ч) и включает кандидатского минимума, как форму промежуточного контроля за ходом освоения программы аспирантуры.

Трудоёмкость аудиторной работы в целом составляет 1,5 з.е. (54 ч) и представлена лекционными занятиями.

На самостоятельную деятельность аспиранта в рамках освоения данного курса предусматривается 2,5 з.е. (90 ч).

Рабочая программа составлена на основании паспорта научной специальности 02.00.03 – Органическая химия, в соответствии с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 02.00.03 «Органическая химия», утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г., и учебным планом по ООП аспирантской подготовки.

