

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической  
работе, д-р филол. наук, профессор

\_\_\_\_\_ Е.Г. Елина

« 01 » \_\_\_\_\_ 2016 г.



**Рабочая программа кандидатского экзамена по**

Органической химии

Направление подготовки кадров высшей квалификации

*04.06.01 Химические науки*

Направленность

*Органическая химия*

Квалификация выпускника

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

Очная

Саратов  
2016

## **1. Цели и задачи кандидатского экзамена**

**Цель:** контроль достижения аспирантами уровня профессионального мастерства в избранной области научных исследований, теоретического и практического владения основами органической химии в рамках компетентностного подхода в пределах программных требований кандидатского экзамена и ООП аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, с направленностью «Органическая химия».

### **Задачи:**

- продемонстрировать знание теоретических и прикладных вопросов современной органической химии.
- показать владение методами и методиками научного исследования и эксперимента в области современной органической химии, в том числе по выбранному научному направлению НКР.
- проявить умение критически анализировать, оценивать и обобщать результаты современных научных достижений и использовать их в генерировании собственных научных идей для планирования и решения оригинальных исследовательских и практических задач.

## **2. Место кандидатского экзамена в структуре ООП аспирантуры**

Кандидатский экзамен «Органическая химия» относится к вариативной части ООП по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, направленность - Органическая химия.

Кандидатский экзамен «Органическая химия» сдается в 5 семестре.

## **3. Компетенции, проверяемые в процессе сдачи кандидатского экзамена.**

- способности к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способности планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).
- способности самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- умения прогнозировать конечный результат исследования при выполнении профессиональных функций, опираясь на фундаментальные основы химии, накопленный экспериментальный опыт в избранной области, современные наукоемкие технологии и аппаратурный парк (ПК-1);

## **4. Структура и содержание программы кандидатского экзамена.**

- Общая трудоемкость - 1 зач. единиц;  
- 36 часов;  
- 5 семестр.

## Содержание дисциплины (программа)

### 1. Пятичленные циклы с одним гетероатомом (фуран, пиррол, тиофен, селенофен)

Строение и свойства пятичленных гетероциклов. Молекулярно-орбитальное описание. Влияние природы гетероатома на геометрию гетерокольца и распределение в нем электронной плотности. Длина связей и дипольные моменты. Концепция  $\pi$ -избыточности в гетероароматическом ряду. Методы оценки  $\pi$ -избыточности. Реакции электрофильного замещения  $\pi$ -избыточных гетероциклов. Специфика  $S_E$  реакций в ряду фурана, пиррола, тиофена. Реакции с нуклеофильными реагентами. Металлирование.

Реакции, обусловленные непредельным характером пятичленных гетероциклов. Окисление, восстановление. Отношение к диенофилам. Аддукты диенового синтеза.

#### Синтезы и превращения фурановых веществ.

Природные источники фурановых соединений: пентозансодержащее сырье. Фурфурол, его особое положение в ряду фурановых веществ. Промышленное получение фурфуурола и его использование. 5-Нитрофурфурол и синтезы нитрофурановых препаратов. Фурациллин, фурагин, фуразолидон, фуракрилин, фуразонал. Работы А.А. Пономарева и М.Д. Липановой.

Типы химических реакций фурфуурола. Каталитическое восстановление фурана,  $\gamma$ -фурилалканолов. Фуранидин: его превращение в 1,4-дихлорбутан, бутадиев, капролактамы, фурфуриловый и тетрагидрофурфуриловый спирты и их применение.  $\alpha,\beta$ -Непредельные кетоны фуранового ряда; симметричного и несимметричного строения Z и E изомеры, S-цис, S-транс конфигурация. Реакции с участием C=O, C=C, C=C-C=O связей. Сопряженное присоединение. Региоселективность и региоспецифичность реакций с полинуклеофильными реагентами.

Каталитическое гидрирование оксосоединений фуранового ряда. Синтезы гетероциклов на основе  $\gamma$ -кетокрбонных кислот, фурановых аминов. Пирролидоны, пирролидины. Каталитическое превращение  $\gamma$ -аминоалкилфуранов в пирролидиновые и цикланопирролидиновые спирты. Стереохимия и реакции пирролидиновых спиртов (ацилирование, алкилирование, окисление). Превращение фурановых и тетрагидрофурановых аминов в пирролидины, пирролизидины, пирролизины. Стереохимия пирролизидинов. Реакции пирролизидинов и их регионаправленность.

Алкоксилирование фуранов. Представление о механизме реакций. Электролитическое алкоксилирование фурановых спиртов, тиолов, альдегидов, кетонов. Гетероспираны. Свойства алкоксипроизводных фурана и гетероспиранов.

Рециклизация фурановых соединений в тиофены и селенофены, механизм реакции. Фураноны. 3Н- и 5Н-фураноны. Синтез. СН-кислотность, изомеризация.

### 2. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом Азотсодержащие гетероциклы

Пиридин и аннелированные пиридины – хинолин, акридин. Природные соединения пиридина. Антималарийные препараты и цианиновые красители хинолинового ряда. Способы получения пиридина.

1,5-Дикетоны и  $\beta$ -циклокетолы как исходные соединения в синтезе пиридинов, хинолинов, акридинов и их гетероаналогов. Способы получения 1, 5-дикетонов. Реакция Михаэля и дикетонная конденсация. Взаимодействие 1,5-дикетонов с гидросиламином (Кневенагель), ацетатом аммония (Чичибабин), алифатическими и ароматическими

аминами. Зависимость направления реакции от строения исходных соединений, растворителя, температурного режима. Представления о механизме реакции.

Дигидропиридины, их таутомерия, диспропорционирование, окислительная ароматизация.

Гидроаминирование 1,5-дикетонов как метод синтеза насыщенных азотистых гетероциклов. Реакция Лейкарта. Борогидридное и каталитическое гидроаминирование.

Взаимодействие 1,5-диоксо соединений с бинуклеофилами – гидразином, этаноламином. Двойная циклизация.

Сравнительная химическая характеристика свойств пиридина, хинолина и их изологов. Основность. Пиридин, N-окись пиридина, соли пиридиния в реакциях с электрофильными, нуклеофильными и радикальными реагентами.

Галогенирование 1,5-дикетонов, 2-пентен-1,5-дионон. Превращения хлорзамещенных 2-пентен- и пентан-1,5-дионон в гетероциклы.

#### Группа пирана, тиопирана и селенопирана

Принципы построения шестичленных колец. Образование O-, S- и Se-гетероциклов на основе 1,5-дикетонон. Синтезы пиранонон, их сернистых и селенистых аналонон из гетерониевых солей. Сульфоны и сульфоксиды тиопиранонон. Присоединение к 2H-тиопиран-1,1-диоксидам слабых нуклеофилонон. Взаимодействие диазометана с 2H-тиопиран-1,1-диоксидами. Восстановление сульфононон. Реакции пиранонон и тиопиранонон с дихлоркарбенон. Изомеризация 4H- и 2H-пиранонон и тиопиранононон. Перегруппировки.

#### Соли пирилия, тиопирилия, селенопирилия

Методы синтеза. Типы химических реакций. Взаимодействие пиранонон и тиопиранононон с трифенилметилперхлоратон, протонными и апротонными кислотами. Циклизация соединений с открытой цепью. Образование солей пирилия и тиопирилия из предельных и непредельных 1,5-дикетононон. Реакция Вицингера. Синтез галогензамещенных солей пирилия и тиопирилия.

Строение катиононон пирилия, тиопирилия и селенопирилия, их относительная стабильность. Реакции с нуклеофилами. Взаимодействие с азотистыми реагентами и металлоорганическими соединениями. Гидролиз. Синтез карбо- и гетероциклических соединений из солей пирилия и тиопирилия. Реакции с метиленактивными соединениями (нитрометанон, производными малоновой кислоты). Взаимодействие солей пирилия, тиопирилия, селенопирилия и их алкилзамещенных с карбонильными соединениями, азотистой кислотой, амилнитритон, основаниями. Окислительная димеризация солей циклоалка[b]тиопирилия и их гетероаналононон. Пиранил- и тиопиранилрадикалы. Каталитическое гидроаминирование и гидрирование солей пирилия.

#### Ди-, тетрагидропираны и тиопираны

Синтезы из 1,5-бифункциональных соединений. Фотохимическое превращение ненасыщенных меркаптанонон и тиоэфиронон в тиациклогексаны. Каталитическое восстановление (тио)пиранононон и дигидро(тио)пиранононон. Особенности гидрогенизации сернистых соединений. Ионное гидрирование. Рециклизация O-, S- и N-гетероциклононон. Дигидро(тио)пираны, тиациклогексаны и их реакции.

#### Конденсированные системы с (тио)пирановым кольцом и их изологи

Антоцианы и антоцианиды. Распространение в природе. Группа хрома. Тioxхромены, получение из тioxхроманов, 3-оксоалкилсульфидов. Реакция солей (тио)хромилия с нуклеофилами как метод получения (тио)хроменов. Тианафталины.

Тиадекалины. Получение. Свойства. Сульфоксиды. Сульфоны. S-R-Сульфониевые соли.

Тиоксантены, ксантены и их изоологи. Получение, свойства, превращение в соли. Тиаантрацены. Комплексы тиоксантенов и гидротиоксантенов с йодом и солями металлов ( $TiCl_4$ ,  $HgCl_2$ ,  $SnCl_4$ ,  $AlBr_3$ ). Гидрогенизация и дегидрогенизация гидротиоксантенов. Металлирование тиоксантенов. Фотоокисление.

Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.

Природные соединения. Диазины: пиридазин, пиримидин, пиразин. Методы синтеза. Основность и нуклеофильность. Типы химических реакций. Пиримидин как фрагмент нуклеиновых кислот. Значение превращений пиримидина.

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.**

Виды самостоятельной работы:

- поиск и анализ литературных источников информации с использованием библиотечных, интернет-ресурсов, баз данных;
- овладение программным обеспечением и (при необходимости) расчетными методами исследования;

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

### **Основная литература**

1. Органическая химия / О. А. Реутов. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 726 с. (ЭБС «АЙБУКС»).
2. Домино-реакции в органическом синтезе /Л. Титце, Г. Браше, К. Герике; пер. с англ. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2010. 671 с.
3. Строение и реакционная способность гетероциклических соединений / Балыкова, И. А., Новикова, Г. А.: КемГМА, 2008 - 80 с. (ЭБС «IPRbooks»)
4. Краткий справочник физико-химических величин некоторых неорганических и органических соединений / сост.: Л. Ю. Брусенцева, А. А. Кудряшова. - Самара: РЕАВИЗ, 2011. - 68 с. (ЭБС IPRBOOKS)
5. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Н.Г. Ярышев, Д.А. Панкратов, М.И. Токарев и др. - Москва: Прометей, 2012. - 160 с. (ЭБС «АЙБУКС»)

### **Дополнительная литература**

1. Бакстон Ш.Р., Робертс СМ. Введение в стереохимию органических соединений. От метана до макромолекул. - М.: Мир, 2005. - 311с.
2. Бейдер Р. Атомы в молекулах: Квантовая теория. - М.: Мир, 2001. - 532с.
3. Корольков Д.В., Скортзбогатов А.Г. Основы теоретической химии. - М.: Академия, 2004. - 346с.

4. Определение строения карбо- и гетероциклических соединений спектральными методами. Саратов: ИЦ «Наука», 2010. 234 с.
5. Дж. Джоуль, К. Миллс. Химия гетероциклических соединений. М.: Изд-во «Мир», 2004. 681с.

### **Перечень Интернет-ресурсов**

При подготовке к кандидатскому экзамену целесообразно обратиться к следующим информационным ресурсам:

#### **Электронные научные библиотеки и каталоги открытого доступа**

<http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека, система РИНЦ.

<http://ellib.gpntb.ru/> – Электронная библиотека ГПНТБ России.

<http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка».

<http://www.scintific.narod.ru/index.htm> – Каталог научных ресурсов. Ссылки на специализированные научные поисковые системы, электронные архивы, средства поиска статей и ссылок.

<https://scholar.google.ru/> - Google Scholar – Поисковая система по научной литературе.

Статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций.

<http://abc-chemistry.org/ru/> - Бесплатная научная химическая информация. Каталог бесплатных полнотекстовых журналов. В Каталог включены только те журналы, которые предоставляют постоянный бесплатный доступ к полным текстам статей, причем не менее чем к годовому комплекту.

<http://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система издательства "Лань".

<http://znanium.com/> - Электронная библиотечная система "Znanium.com"

<http://biblio-online.ru/> - Электронная библиотечная система издательства "Юрайт".

<http://ibooks.ru/> - Электронно-библиотечная система ibooks.ru.

<http://rucont.ru/> - Электронно-библиотечная система РУКОНТ.

<http://www.bibliorossica.com/> - Электронно-библиотечная система "БИБЛИОРОССИКА".

<http://library.sgu.ru/> - Сайт Зональной научной библиотеки им. В.А.Артисевич

Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, в том числе:

<http://elibrary.sgu.ru/djvu/> - Электронная библиотека СГУ;

[http://library.sgu.ru/cgi-](http://library.sgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=ELBIB&P21DBN=ELBIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=)

[bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=ELBIB&P21DBN=ELBIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=](http://library.sgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=ELBIB&P21DBN=ELBIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=) Электронная библиотека учебно-методической литературы СГУ;

<http://library.sgu.ru/index.php?page=titt> - Полнотекстовые ресурсы СГУ.

## **7. Материально-техническое обеспечение**

– лекционная аудитория, оснащенная оверхэд-проектором для демонстрации учебного материала;

– специализированный компьютерный класс, оснащенный необходимым программным обеспечением и выходом в Интернет;

– аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по подготовке к кандидатскому экзамену.

## 8. Особенности подготовки и проведения кандидатского экзамена для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья основной формой организации подготовки к сдаче кандидатского экзамена является интегрированное обучение инвалидов (аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме) и индивидуальные консультации с учетом состояния здоровья и диагноза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 04.06.01 «Химические науки» (направленность «Органическая химия»).

Автор (ы) программы  (Федотова О.В., профессор, д.х.н., зав. кафедрой)

 (Кривенько А.П., профессор, д.х.н., профессор)

Программа одобрена на заседании кафедры органической и биоорганической химии от 18.06.2015 года, протокол № 10.

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры органической и биоорганической химии от 24.06.2016 года, протокол № 17).

Зав. кафедрой органической  
и биоорганической химии  
д.х.н., профессор



О.В. Федотова

Директор Института химии  
д.х.н., профессор



О.В. Федотова



Фонд оценочных средств

*1. Карта компетенций*

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет)
<p>УК-1 способности к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>	<p><b>Знать:</b> методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
	<p><b>Уметь:</b> при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений</p>
	<p><b>Владеть:</b> навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
<p>УК-5 способности планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.</p>	<p><b>Знать:</b> способы реализации профессионального и личностного развития при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда</p>
	<p><b>Уметь:</b> осуществлять личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p>
	<p><b>Владеть:</b> способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.</p>



<p>ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><b>Знать:</b> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в междисциплинарных областях</p>
	<p><b>Уметь:</b> представлять и продвигать результаты интеллектуальной деятельности</p>
	<p><b>Владеть:</b> навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов</p>
<p>ПК-1 умения прогнозировать конечный результат исследования при выполнении профессиональных функций, опираясь на фундаментальные основы химии, накопленный экспериментальный опыт в избранной области, современные наукоемкие технологии и аппаратный парк</p>	<p><b>Знать:</b> современные методики и подходы теоретического и экспериментального решения комплексных химических задач с привлечением современного парка инновационного оборудования в рамках решения поставленной исследовательской задачи</p>
	<p><b>Уметь:</b> сопоставить собственный результат по решаемой задаче с накопленными данными в периодической печати, электронных ресурсах и других источниках научной и научно-технической информации</p>
	<p><b>Владеть:</b> навыками сопоставления оригинальных результатов решения исследовательской задачи с основными отечественными и мировыми научными и научно-техническими разработками</p>

## 2. Шкала оценивания

Семестр	Шкала оценивания			
	2	3	4	5
5 семестр	<p>Аспирант демонстрирует недостаточный уровень владения универсальными (УК-1, УК-5), общепрофессиональными (ОПК-1) и профессиональными (ПК-1) компетенциями, а именно: демонстрирует бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал или вообще отказывается от ответа.</p>	<p>Аспирант обнаруживает необходимый уровень владения универсальными (УК-1, УК-5), общепрофессиональными (ОПК-1) и профессиональными (ПК-1) компетенциями, а именно: излагает основное содержание учебного материала с учетом некоторых последних достижений в выбранной научной области, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения</p>	<p>Аспирант обнаруживает достаточный уровень владения универсальными (УК-1, УК-5), общепрофессиональными (ОПК-1) и профессиональными (ПК-1) компетенциями, а именно: владеет учебным материалом фундаментальными основами рассматриваемых научных задач (процессов) и демонстрирует ориентацию в научном материале по теме НКР, но при ответе допускает отдельные неточности.</p>	<p>Аспирант обнаруживает высокий уровень владения универсальными (УК-1, УК-5), общепрофессиональными (ОПК-1) и профессиональными (ПК-1) компетенциями, а именно: глубокое, полное знание содержания материала и последние достижения в выбранной научной области, понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, принципов и теорий; умение прогнозировать и проводить корректный анализ полученных результатов. Он аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией, связно излагает свой ответ.</p>

### 3. Задания для аттестации

#### Контрольные вопросы к экзамену

1. Строение и свойства пятичленных гетероциклов. Молекулярно-орбитальное описание. Влияние природы гетероатома на геометрию гетерокольца и распределение в нем электронной плотности.
2. Концепция  $\pi$ -избыточности в гетероароматическом ряду. Методы оценки  $\pi$ -избыточности.
3. Реакции электрофильного замещения  $\pi$ -избыточных гетероциклов. Специфика  $S_E$  реакций в ряду фурана, пиррола, тиофена.
4. Реакции с нуклеофильными реагентами гетероциклических соединений. Металлирование.
5. Реакции, обусловленные непредельным характером пятичленных гетероциклов. Окисление, восстановление. Отношение к диенофилам. Аддукты диенового синтеза.
6. Типы химических реакций фурфуурола. Каталитическое восстановление фурана,  $\gamma$ -фурилалканолов. Фуранидин: его превращение в 1,4-дихлорбутан, бутадиев, капролактан, фурфуриловый и тетрагидрофурфуриловый спирты и их применение.
7.  $\alpha,\beta$ -Непредельные кетоны фуранового ряда; симметричного и несимметричного строения Z и E изомеры, S-цис, S-транс конфигурация.
8. Региоселективность и региоспецифичность реакций  $\alpha,\beta$ -непредельных кетонов фуранового ряда с полинуклеофильными реагентами.
9. Стереохимия и реакции пирролидиновых спиртов (ацилирование, алкилирование, окисление). Стереохимия пирролизидинов.
10. Превращение фурановых и тетрагидрофурановых аминов в пирролидины, пирролизидины, пирролизины. Реакции пирролизидинов и их регионаправленность.
11. Рециклизация фурановых соединений в тиофены и селенофены, механизм реакции. Фураноны. 3Н- и 5Н-фураноны. Синтез. СН-кислотность, изомеризация.
12. Пиридин и аннелированные пиридины – хинолин, акридин. Природные соединения пиридина. Способы получения пиридина.
13. 1,5-Дикетоны и  $\beta$ -циклокетолы как исходные соединения в синтезе пиридинов, хинолинов, акридинов и их гетероаналогов.
14. Способы получения 1, 5-дикетонов. Реакция Михаэля и дикетонная конденсация. Взаимодействие 1,5-дикетонов с гидросиламином (Кневенагель), ацетатом аммония (Чичибабин), алифатическими и ароматическими аминами.
15. Взаимодействие 1,5-диоксо соединений с бинуклеофилами – гидразином, этаноламином. Двойная циклизация.
16. Галогенирование 1,5-дикетонов, 2-пентен-1,5-дионов. Превращения хлорзамещенных 2-пентен- и пентан-1,5-дионов в гетероциклы.
17. Принципы построения шестичленных колец. Образование O-, S- и Se-гетероциклов на основе 1,5-дикетонов. Синтезы пиранов, их сернистых и селенистых аналогов из гетерониевых солей.
18. Изомеризация 4Н- и 2Н-пиранов и тиопиранов. Перегруппировки.
19. Взаимодействие пиранов и тиопиранов с трифенилметилперхлоратом, протонными и апротонными кислотами. Циклизация соединений с открытой цепью.
20. Образование солей пирилия и тиопирилия из предельных и непредельных 1,5-дикетонов. Реакция Визингера. Синтез галогензамещенных солей пирилия и тиопирилия.
21. Строение катионов пирилия, тиопирилия и селенопирилия, их относительная стабильность. Реакции с нуклеофилами. Взаимодействие с азотистыми реагентами и металлоорганическими соединениями.

22. Синтез карбо- и гетероциклических соединений из солей пирилия и тиопирилия. Реакции с метиленактивными соединениями (нитрометаном, производными малоновой кислоты). Взаимодействие солей пирилия, тиопирилия, селенопирилия и их алкилзамещенных с карбонильными соединениями, азотистой кислотой, амилнитритом, основаниями.

23. Каталитическое восстановление (тио)пиранов и дигидро(тио)пиранов. Особенности гидрогенизации сернистых соединений. Ионное гидрирование. Рециклизация O-, S- и N-гетероциклов. Дигидро(тио)пираны, тиациклогексаны и их реакции.

24. Группа хромена. Тиохромены, получение из тиохроманов, 3-оксоалкилсульфидов. Реакция солей (тио)хромилия с нуклеофилами как метод получения (тио)хроменов.

25. Тиоксантены, ксантены и их изоологи. Получение, свойства, превращение в соли.

26. Природные соединения. Диазины: пиридазин, пиримидин, пиазин. Методы синтеза. Основность и нуклеофильность. Типы химических реакций. Пиримидин как фрагмент нуклеиновых кислот. Значение превращений пиримидина.

### **Критерии оценивания**

Во время сдачи кандидатского экзамена аспирант должен дать развернутый ответ на вопросы, изложенные в билете. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всей программе кандидатского экзамена.

Во время ответа аспирант должен продемонстрировать глубокое, полное знание содержания материала и последние достижения в выбранной научной области, понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, принципов и теорий; умение прогнозировать и проводить корректный анализ полученных результатов. Он аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией, связно излагает свой ответ.

Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения.