

Министерство образования и науки Российской Федерации

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 дисциплины

Избранные методы синтеза и модификации гетероциклических соединений

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 освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Избранные методы синтеза и модификации гетероциклических соединений» является:

- углубление у аспиранта знаний по химии гетероциклических соединений, направленное на понимание новых методов синтеза и модификации;
- изучение современных подходов синтеза гетероциклических соединений, современных информационных баз данных для постановки, обработки результатов химического эксперимента на современной научной аппаратуре, решения профессиональных задач и определения перспектив развития области деятельности.

- умение планировать постановку эксперимента, самостоятельно выбирая путь синтеза, в том числе, и нестандартный, а также анализировать полученные результаты и давать рекомендации по дальнейшему исследованию. Основными задачами курса являются:

- ознакомление с современными методами синтеза гетероциклических соединений, в том числе относящиеся к «зеленой химии»;
- установление возможных закономерностей, особенностей реакций, приводящих к образованию гетероциклических соединений.

В результате изучения данной дисциплины аспиранты должны приобрести следующие знания, умения и навыки:

- знание новых методов синтеза и модификации гетероциклических соединений;
- умение в ходе самостоятельной работы с помощью современных методологий самостоятельно приобретать, обрабатывать новые знания по современным методам построения гетероциклических соединений;
- умение выполнять действия, связанные с решением нестандартных задач, предполагающих многообразие способов решения, требующих выбор, комбинации и трансформации известных методов;
- навыки анализа в ходе самостоятельного исследования полученных результатов, умение делать выводы и доложить их в ходе участия в научных дискуссиях при разборе профессиональных ситуаций.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «**Избранные методы синтеза и модификации гетероциклических соединений**» является обязательной дисциплиной, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ООП по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, направленность – Органическая химия – Б1.В.ОД.2.2.

Дисциплина «**Избранные методы синтеза и модификации гетероциклических соединений**» изучается в четвертом семестре.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения таких дисциплин, как: «Механизмы органических реакций и методы их становления». Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ООП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

3. Результаты обучения, определенные в картах компетенций и формируемые по итогам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «**Избранные методы синтеза и модификации гетероциклических соединений**» направлен на формирование следующих компетенций:

способностью 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);

умением 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 (ПК-1);

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

знать:

- современные научные подходы к синтезу различных органических соединений и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач

уметь:

- работать с текстами профессиональной направленности и представлять результаты своей учебной и научной работы;
- исполнять обязанности исследователя, в том числе обязанности по проведению научных исследований, по разработке и подготовке к изданию научных трудов и статей, по обеспечению обучения в индивидуальном порядке и в форме семинаров

владеть: современными методиками для научного исследования в рамках выбранной темы научно-квалификационной работы.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по темам) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекции	практические	СР	
1.	Некоторые аспекты развития современной химии гетероциклических соединений.	4	8	-	8	Групповая дискуссия
2	Краунэфиры.	4	4	-	4	
3	Методы построения и модификации.	4	8	-	8	Групповая дискуссия
4	Реакции Михаэля, Манниха	4	4	-	4	
5	Синтез гидриндазолов	4	8	-	8	
6	Построение гетероциклов на основе алифатико-ациклических диоксосоединений	4	8	-	8	
7	Кислородсодержащие гетероциклические соединения на основе 1,5-дикетонов.	4	8	-	8	Групповая дискуссия
8	Построение гетероциклических систем на основе гетарилгуанидинов.	4	4	-	4	
9	Дигидроазины и их гетероаннелированные аналоги.	4	8	-	8	
10	Циклоконденсация ароматических и гетероароматических 1,2-диаминов с α,β -непредельными карбонильными соединениями.	4	8	-	8	Групповая дискуссия
11	Взаимодействие пятичленных гетероциклов с карбенами, генерируемые из алифатических diazosоединений.	4	8	-	8	
Итого: 144 часа			72	-	72	зачет

Содержание курса «Избранные методы синтеза и модификации гетероциклических соединений»

1. Некоторые аспекты развития современной химии гетероциклических соединений. Методы построения гетероциклических систем на основе полиэдрических углеводов. Анелирование гетероколец и адамантана. Синтезы гетероциклических соединений на основе фуллерена C₆₀.

2. Краунэфиры, их применение как катализаторы межфазного переноса. крантаниды.

3. Методы построения и модификации гетероциклов с использованием ультразвука (сонохимические реакции), микроволновые воздействия; одно-реакторные синтезы.

4. Реакции Михаэля, Манниха в построении гетарилзамещенных циклодиенонов, спиропиранонов, родственных веществ. Их реакции с C, N, O, S- моно- и бинуклеофильными реагентами. Окислительное азиридинование.

5. Синтез гидроиндазолов на основе кросс-сопряженных циклодиенонов.

Региоспецифичность и региоселективность реакций. Модификация структуры гидроиндазолов (ароматизация, алкилирование, ацилирование).

6. Построение гетероциклов на основе алифатикоциклических диоксо-соединений (пиразолины, пиразолы, изоксазолы, азепиноны, пираноны, гетероспираны).

7. Кислородсодержащие гетероциклические соединения на основе 1,5-дикетонов. Бензогидротиохромены, дибензогидротиоксантены, продукты их ароматизации и восстановления. Новое направление диспропорционирования гидротиохроменов. Конденсированные карбонилсодержащие спирогидропираны, синтез и реакционная способность.

8. Построение гетероциклических систем на основе гетарилгуанидинов. Мультикомпонентные конденсации с участием производных гуанидина и его структурных аналогов.

9. Дигидроазины и их гетероаннелированные аналоги. Основные методы синтеза диазиновых систем на основе непредельных кетонов. конденсацией с 1,2- и 1,3- бинуклеофилами. Особенности электронного и пространственного строения дигидроазиновых систем. Химические свойства. Окислительно-восстановительные реакции, взаимодействие с электрофилами, присоединение и гетероциклизация. Таутомерные превращения в ряду дигидропроизводных пиридина и пиримидина.

10. **Циклоконденсация ароматических и гетероароматических 1,2-диаминов с α,β -непредельными карбонильными соединениями.** Синтез 1,5-дигидродиазепинов. Трехкомпонентная конденсация 1,2-диаминов с кетонами. Реакция дигидробензодиазепинов. Шестичленные гетероциклы на основе диаминов ароматического ряда с непредельными кетонами.

11. **Взаимодействие пятичленных гетероциклов с карбенами, генерируемые из алифатических diaзосоединений.** Взаимодействие пятичленных гетероциклов с галогенкарбенами. Взаимодействие шестичленных гетероциклов с карбенами.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации учебной работы по освоению курса «Избранные методы синтеза и модификации гетероциклических соединений» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий, в частности, групповые дискуссии.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.

6.1. Виды самостоятельной работы

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
1.Некоторые аспекты развития современной химии гетероциклических соединений.	Подготовка к групповой дискуссии по предложенной теме	научные периодические журналы “Химия гетероциклических соединений”, “ <i>Journal of Heterocyclic Chemistry</i> ”, “ <i>Heterocycles</i> ”, “ <i>Journal of Organic Chemistry</i> ”, “ <i>Organic Letters</i> ” и т.д. , электронная база Scopus и т.п.
2.Методы построения и модификации	проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы	

3. Кислородсодержащие гетероциклические соединения на основе 1,5-дикетонов.	Подготовка к групповой дискуссии по предложенной теме	научные периодические журналы "Химия гетероциклических соединений", "Journal of Heterocyclic Chemistry", "Heterocycles", "Journal of Organic Chemistry", "Organic Letters" и т.д., электронная база Scopus и т.п.
4. Циклоконденсация ароматических и гетероароматических 1,2-диаминов с α, β -непредельными карбонильными соединениями.	Подготовка к групповой дискуссии по предложенной теме	научные периодические журналы "Химия гетероциклических соединений", "Journal of Heterocyclic Chemistry", "Heterocycles", "Journal of Organic Chemistry", "Organic Letters" и т.д., электронная база Scopus и т.п.
Итого часов на самостоятельную работу: 72 часа		

6.2. Вопросы для углубленного самостоятельного изучения

1. Общий обзор реакционной способности пятичленных гетероциклов. Концепция π -избыточности.
2. Свойства пиранов и тиопиранов. Реакции с участием гетероатома, π -связей и реакции диспропорционирования.
3. Реакция Лейкарта как метод синтеза шестичленных азаетероциклов. Представление о механизме реакции.
4. Фураноны. Синтезы и свойства.
5. Фурановые кетоны. Синтез и превращения в гетероциклические системы.
6. Соли пирилия и тиопирилия. Методы синтеза.
7. Соли пирилия, тио(селено)пирилия, пиридиния. Современные данные о строении. Сравнительная характеристика химических свойств.
8. Методы синтеза насыщенных O- и S-содержащих гетероциклов.
9. Пирролидиновые спирты. Получение. Реакции с участием окси- и аминогрупп. Значение производных.
10. Гидролитическое расщепление фуранового цикла. γ -Кетокрбонные кислоты и их превращения в гетероциклические системы.
11. Диспропорционирование пиранов, тиопиранов, дигидропиранов. Представление о механизме реакции.
12. Гидрирование фурана и его производных. Гидрогенолиз. Закономерности гидrogenизации α, β -непредельных фурановых кетонов.
13. 1,5-Дикетоны. β -Циклокетоны – синтоны гетероциклических систем.

6.3. Порядок выполнения самостоятельной работы

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины.

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Формы текущего контроля работы аспирантов

Для контроля работы аспирантов используются групповые дискуссии, а также осуществляется контроль за состоянием конспектов лекций аспиранта.

7.2. Порядок осуществления текущего контроля

Текущий контроль выполнения заданий осуществляется регулярно, начиная с 2 недели семестра. Контроль и оценивание выполнения дискуссии на заданную тему осуществляется на второй, пятой, двенадцатой и шестнадцатой неделях семестра. Текущий контроль освоения отдельных разделов дисциплины осуществляется при помощи проверки проработки конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение в завершении изучения каждого раздела. Система текущего контроля успеваемости служит в дальнейшем наиболее качественному и объективному оцениванию в ходе промежуточной аттестации.

7.3. Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

7.4. Фонд оценочных средств

Содержание фонда оценочных средств см. Приложение №1.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- 1.Строение и реакционная способность гетероциклических соединений / Балыкова, И. А., Новикова, Г. А.: КемГМА, 2008 - 80 с. (ЭБС «IPRbooks»)
2. Органическая химия / О. А. Реутов. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 726 с. (ЭБС «АЙБУКС»).

б) дополнительная литература:

1. Дж. Джоуль, К. Миллс. Химия гетероциклических соединений. М.: Изд-во «Мир», 2004. 681с.
2. Статьи из периодической печати.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Доступ, предоставляемый СГУ, к электронным версиям научных периодических журналов “Химия гетероциклических соединений”, “*Journal of Heterocyclic Chemistry*”, “*Heterocycles*”, “*Journal of Organic Chemistry*”, “*Organic Letters*” и т.д. , электронной базе Scopus и т. п.

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 «Кибер-Ленинка». <http://www.scintific.narod.ru/index.htm>- Каталог научных ресурсов.

В данном разделе собраны ссылки на специализированные научные поисковые системы, электронные архивы, средства поиска статей и ссылок.

[Gppgle Scholar](#) - Поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций.

<http://neicon.ru> - Национальный электронно-информационный консорциум НЭИКОН.

<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.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий по дисциплине «Избранные методы синтеза и модификации гетероциклических соединений», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

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

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

– аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине;

- лаборатории микроанализа и физико-химических методов исследования снабженная, хроматографом марки Shimadzu, ЯМР спектрометром Varian-400.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

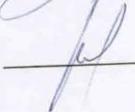
- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

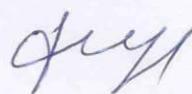
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 04.06.01 «Химические науки» (направленность «Органическая химия»).

Автор (ы) программы  Егорова А.Ю. д.х.н., профессор, профессор
 Кривенько А.П. д.х.н., профессор, профессор

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

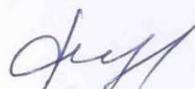
Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры органической и биоорганической химии от 24.06.2016 года, протокол № 17.)

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 текущего контроля
и промежуточной аттестации**

1.Карта компетенций

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)
<p>УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области органической химии, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач при изучении путей и механизмов органических реакций, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач при изучении путей и механизмов органических реакций, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)-2</p> <p>Уметь: при решении исследовательских и практических задач по изучению механизмов органических реакций генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений (УК-1)-2</p> <p>Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений в области органической химии и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, направленных на изучение закономерностей и механизмов органических реакций, в том числе в междисциплинарных областях, а именно способностью к доказательству наличия интермедиатов органических реакций, к прогнозу механизмов направления превращений органических соединений. (УК-1)-2</p>
<p>ПК-1 умение прогнозировать конечный результат исследования при выполнении профессиональных функций, опираясь на фундаментальные основы химии, накопленный экспериментальный опыт в области органической химии, современные наукоемкие технологии и аппаратурный парк</p>	<p>Знать: возможные экспериментальные подходы к решению исследовательской задачи, принципы функционирования аппаратурного сопровождения эксперимента и идентификации конечного продукта при исследовании механизмов органических реакций.</p> <p>Уметь: применить накопленные экспериментальные и теоретические знания к прогнозированию результата проведенного исследования превращений органических соединений.</p> <p>Владеть: навыками комплексного планирования эксперимента, наукоемкими технологиями и предвидения конечного результата проводимого исследования превращений органических соединений.</p>

2. Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Семестр	Шкала оценивания			
	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4(зачтено)	5(зачтено)
4 семестр	<p>Аспирант не ориентируется в основных методах научно-исследовательской деятельности в области органической химии, не знает или плохо знает механизмы органических реакций и методы их доказательства.</p> <p>Не умеет планировать исследования и генерировать новые идеи по изучению направления органических реакций, выявлению возможных интермедиатов.</p> <p>Не владеет навыками анализа методологических проблем в области органической химии, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений в области органической химии, навыками анализа результатов исследования органических реакций и представления их в виде докладов и отчётов.</p>	<p>Аспирант неуверенно ориентируется в основных методах научно-исследовательской деятельности в области органической химии, не достаточно хорошо знает механизмы органических реакций и методы их доказательства.</p> <p>Не умеет планировать исследования и генерировать новые идеи по изучению направления органических реакций, выявлению возможных интермедиатов. С трудом делает выводы о предполагаемых механизмах реакций на основе полученных результатов исследования.</p> <p>Не достаточно владеет навыками анализа методологических проблем в области органической химии, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений в области органической химии, навыками анализа результатов исследования органических реакций и представления их в виде докладов и отчётов.</p>	<p>Аспирант знает основные методы научно-исследовательской деятельности в области органической химии, механизмы органических реакций и методы их доказательства.</p> <p>Показывает отдельные элементы планирования исследования, выявлению возможных интермедиатов.</p> <p>Способен делать отдельные выводы о предполагаемых механизмах реакций на основе полученных результатов исследования.</p> <p>Владеет навыками анализа методологических проблем в области органической химии, навыками анализа результатов исследования органических реакций и представления их в виде докладов и отчётов.</p>	<p>Аспирант знает основные методы научно-исследовательской деятельности в области органической химии, механизмы органических реакций и методы их доказательства.</p> <p>Умеет планировать исследования и генерировать новые идеи по изучению направления органических реакций, выявлению возможных интермедиатов. Способен делать выводы о предполагаемых механизмах реакций на основе полученных результатов исследования.</p> <p>Владеет навыками анализа методологических проблем в области органической химии, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений в области органической химии, навыками анализа результатов исследования органических реакций и представления их в виде докладов и отчётов.</p>

1. Задания для текущего контроля

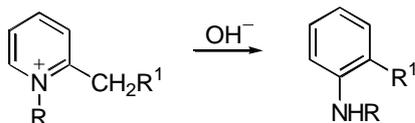
Групповые дискуссии являются одним из механизмов отработки навыков научно-исследовательской работы и контролирует способность обобщать и систематизировать традиционные и современные разделы химической информации.

Перечень дискуссионных тем

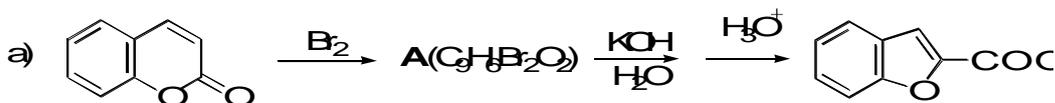
1. Методы построения аннелированных гетероциклов.
2. Однореакторные синтезы - как метод построения гетероциклов
3. Новое направление диспропорционирования гидротиохроменов.
4. Шестичленные гетероциклы на основе диаминов ароматического ряда с непредельными кетонами.

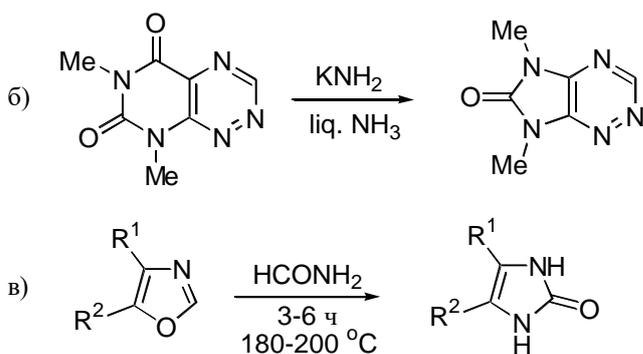
Перечень типовых заданий для разбора конкретных ситуаций в ходе дискуссий

1. Перхлорат 2,4,6-трифенилпирилия при действии CH_2NO_2^- рециклизуется в 2,4,6-трифенилнитробензол. Каков механизм данного превращения?
2. Предложите механизм перегруппировки Коста-Сагитуллина:



3. Как превратить: а) перхлорат 2,4,6-трифенилпирилия в перхлорат N-этил-2,4,6-трифенилпиридиния; б) перхлорат тиапирилия в пиридин? Составьте уравнения реакций с учетом механизма.
4. Предложите механизмы следующих рециклизаций:





Критерии оценки:

«зачтено»	Принимал участие в дискуссии, приведя уточняющие дополнения (не менее 50% аудиторного времени)
«не зачтено»	Принимал участие в дискуссии менее 50% аудиторного времени

2. Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к зачету

1. Однореакторные синтезы гетероциклов с гуанидинами
2. Построение гетероциклических систем на основе фуллерена C₆₀.
3. Краунэфиры, их применение как катализаторы межфазного переноса.
4. Синтез гетероциклов с использованием микроволнового воздействия.
5. Окислительное азиридинования в построении гетероциклов.
6. Кросс-сопряженные циклические кетоны как гетероциклических систем.
7. Модификация структуры гидроиндазолов. Ароматизация, ацилирование, алкилирование.
8. Диспропорционирование гидротиохроменов.
9. Основные методы синтеза диазипинов.
10. Аминоазолы и их участие в построении конденсированных гетероциклов.
11. Реакции шестичленных гетероциклов с карбенами.
12. Реакция циклоприсоединения в синтезе гетероциклов.
13. Методы построения гетероциклов на основе полиэдрических углеводородов.
14. Реакция Михаэля в синтезе гетероциклов на основе α,β- непредельных оксосоединений.
15. Карбонилзамещенные спирогидропираны. Синтезы и реакции.
16. Мультикомпонентные реакции и их использование в синтезе гетероциклов.
17. Реакции пятичленных гетероциклов с карбенами. Примеры.
18. Укажите направления возможной модификации гексагидроиндазолов.
19. Образование каких гетероциклических систем можно ожидать при взаимодействии 2-бензилиден-6-тиенилметиленциклогексанона с фенилгидразином.
20. Какие продукты образуются при диспропорционировании симм-октагидротиопирана под действием хлорной кислоты? Их соотношение?

Критерии оценки:

«зачет»	Владеет современными научными подходами к синтезу различных органических соединений и способы их использования при решении конкретных химических задач
«незачет»	Не владеет современными научными подходами к синтезу различных органических соединений в достаточной степени и не умеет применять при решении конкретных химических задач.