



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра органической химии

**ВЫПОЛНЕНИЕ И НАПИСАНИЕ КУРСОВОЙ  
РАБОТЫ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

*Методические указания для преподавателей и студентов*

кхн, доцент А.В. Иванов.

Под редакцией дхн, проф. Н. В. Лукашева

Москва

2022 г.

Курсовая работа по органической химии является итогом обучения студентов третьего курса методам практической работы в органической химии. Она служит для проверки различных областей работы — владения синтетическими методами органической химии, умения пользоваться поисковыми системами для нахождения литературных источников, правильной интерпретации аналитических, в частности, спектральных, данных, способности грамотно и связно излагать в письменной и устной форме проделанную работу и ее результаты.

Курсовая работа включает в себя три последовательные синтетические стадии. Желательно, чтобы все эти стадии, а также получающиеся на каждой из них вещества, были описаны в научной литературе или уже опробовались в лабораторной практике. Допускаются стадии, включающие в себя элементы исследовательской работы. Обычно подобные исследования возможны на последней стадии синтеза.

1. **Тема курсовой работы** определяется преподавателем. Студент может предложить синтетическую цепочку, если он находит себе руководителя и место работы, однако окончательное решение о месте проведения и теме работы принадлежит **преподавателю группы**, как человеку, несущему ответственность за обучение студента.

При выполнении работы в лаборатории факультета предполагаемый научный руководитель предоставляет преподавателю (лично или через студента) тему работы. Кроме того, ему необходимо привести схемы синтеза по каждой стадии. Очень желательно при этом приводить ссылки на имеющуюся по предлагаемой реакции (лучше, по конкретному соединению) научную литературу. Руководитель указывает также место проведения работы и занимаемую должность.

Как правило, студенты выполняют курсовые работы на кафедрах органической химии, медицинской химии и тонкого органического синтеза, а также на кафедре химии нефти и органического катализа. Это связано с тем,

что данные кафедры в силу специфики своей работы наиболее оборудованы и приспособлены для проведения органического синтеза. Поэтому при выполнении работ на других кафедрах (что бывает не часто, но встречается), таких, как кафедра физической химии, коллоидной химии, неорганической химии и т.д., желательно указать сотрудника одной из трех специализированных кафедр, курирующих данную работу.

Все студенты должны получить темы работ до конца февраля VI семестра обучения. К этому сроку преподаватели подают списки с темами курсовых работ и указанием руководителей и места выполнения заместителю заведующего кафедрой органической химии по учебной работе. Это позволяет уточнить наличие необходимых реактивов и оборудования для успешного выполнения работ, а также уточнить необходимые меры безопасности.

При выполнении работы в сторонней организации (в основном это институты РАН) необходимо выяснить наличие договора между конкретным институтом и Химическим факультетом, поскольку работа студентов МГУ на других экспериментальных площадках регламентируется этим договором. Для такой работы также обязательно наличие куратора из числа сотрудников Химического факультета. Поскольку каждый год нашей работы содержит различные изменения в правилах работы, необходимо уточнять, какие именно документы нужны для возможности выполнения работы студентом в другом институте. Подробности уточняются у заместителя декана по учебной работе. Эта задача возлагается на студента, его куратора и руководителя.

**2. Время выполнения курсовой работы** строго не регламентировано. Не рекомендуется выполнение работы в течение V семестра обучения студентов, поскольку их навыки работы в лаборатории к этому моменту еще не закреплены. Если работа будет выполняться в лаборатории, студент, по договоренности с руководителем, может приступать к ней сразу после согласования темы с преподавателем.

При выполнении работы в практикуме по органической химии, по согласованию с преподавателем и лаборантом, отдельные стадии работы могут выполняться параллельно с задачами практикума.

### **Содержание курсовой работы.**

Обязательное требование к содержанию курсовой работы — осуществление **трехстадийного** синтеза. Вещества, полученные на ранних стадиях, должны быть использованы при синтезе конечного соединения. Возможно увеличение числа стадий и включение их к курсовую работу по желанию студента и руководителя. При этом необходимо помнить, что увеличение числа стадий совершенно не обязательно приводит к росту оценки за работу.

Курсовая работа обычно включает в себя воспроизведение описанного ранее в оригинальной литературе синтеза какого-либо органического соединения. В тех случаях, когда студент активно работает в исследовательской лаборатории и его курсовая работа является частью его научной работы, стадии курсовой работы могут включать новые вещества, не описанные ранее в литературе. Возможно сочетание синтеза нового вещества и описанного в литературе, а также синтез веществ с целью их дальнейшего изучения, например, для физико-химических исследований, определения биологической или каталитической активности и т.д.

Обязательным также является требование того, чтобы вещества, полученные на каждой стадии, были охарактеризованы любыми методами, однозначно доказывающими его индивидуальность (для веществ, описанных в литературе, необходимо провести сравнение с литературными данными, т.е. указать  $T_{пл.}$ ,  $T_{кип.}$ , показатель преломления, спектральные характеристики, а для новых веществ необходимо доказать их строение и желательно выполнить элементный анализ). Возможно выполнение работы с использованием более сложных (в сравнении с обычными и традиционными) методов исследования и элементов экспериментальной техники. Следует,

однако заметить, что использование подобных методов, как правило, является не личной заслугой студента, а требует специально подготовленного человека (оператора аналитического прибора, инженера, обслуживающего автоклав или микроволновую печь и т.д.)

### **Оформление курсовой работы.**

При оформлении курсовой работы необходимо обращать внимание на требования, предъявляемые к написанию дипломных и диссертационных работ и научных статей по органической химии. Эти требования регламентированы (ГОСТ 7.32–2017, введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2018 г). Кроме него используется стандарт ГОСТ 2.105–95. Для оформления списка использованных источников и ссылок применяются ГОСТ Р 7.0.5–2008, ГОСТ 7.1–2003, ГОСТ 7.80–2000. (Источник: <https://zaochnik.ru/blog/standarty-oformlenija-kursovoj-raboty-po-gostu/>).

Шрифт для курсовой работы по госту должен быть не менее 12 пт. Стандартно рекомендуют Times New Roman. Согласно правилам оформления курсовой работы по ГОСТ межстрочный интервал должен быть равен 1,5. Каждая новая красная строка должна иметь отступ строки, равный 1,25 см. Весь основной текст выравнивается по ширине.

Курсовая работа должна включать следующие разделы:

титульный лист

оглавление

введение

литературный обзор

обсуждение результатов

экспериментальная часть

выводы

список литературы

приложения (по желанию автора).

При написании работы следует ориентироваться на читателя — квалифицированного химика, не являющегося специалистом в той узкой области науки, к которой относится тема курсовой работы.

В соответствии с этим читатель должен быть подготовлен к восприятию содержания работы с помощью информации, содержащейся во "Введении" и "Литературном обзоре".

### ***1. Титульный лист***

Титульный лист содержит следующие данные (сверху вниз в порядке перечисления):

1) Место выполнения работы — Химический факультет МГУ, Институт, где была выполнена работа, факультет и кафедра (если институт учебный), лаборатория

2) Полностью имя, отчество и фамилия автора работы

3) "Курсовая работа"

4) Название работы

5) Научный(е) руководитель(и) студента — должность, звание, фамилия, имя, отчество

6) Внизу страницы фраза: "Москва", год.

Образец оформления титульного листа приведен в приложении.

### ***2. Оглавление.***

Оглавление помещается сразу после титульного листа перед введением. При составлении оглавления необходимо указывать номера страниц каждого раздела — это облегчает чтение материала.

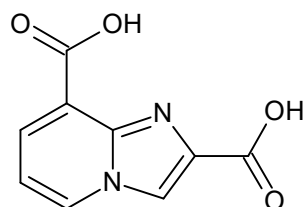
### **3. Введение.** (не более 1 стр.)

Автор должен кратко и четко сформулировать цели и содержание работы, указать, какими соображениями обоснован выбор темы работы, какое место она занимает в исследованиях лаборатории, где работа выполнена (указать институт, лабораторию, руководителя), и какое это имеет значение для той области науки, в рамках которой находится тема работы. Если есть данные, указать область применения получаемого или исследуемого соединения. Для удачного представления слушателям значимости выполненной работы рекомендуется исходить из того, что целью работы желательно представлять достигнутый результат, а не те глобальные проблемы, решение которых было предложено руководителем студенту в начале его научной деятельности и для достижения которой может потребоваться не один год. В крайнем случае можно кратко указать научную проблему, решаемую коллективом лаборатории, и **четко** сформулировать ту часть этой проблемы, которую в виде трех (четырёх, пяти...) стадий успешно решил автор работы.

### **4. Литературный обзор.**

Назначение "Литературного обзора" — дать читателю представление о тех знаниях, которые были накоплены мировой наукой в рассматриваемой области к моменту начала выполнения работы, подчеркнуть сомнительные места и кратко очертить нерешенные проблемы. Обзор может и должен учитывать специфику лаборатории, в которой выполняется работа. Так, наиболее простым путем написания обзора является сопоставление синтетических методов, используемых для получения промежуточных и целевого соединений, а также рассмотрение способов использования этих веществ в научной, технической, фармакологической и других областях. При этом приветствуется сравнительный анализ данных различных источников.

При составлении литературного обзора для исследовательской стадии необходимо рассмотреть методы синтеза, характерные аналитические детали и возможное применение для веществ, относящихся к тому же классу соединений. Например, при описании синтеза и свойств имидазо[1,2-а]пиридин-2,8-дикарбоновой кислоты (см. структуру):



Оказывается, что подобная структура не описана в научно-технической литературе, а встречается только метод получения диэтилового эфира соответствующей кислоты. Это соединение описано в единственном патенте (Takeda Chemical Industries, Ltd.US5498774, 1996, A). В то же время гидролиз, приводящий к дикислоте как исходному для получения диамидов, является тривиальной химической операцией. В подобных случаях можно рекомендовать в обзоре рассмотреть общие свойства и методы получения имидазо[1,2-а]пиридинов, способы гидролиза диэфиров карбоновых кислот и химические свойства таких кислот на примере 2,6-пиридиндикарбоновой кислоты и родственных соединений.

Желательно собрать и обобщить такой литературный материал, с помощью которого читатель смог бы получить ясное представление о состоянии знаний в области, более обширной, чем тема курсовой работы, и ясно увидеть те научные проблемы, на решение которых данная работа направлена. В "Литературном обзоре" должны быть рассмотрены описанные в литературе альтернативные пути решения задачи, составляющей предмет работы, с тем чтобы на этой основе в "Обсуждении результатов" могли быть ясно сформулированы мотивы, обусловившие выбор конкретного решения, использованного в работе. Распространенная ошибка состоит в том, что обзор, вместо обобщенного рассмотрения избранной темы, превращается в сумму мало связанных между собой аннотаций (рефератов) отдельных статей.



Помните, что каждая мысль в работе должна быть подкреплена соответствующей ссылкой на литературный источник либо на факт, обнаруженный автором работы ранее. Если ссылка отсутствует, читатель имеет право считать, что высказанное положение принадлежит автору курсовой работы. Будьте корректны по отношению к своим предшественникам!

### ***5. Обсуждение результатов.***

Обсуждение результатов — изложение экспериментальной работы, выполненной автором. В этом разделе следует снова и более развернуто сформулировать цели, поставленные в работе, и методы, применяемые для их достижения, обосновать выбор того и другого, базируясь на литературных данных, рассмотренных в "Обзоре". Далее нужно изложить содержание работы, обращая внимание на существенные и нетривиальные особенности того или иного этапа работы, указать на встретившиеся трудности и способы, с помощью которых их удалось преодолеть. Здесь же должна содержаться трактовка фактического материала, полученного автором, интерпретация спектров, анализ данных, на основании которых было проведено установление строения или идентификация полученных веществ. Здесь же следует привести указания на новизну того или иного результата, обсудить значение полученных результатов.

Предложенная форма обсуждения результатов относится как к работе, выполненной целиком по литературным данным, так и к исследовательской работе, в которой были получены не описанные ранее вещества. При этом следует помнить, что даже при тщательном повторении литературной методики автор вносит всегда какой-то элемент нового. Четкость и ясность Вашего изложения есть признак понимания собственной работы и ясности мыслей!

## ***6. Экспериментальная часть.***

Экспериментальная часть излагается в виде описания экспериментов, выполненных автором, и ни в коем случае не должна быть переписана из литературного источника. Необходимо указывать количества исходных веществ (в г или мл и в молях), выход веществ в г (или мл) и в %, все полученные константы ( $T_{пл.}$ ,  $T_{кип.}$ , удельное вращение, показатель преломления, данные элементного анализа, спектральные характеристики и т.д.). Если вещества описаны в литературе — приводить аналогичные литературные данные и при этом обязательно приводить ссылку. В описании эксперимента должны содержаться все сведения, необходимые для того, чтобы квалифицированный химик смог на их основе успешно воспроизвести описанные автором эксперименты. Следует помнить, что по существующей традиции многое в описании эксперимента воспринимается читателем "по умолчанию". Так, например, если в эксперименте нет указаний на методы очистки того или иного растворителя или реагента, то при этом подразумевается, что для воспроизводимости результатов можно использовать данный растворитель или реагент обычных реактивных кондиций. Но при этом желательно указывать источник реактива и его квалификацию. Например, толуол "Fluca", или конц.  $H_2SO_4$ , хч, "Реахим". В противном случае автор должен указать, как была проведена подготовка данного растворителя или реагента.

Необходимо четко уяснить себе различие функций разделов "Обсуждение результатов" и "Экспериментальная часть", и не путать одно с другим. "Экспериментальная часть" содержит только описание фактов (что сделано, что наблюдалось), а "Обсуждение результатов" излагает то, что автор по этому поводу думает. Так, например, в "Экспериментальной части" не идентифицируют вещество с заведомым образцом, а приводят лишь наблюдаемый факт — температуру плавления смешанной пробы вещества с заведомым образцом, тогда как в "Обсуждении результатов" делается вывод

об идентичности двух образцов, основанный на отсутствии депрессии температуры плавления. Аналогичная ситуация наблюдается в случае сравнения полученного вещества с образцом методом тонкослойной хроматографии. В экспериментальной части приводится система и Rf веществами стандарта, а в обсуждении результатов делается вывод об идентичности соединений.

### **7. Выводы.**

Выводы должны представлять краткое резюме, характеризующее несколькими фразами основное содержание работы и ее главные результаты. Этот раздел должен помочь читателю понять за несколько минут, что представляет собой данная работа.

### **8. Список литературы.**

При написании библиографии необходимо придерживаться требований, предъявляемых к оформлению литературных ссылок в научных журналах. Поскольку эти требования могут время от времени меняться, необходимо в качестве примера оформления ссылок использовать журналы текущего года. Однако необходимо помнить, что во всем списке следует придерживаться одной последовательности изложения библиографических данных. Ссылки на журналы необходимо указывать в сокращенном виде, как это принято в международном научном сообществе, например:

1. J.E.Mulvaney, D. Savage, J.Org.Chem., **1971**, v36, p2594.

2. А.Е.Агрономов, Ю.С.Шабаров, Лабораторные работы в органическом практикуме, М. “Химия”, 1974, стр.103.

3. H. Gilman, E.A.Zoellner, J.B.Dickey, J.Amer.Chem.Soc., **1929**, v51, p1576.

Названия статей указывать не следует. Если была использована в качестве ссылки какая-либо статья, но автор ее не читал, а ссылку на работу нашел в другой статье, необходимо после указания библиографических данных через

точку с запятой написать: "цитировано по ..." и далее указать ссылку, из которой данные были взяты (это может быть монография, обзор, оригинальная статья, реферативный журнал, справочное издание). Авторов и их инициалы указывать обязательно — использование фамилии автора без инициалов есть признак неуважения к обладателю этой фамилии, чего он, бедняга, никак не заслужил! Некорректно указывать ссылку без указания авторов. Также некорректно указывать в списке литературы только часть авторов статьи.

### ***9. Приложение.***

Приложение содержит, если в этом есть необходимость, спектры, графики, таблицы. Однако по желанию автора эти данные могут быть включены в текст работы в разделе "Обсуждение результатов".

Объем работы строго не регламентируется, но может быть рекомендован 18-20 страниц.

### **V. Критерии оценки курсовых работ.**

1. Техника эксперимента
2. Литературный обзор (оценивается умение собирать и обобщать литературные данные по теме работы)
3. Обсуждение результатов
4. Оформление работы
5. Доклад
6. Ответы на вопросы
7. Отзыв руководителя (устный, если руководитель присутствует на защите, или письменный если руководитель не может присутствовать лично).

**В случае, если работа не соответствует требованиям, сформулированным в настоящих разработках, оценка за курсовую работу может быть снижена вплоть до неудовлетворительной.**

## **VI. Задачи научного руководителя студента.**

Как уже отмечалось ранее, курсовая работа завершает прохождение практикума по органической химии и выполняется студентом либо в практикуме по органической химии под руководством преподавателя практикума, либо в научно-исследовательской лаборатории под руководством научного сотрудника лаборатории. В обоих случаях на время выполнения курсовой работы и преподаватель практикума, и сотрудник лаборатории выполняют двойную роль и преподавателя, и научного руководителя студента.

### **Научный руководитель курсовой работы должен:**

1. Предложить студенту тему курсовой работы, которая по содержанию и объему реально выполнима в отведенные учебным планом сроки.
2. Дать студенту общее представление о научном направлении, в рамках которого предстоит выполнить работу, и познакомить студента с основной литературой (монографиями, обзорами) в данной области.
3. Научить студента грамотно работать с оригинальной научной литературой.
4. Проконтролировать выполнение экспериментальной части работы и научить, если необходимо, новым методам работы.
5. Обсудить со студентами полученные результаты.
6. Проконтролировать написание студентом литературного обзора и изложения результатов эксперимента.
7. Объяснить студенту, что такое доклад, как он строится, и проверить составленный студентом доклад.

8. Желательно (по возможности) присутствовать на защите курсовой работы студента.

### Доклад

Перед началом подготовки доклада следует иметь ввиду, что на доклад отводится **не более 10 минут**. Для удобства докладчика и слушателей крайне желательно представлять материал в виде компьютерной презентации. Обычно для этого используется программа Power Point (файлы с расширением ppt или pptx). На случай несовместимости презентации с версией офисного пакета, стоящего на используемом при защите работ компьютером можно рекомендовать продублировать презентацию в формате pdf.

Четкость изложения способствует положительному восприятию работы. Доклад должен быть рассчитан на химиков-органиков, не работающих в данной области. Его следует начать с очень краткого (не более 1-1,5 мин) литературного введения и формулировки задачи, решаемой в докладываемой работе, краткого, но ясного обоснования выбора средств решения поставленной задачи, после чего изложить содержание работы, не увлекаясь экспериментальными подробностями (если они не имеют особого значения). Если те или иные соединения получены автором впервые, то об этом надо сказать и указать кратко, как было доказано их строение. Следует помнить, что числа и полные названия органических соединений плохо воспринимаются на слух.

Числовой материал надо приводить на слайдах (или в таблицах) и обязательно комментировать в докладе (ибо без комментариев демонстрировать его обычно не имеет смысла). Структурные формулы, в отличие от названий органических соединений, зрительно воспринимаются сразу, и потому такого рода иллюстративным материалом целесообразно пользоваться максимально широко. Следует привыкать активно пользоваться указкой и "вести" слушателя по схемам. При этом многие словесные описания

могут быть опущены, что экономит время и облегчает восприятие. Так, например, вместо фразы "2,3-диметил.....-5-он был введен в реакцию с магнийбромидом в эфире при комнатной температуре, в результате чего был получен .....-5-ол с выходом...%" лучше и быстрее сказать примерно так: "исходный кетон (указка показывает кетон на схеме) был превращен в третичный спирт" (указка показывает продукт, рядом на схеме написаны его выход и константы).

Студентам рекомендуется заранее отрепетировать или по крайней мере тщательно продумать тактику и технику словесного изложения и использования иллюстративного материала, и тщательно продумать содержание и графическую композицию демонстрируемых при докладе схем, постараться предугадать вопросы, которые могут быть ему заданы при защите, и подготовить ответы на них. Ответы на вопросы должны быть, по возможности, краткими, информативными и исчерпывающими.

Иллюстрации к докладу могут быть выполнены в виде графиков, схем реакций, структур соединений и т.п. В исключительных случаях можно пользоваться доской, что не всегда удобно для докладчика. Очень полезно план доклада (план содержания работы) представить слушателям на плакате или слайде. При изготовлении слайдов и файлов следует учитывать, что четкость и яркость изображения на компьютере не всегда соответствует такой же четкости на экране. Не следует увлекаться сочетанием темного фона файла и неяркого изображения структур, таблиц и т.д.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## 1. Пример оформления титульного листа курсовой работы.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Химический факультет  
*Кафедра медицинской химии и тонкого органического синтеза*  
*Лаборатория органического синтеза*



**Синтез 4,4'-[1,5-бис(3-метилфенил)-9-оксо-3,7-  
диазабицикло[3.3.1]нонан-3,7-диил]бис(4-  
оксобутановой кислоты)**

**Курсовая работа**  
**по органической химии**  
**студентки 305 группы**  
Салакшиной М.А.

**Научный руководитель:**  
к.х.н., доцент Сосонюк С.Е.

**Преподаватель:**  
к.х.н., доцент Иванов А.В.

**Москва 2020**



## 2. Образец оформления стадии в экспериментальной части работы.

### **Синтез 4-*трет*-бутилацетанилида.**

20,4 г (0.12 моль) *трет*-бутилацетофенона растворяли в 200 мл уксусной кислоты, содержащей 25 мл концентрированной серной кислоты, при температуре 60–70°C. При интенсивном перемешивании небольшими порциями вносили 11,7 г (0,18 моль) азидата натрия, избегая при этом слишком бурного выделения азота. После окончания прибавления азидата натрия, реакционную смесь желтого цвета перемешивали при тех же условиях еще 3 часа. Затем смесь вылили в 1,5 кг льда и дали нагреться до комнатной температуры. Выпавший белый осадок отфильтровывали, промывали водой, содержащей небольшое количество соды, и высушивали на воздухе. Получено 18,8 г (82,02 %).  $T_{пл} = 164-166^{\circ}\text{C}$ . (лит  $T_{пл} = 168-171^{\circ}\text{C}$  [24]). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CDCl}_3$ , 400 MHz):  $\delta$  ppm 1.32 (с, 9 H) 2.17 (с, 3 H) 6.61 (д,  $J=8.56$  Hz, 2 H) 7.25 (д,  $J=8.56$  Hz, 2 H), 7,56 (уш. с., 1H).