



**Кафедра физической химии**

Химический факультет МГУ

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

*Утверждено методической комиссией  
кафедры физической химии*

# **Курсовые работы по физической химии**

**(Методические рекомендации)**

доц., к.х.н. Голубина Е.В.

Москва  
2021

## Содержание

1. Тематика курсовой работы по физической химии .....	4
2. Структура курсовой работы по физической химии.....	6
3. Рекомендации по оформлению курсовой работы .....	9
4. Защита курсовой работы.....	10
5. Некоторые вопросы, которые могут возникнуть .....	12
Приложение А. Сведения о курсовой работе по физической химии:.....	16
Приложение Б. Пример оформления титульного листа:.....	17
Приложение В. Пример возможного стиля оформления списка литературы.....	18

## Важные даты

до  
**15**  
февраля

Согласовать с научным руководителем тему и предоставить своему преподавателю сведения о курсовой работе ([приложение А](#)).

за  
**3 дня**  
до защиты

Предоставить своему преподавателю:

- оформленную курсовую работу с подписями руководителя и автора;
- отзыв научного руководителя (с оценкой).

Курсовая работа по физической химии является частью учебного плана изучения курса «Физическая химия» и представляет собой проведенное студентом экспериментальное, расчетное или экспериментально-расчетное исследование в области физической химии. Целью выполнения курсовой работы является закрепление и углубление знаний, полученных при изучении курса «Физическая химия». Выполнение курсовой работы также направлено на подготовку студента к самостоятельной научно-исследовательской работе и получению навыков решения задач в области физической химии.

Целями выполнения курсовой работы являются:

- систематизация теоретических знаний по физической химии;
- формирование системного мышления, умения определять цели и задачи исследования;
- приобретение навыков ведения самостоятельной научно-исследовательской работы, в том числе поиск литературных данных, анализ информации, полученной в ходе опытов/расчетов, и применение знаний, приобретенных в ходе изучения курса физической химии;
- развитие логического мышления и умения аргументировать сделанные заключения и выводы.

## 1. Тематика курсовой работы по физической химии

Курсовая работа должна представлять собой небольшое законченное исследование в области, соответствующей разделу физической химии. Тема курсовой работы формулируется сотрудником или преподавателем, который будет осуществлять научное руководство работой студента. Решение всех вопросов, возникающих у студентов и научных руководителей, в том числе, связанных с распределением для выполнения курсовой работы, в первую очередь происходит с преподавателем группы.

При формулировании темы курсовой работы необходимо учитывать ее соответствие содержанию курса «Физическая химия», наличие доступных для студента литературных источников, возможность получения экспериментальных или расчетных данных в течение срока, выделенного на выполнение курсовой работы.

При выборе темы курсовой работы также важно учитывать собственные научные интересы студента, наличие исследований, проведенных студентом в рамках предыдущих курсовых работ и выполнения НИР. В то же время научному руководителю при планировании работы и постановке задач следует помнить, что курсовая работа должна представлять собой отдельное небольшое законченное исследование, и не следует включать в курсовую работу большое количество результатов, полученных студентом ранее. Также следует избегать дословного повторения тем работ, выполняемых студентами, особенно в рамках одной учебной группы. Схожие тематики курсовых работ допускаются при условии, что они будут отражать различные аспекты научной проблемы, а также при их выполнении будет использован несовпадающий практический материал.

**Перед началом выполнения работы студент должен согласовать тематику курсовой работы с преподавателем курса физической химии. Для этого необходимо предоставить преподавателю (не позднее 15 февраля) следующую информацию ([Приложение А](#)):**

- Предполагаемая тема курсовой работы по физической химии.
- ФИО, должность научного руководителя, а также контактные данные для связи с ним в случае необходимости.
- Название кафедры и лаборатории, в которой планируется выполнение работы.

- Аннотация работы, в которой отражены основные цели, задачи, объекты, методы и др., позволяющие оценить, насколько тематика работы соответствует курсу «Физическая химия».

Научный руководитель отвечает за своевременное выполнение всех этапов курсовой работы и соблюдение норм техники безопасности. **По окончании выполнения курсовой работы (не позднее 3 дней до защиты) руководитель должен предоставить объективный отзыв о работе студента, в котором обязательно должна быть указана рекомендуемая оценка за выполненную работу.**

## 2. Структура курсовой работы по физической химии

При написании курсовой работы рекомендуется придерживаться классической последовательности изложения материала научной работы:

- Титульный лист
- Содержание
- Введение
- Обзор литературы
- Экспериментальная часть (или Расчетная часть)
- Результаты и их обсуждение
- Заключение
- Выводы (или Основные результаты и выводы)
- Список литературы

В зависимости от особенностей конкретной курсовой работы ее структура может быть частично изменена. Текст курсовой работы и последовательность изложения должны соответствовать теме и раскрывать ее.

**Объем курсовой работы составляет примерно 20–30 страниц формата А4 (односторонняя печать).**

1. На *титульном листе* должны быть указаны: место, где выполнена курсовая работа (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра, лаборатория), тема курсовой работы, номер группы и фамилия, имя, отчество студента полностью, научный руководитель курсовой работы – Фамилия И. О., должность и ученая степень, преподаватель курса «Физическая химия» – Фамилия И. О., должность и ученая степень. Образец рекомендуемого оформления титульного листа представлен в [Приложении Б](#).

На титульном листе должна стоять подпись научного руководителя.

2. *Содержание* работы включает перечень основных разделов работы с указанием страниц.

3. Во *Введении* необходимо отразить актуальность выбранной темы, современное состояние работ в этой области, объект и предмет исследования, а также цель исследования. Раздел «Введение» должен быть кратким.

В конце раздела необходимо привести перечень ключевых слов, включающий до 10 слов или словосочетаний, которые раскрывают сущность работы и показывают, к какому разделу физической химии относится тема работы. Ключевые слова приводятся в именительном падеже в строку через запятые.

4. *Обзор литературы* должен содержать систематизированный в логической последовательности обзор имеющихся в научной литературе сведений по теме работы и отражать степень изученности проблемы. Цитируемая литература должна состоять преимущественно из научных публикаций, а не учебников, а также только из тех источников, которые изучены студентом лично. При описании результатов исследований различных авторов важно соблюдать единство терминологии.

Обзор литературы должен содержать не просто формальное изложение известных фактов, но и систематизацию, обобщение, критический анализ материала.

Данная глава должна составлять не менее 1/3 от общего объема всей работы, но не более половины. Доля раздела «Обзор литературы» может быть увеличена, если тематика курсовой работы подразумевает сбор и анализ опубликованных в литературе сведений.

5. *Экспериментальная часть (или Расчетная часть)* включает описание основных этапов проведенного студентом исследования. Если в работе использовали методику, ранее описанную в литературе, то необходимо указать ссылку на литературный источник и пояснить, если какие-либо стадии и условия были изменены.

Экспериментальную часть следует писать в прошедшем времени от первого лица множественного числа (кипятили, высушивали и т. п.). При описании стандартной методики возможно использование настоящего времени (кипятят, добавляют и т. п.).

6. Глава *Результаты и их обсуждение* является основным разделом курсовой работы. При необходимости, в зависимости от специфики конкретной работы, ее можно разбить на две части: Результаты и Обсуждение результатов. В этой главе автор приводит полученные в ходе выполнения курсовой работы результаты, их анализ и соотнесение с известными литературными данными. Также проводит выявление возможных закономерностей, подтверждение или опровержение ранее высказанных предположений и т. п. При анализе данных необходимо четко разделять собственные результаты и привлекаемые результаты из литературных источников. Все величины, имеющие размерность, должны быть приведены с ее указанием. Численные результаты должны содержать оценку погрешности.

Для более наглядного представления результатов и облегчения следования логике обсуждения следует продумать сведение данных в рисунки

и таблицы. Приведение результатов в виде «снимка экрана» крайне нежелательно.

7. Если необходимо, то можно добавить раздел *Заключение*, в котором провести обобщение основных, наиболее существенных результатов. Наличие этого раздела в тексте работы не является обязательным.

8. Раздел *Выводы* (или *Основные результаты и выводы*) подводит итог проделанной работе. Выводы, сформулированные в виде кратких тезисов, должны отражать основные полученные результаты, а не просто констатировать факт проведения работы.

**После выводов должна стоять подпись автора курсовой работы.**

9. *Список литературы* оформляется в виде списка цитируемых публикаций в порядке их упоминания в тексте. Обязательно должны быть указаны ссылки как на печатные источники (книги, журналы и т. д.), так и на электронные ресурсы (электронные публикации, сайты, электронные базы данных и т. д.). Номер публикации в тексте работы указывается в квадратных скобках (например, [3]). Весь список литературы должен быть выполнен в едином стиле. Пример одного из возможных стилей оформления списка литературы представлен в [Приложении В](#).

10. Только в случае особой необходимости важные дополнительные материалы можно вынести в *Приложение*. Этот раздел не является обязательным и его настоятельно рекомендуется избегать в курсовой работе.

11. Если в работе используется более пяти не общепринятых аббревиатур или сокращений, то их можно вынести в раздел *Список сокращений и условных обозначений*. Этот раздел не является обязательным. В случае, если используемых сокращений мало или они являются общепринятыми, то выносить их в отдельный список не нужно, достаточно привести расшифровку при первом упоминании в тексте. Список сокращений и условных обозначений располагают между содержанием и введением либо после списка литературы.

### 3. Рекомендации по оформлению курсовой работы

Весь текст курсовой работы должен быть оформлен в едином стиле. Размер шрифта, подписи, линии на иллюстрациях и другие параметры текста необходимо выбирать таким образом, чтобы чтение курсовой работы не вызывало затруднений.

Ниже приведены некоторые рекомендации для оформления работы:

*Формат*: на одной стороне листа белой бумаги размера А4 (210×297 мм).

Размер *шрифта* — 12 pt гарнитуры Times New Roman (или другой отчетливо читаемой), через полуторный межстрочный интервал, выравнивание текста «по ширине».

*Поля*: верхнее — 3 см, нижнее — 2 см, левое — 2 см, правое — 1 см.

*Номера страниц* ставятся в центре или с краю нижней части листа арабскими цифрами без точки. Нумерация страниц должна быть сквозная по всему тексту курсовой работы (включая приложение). На титульном листе номер страницы не ставится.

*Разделы, подразделы, пункты и подпункты* обозначаются сквозной нумерацией в едином стиле. Точку в конце заголовка не ставят. Рекомендуется начинать раздел с новой страницы.

*Приложения* нумеруются прописными буквами русского алфавита, начиная с А (за исключением букв Е, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь), по мере их упоминания в тексте курсовой работы.

*Иллюстрации и таблицы* вставляют в текст курсовой работы в порядке их обсуждения в тексте. Все таблицы и рисунки должны иметь последовательную нумерацию и подписи, отражающие содержание. Используемые в таблице или на рисунке обозначения должны быть пояснены в подписи. Заимствованные из работ других авторов рисунки и таблицы должны содержать ссылки на литературные источники.

## 4. Защита курсовой работы

Для допуска к защите курсовой работы **не позднее чем за 3 дня до назначенной даты** студент должен предоставить преподавателю курса «Физическая химия»:

- оформленную курсовую работу с подписями руководителя на титульном листе и студента, выполнившего работу, под выводами;
- отзыв научного руководителя с оценкой работы студента в ходе выполнения курсовой работы.

**Отсутствие оформленной работы или отзыва руководителя является основанием для недопуска работы к защите. Вопрос о переносе даты защиты решает преподаватель курса «Физическая химия».**

Защита курсовой работы проходит в виде выступления студента с докладом, который раскрывает тематику, ход и результаты выполненной работы. Доклад (5–7 мин) сопровождается демонстрацией презентации. Непосредственно после доклада студент отвечает на вопросы студентов и преподавателей. В ответах на вопросы студент должен показать: (1) владение материалом и понимание темы работы; (2) способность грамотно обосновать и объяснить этапы исследования и полученные результаты; (3) умение привлекать и обобщать теоретические знания, материал обзора литературы и полученные результаты для ответа на вопросы по курсовой работе.

Если на защите курсовой работы присутствует научный руководитель, то он в своем выступлении дает общую краткую характеристику и оценку работе студента при выполнении работы. В случае отсутствия научного руководителя его отзыв зачитывает преподаватель.

Решение об оценке принимается комиссией, в которую входят преподаватели курса «Физическая химия». Итоговая оценка за курсовую работу выставляется на основании суммарного мнения комиссии с учетом следующих показателей:

- оформление курсовой работы и представленного доклада (язык, стиль и грамматический уровень и др.);
- доклад (язык, стиль, логичность изложения материала в докладе и др.);
- ответы на вопросы (понимание теоретических и практических аспектов работы, умение высказать предположения на основании обобщения полученных результатов и литературных данных, степень владения материалом и др.);
- оценка научного руководителя.

**Итоговая оценка выставляется преподавателем в ведомость по дисциплине «Курсовая работа по физической химии».**

По результатам заслушанных выступлений студентов комиссия может выдвинуть наиболее выделяющиеся работы для участия в конкурсе курсовых работ по физической химии. Итоги конкурса подводят после окончания экзаменационной сессии, а награждение победителей — на одном из заседаний кафедры физической химии в начале следующего учебного семестра.

## 5. Некоторые вопросы, которые могут возникнуть

### **Обязательно ли в работе должны присутствовать разделы, перечисленные в разделе 2?**

В разделе 2 приведена примерная структура курсовой работы. Основные разделы («Введение», «Содержание», «Обзор литературы», «Выводы (Результаты и выводы)» и «Список литературы») должны присутствовать в тексте работы. Другие разделы можно изменить или добавить новые в зависимости от специфики конкретной курсовой работы. Например, если в ходе выполнения курсовой работы проводили теоретические расчеты, то раздел «Экспериментальная часть» лучше заменить на «Расчетная часть». Главное, чтобы все части работы отражали логику выполненной работы.

### **В чем различие написания курсовой работы в случае, если разделить «Результаты и их обсуждение» на два отдельных «Результаты» и «Обсуждение»?**

Выбор формы представления и анализа полученных результатов полностью определяется автором работы. Текст работы должен быть последовательным, логичным и понятным читателю. В зависимости от количества, типа и других особенностей полученных результатов возможно два общепринятых в научной литературе способа.

В разделе «Результаты и их обсуждение» данные представляются в выбранном автором порядке. Приводится описание полученных результатов и одновременно проводится их обсуждение. В этом случае при обсуждении каждой последующей группы результатов используют уже рассмотренные в этом разделе экспериментальные/расчетные данные и выявленные зависимости. При таком способе изложения материала к концу раздела общие закономерности логично вытекают из представленного обсуждения.

При разделении разделов «Результаты» и «Обсуждение» представление полученных данных и их обсуждение проводят отдельно. Сначала в разделе «Результаты» следует объективно, систематизировано и лаконично представить данные, полученные в ходе работы. Затем в разделе «Обсуждение» проводят объяснение, обсуждение и интерпретацию результатов.

### **Что включить в «Экспериментальную часть»?**

В раздел «Экспериментальная часть» следует включить только конкретные методики и описания, которые имеют непосредственное отно-

шение к выполненной работе. Этот раздел должен быть кратким. Если использованы стандартные или ранее опубликованные методики, то можно указать ссылки на литературные источники. В этом разделе следует указать характеристики использованных реактивов, а также привести все необходимые сведения об использованном программном обеспечении. Важно помнить, что некоторые программные комплексы/пакеты для расчетов и обработки данных, даже если и являются бесплатными, требуют литературной ссылки.

### **Как вставить и пронумеровать математические и химические уравнения?**

Требования ГОСТ позволяют пронумеровать не все уравнения и формулы, а только важные, которые в дальнейшем используются при обсуждении или расчетах и требуют ссылки в тексте. Поскольку объем курсовой работы невелик, то при оформлении рекомендуется пронумеровать все уравнения и формулы. Для порядковой нумерации математических формул используют арабские цифры. Номер размещают в круглых скобках в правой части строки.

Уравнения обычно выделяют в отдельную строку по центру, а номер уравнения выравнивается по правому краю страницы. Если в строке не хватает места для номера, то разрешается указать его чуть ниже, на уровне следующей строки. Нумерация химических формул дается римскими цифрами, помещенными в круглые скобки.

Уравнения следует приводить на отдельной строке. Если уравнение не помещается в одну строку, то в этом случае часть уравнения можно перенести на другую строку. В этом случае перенос уравнений проводят после знаков равенства «=», умножения «×» и других знаков, повторяя их на новой строке. Перенесенную часть желательно располагать с небольшим сдвигом вправо.

При наборе рекомендуется использовать редакторы формул, что позволит избежать некорректного отображения уравнений в тексте. Также важно следить за соотношениями размеров знаков, интервалов, пробелов и индексов. Формула должна четко и однозначно читаться.

Расшифровка символов уравнения приводится за формулой, после которой ставится запятая, а на следующей строке, без абзацных отступов пишут слово «где» (двоеточие за ним не ставится) и последующие разъяснения.

### **Как правильно вставить схемы химических превращений и химические формулы?**

Химические соединения для дальнейшего облегчения изложения работы можно пронумеровать или ввести соответствующие сокращения, которые указываются в круглых скобках около соответствующей формулы. При выборе обозначений важно избежать путаницы с нумерацией математических формул и уравнений химических реакций, если они встречаются в работе. Далее в тексте указываются ссылки на это соединение также в круглых скобках.

Схемы химических превращений, механизмы реакций и др. относятся к иллюстративному материалу, поэтому приводятся на рисунках с соответствующими подписями.

### **Какие единицы использовать для обозначения размерностей величин?**

Для указания в тексте работы размерностей величин возможно использование международной системы единиц (СИ). Наравне с единицами СИ допускается использование внесистемных единиц. Нежелательно применять устаревшие наименования физических величин, даже если они встречаются в изданиях и публикациях, цитируемых в работе.

Обязательным условием является единообразие используемых размерностей величин по всему тексту курсовой работы. Так, например, если в тексте используются градусы Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ), то все значения температуры должны быть пересчитаны в эту единицу измерения, независимо от того, в каких единицах измерения они были получены.

### **Как правильно оформить таблицы и рисунки?**

Иллюстрации и таблицы вставляют в текст курсовой работы сразу после того абзаца, в котором они впервые упоминаются, в порядке их обсуждения. Возможно также размещение рисунков и таблиц на отдельных листах. Все таблицы и все рисунки должны иметь сквозную нумерацию. Если используется раздельная нумерация в пределах каждого раздела, то номер таблицы и рисунка должен содержать номер раздела и порядковый номер в пределах данного раздела работы, разделенные точкой (например, Рисунок 1.5). Номер Таблицы ставится в правом углу, название прописывается в середине строчки. Номер и название Рисунка приводится под соответствующей иллюстрацией. Название и соответствующие рису-

нок или таблица должны быть приведены на одной странице. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на следующую страницу. В этом случае слово «Таблица», ее номер и наименование указывают один раз над первой частью таблицы, а над другими частями справа пишут «продолжение таблицы» с указанием ее номера. Все рисунки и таблицы должны иметь подписи, отражающие содержание. Использованные в таблице или на рисунке обозначения должны быть пояснены в подписи. Если в пределах одного рисунка располагается несколько иллюстраций, то каждую необходимо обозначить буквой русского алфавита, а в подписи рисунка должно быть приведено краткое описание каждой иллюстрации. Заимствованные из работ других авторов рисунки и таблицы должны содержать ссылки на литературные источники.



## Приложение А. Сведения о курсовой работе по физической химии:

### Сведения о курсовой работе по физической химии:

1. ФИО студента, номер группы:

2. Предполагаемая тема курсовой работы:

3. Научный руководитель:

ФИО, должность, контакты,  
по которым преподаватель  
может связаться  
с руководителем

4. Место выполнения работы:

Кафедра, лаборатория,  
организация (если студент  
выполняет работу не в МГУ)

5. Аннотация работы:

Краткое описание  
планируемой работы,  
позволяющее оценить  
соответствие темы  
какой-либо области  
физической химии

6. Преподаватель:

ФИО, должность, контакты

Подпись научного руководителя: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

## Приложение Б. Пример оформления титульного листа:

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Химический факультет

Кафедра физической химии

Лаборатория катализа и газовой электрохимии

### Влияние температуры прокаливания $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ на каталитическую активность в реакции гидродеchlorирования

Курсовая работа по физической химии

студента 401 группы

Иванова Ивана Ивановича

Научный руководитель:

с.н.с., к.х.н. Петров Петр Петрович

Преподаватель:

с.н.с., к.х.н. Петров Петр Петрович

Москва

2021

## **Приложение В. Пример возможного стиля оформления списка литературы**

### **Публикации в научных периодических изданиях:**

1. Голубина Е.В., Локтева Е.С., Кавалерская Н.Е., Маслаков К.И., Влияние температуры прокаливания на эффективность Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в реакции гидродехлорирования. // Кинетика и катализ. 2020. Т. 61. № 3. С. 410–427.
2. Golubina E.V., Kachevsky S.A., Lokteva E.S., Lunin V.V., Canton P., Tundo P. TEM and XRD investigation of Pd on ultradispersed diamond, correlation with catalytic activity. // Mendeleev Comm. 2009. V. 19. P. 133–135.

### **Учебная литература и монографии:**

1. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 2011. 320 с.
2. Херинг Р. Хелатообразующие ионообменники. (Пер. с нем. В.А. Баранова: Под ред. В.А. Каргина и С.Л. Давыдовой). М.: Мир, 1971. 279 с.
3. Физическая химия. В 2-х кн. Кн.1: Строение вещества. Термодинамика/ под ред. К.С. Краснова. – 3-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 2001. 512 с.

### **Справочная литература:**

1. Справочник химика. (Под ред. Б.П. Никольского). Том III . Л.: Химия. 1965. 1005 с.
2. Handbook of Physical Quantities. (Edited by I.S. Grigoriev and E.Z. Meilikhov). Boca Raton. CRC-Press. 1997. 1568 p.

### **Диссертационные работы:**

1. Хамизов Р.Х. Физико-химические основы освоения минеральных ресурсов вод океана. Дисс. докт. хим. наук. Москва. ГЕОХИ РАН. 1998. 355 с.

### **Патенты и авторские свидетельства:**

1. Хамизов Р.Х., Фокина О.В., Иванов В.А., Горшков В.И. Способ извлечения брома из морской воды. Авт. свидетельство № 1728133, приор. 12.04.90. Бюлл.изобр. №15, 1992.

### **Тезисы докладов конференций:**

1. Noguerol J., Muraviev D., Valiente M. Separation and concentration of calcium and magnesium from sea water on carboxylic resin with temperature induced selectivity. // V Spanish-Italian and Mediterranean Basin Congress (SIMEC'94). Thermodynamics of Metal Complexes and Molecular Recognition. S'Agaro, Spain, June 7–10, 1994. P. 8.