

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«МИРЭА – Российский технологический университет»**

РТУ МИРЭА

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

# по дисциплине «Металлокомплексный катализ»

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

# 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

#  "Зеленая химия и катализ"

**КВАЛИФИКАЦИЯ ВЫПУСКНИКА**

**СПЕЦИАЛИСТ**

# Москва 2023

**Содержание**

Введение

1. Основные положения
	1. Цели и задачи лабораторной работы
	2. Выполнение лабораторной работы
	3. Руководство лабораторной работой
2. Содержание лабораторных работ
3. Требования к оформлению лабораторной работы
4. Порядок защиты и критерии оценки лабораторной работы

# ВВЕДЕНИЕ

Выполнение лабораторных работ (ЛР) является одной из основных форм работы студентов на кафедре общей химической технологии. Настоящие методические указания посвящены вопросам методики выполнения и оформления лабораторных работ по дисциплине

«Металлокомплексный катализ» и предназначены для студентов специалитета, обучающихся по направлению 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия», специальность "Зеленая химия и катализ".

Методические указания содержат следующие разделы: основные положения, содержание лабораторных работ, требования к оформлению работ, порядок защиты и критерии оценки лабораторной работы.

Методические указания необходимы студенту для понимания предназначения лабораторной работы и предъявляемых требований к ее структуре, содержанию, объему и оформлению. Лабораторная работа выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее выполнения студент развивает навыки, необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности, закрепляя и расширяя знания, полученные при освоении программы специалитета. При выполнении лабораторной работы студент должен показать свое умение работать с компьютерными программами моделирования, специальными литературными источниками, анализировать и систематизировать фактический материал, самостоятельно и творчески его осмысливать.

Лабораторная работа, оформленная в соответствии с предъявляемыми к ней требованиям, дает возможность студенту приобрести полезные навыки, необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности.

# Основные положения

* 1. **Цели и задачи лабораторной работы**

Основной целью выполнения ЛР в структуре ОП специалитета является формирование и закрепление компетенций путём практического использования знаний, умений и навыков, полученных в рамках теоретического обучения, а также выработка самостоятельного творческого подхода к решению конкретных профессиональных задач.

ЛР по дисциплине «Металлокомплексный катализ» нацелена на подготовку специалистов к самостоятельному выполнению исследовательской работы, овладение начальными навыками этой работы, развитие их творческого потенциала. Дисциплина «Металлокомплексный катализ» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся профессиональной (ПК-1) компетенции в соответствии с ФГОС ВО 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия». Вид деятельности – научно-исследовательский. Дисциплина обеспечивает формирование и закрепление указанных компетенций с учетом специфики программы "Зеленая химия и катализ".

В связи с вышесказанным, выполнение ЛР представляет собой практическую работу, целью которой является развитие творческих навыков, в том числе в области научно-исследовательской деятельности, по профилю выпускающей кафедры общей химической технологии, а также детальное изучение вопросов, связанных с дисциплиной «Металлокомплексный катализ». ЛР имеет прикладной характер и затрагивает как частные, так и общие положения физического анализа, связанные с избранным видом профессиональной деятельности.

Основными задачами лабораторной работы по дисциплине

«Металлокомплексный катализ» являются:

* овладение специалистами первичными навыками выполнения лабораторных работ;
* развитие индивидуальных творческих способностей студента;
* усвоение методов практической аналитической работы: составление лабораторного практикума и отчета по работе.

В процессе выполнения ЛР специалист должен приобретать умение вести исследование – подбирать, анализировать, обобщать материал, системно излагать его научным стилем, обосновывать выводы, оформлять работу. Лабораторные работы последовательно готовят выпускника, наращивая владение элементами исследовательской работы.

В соответствии с целью и задачами назначение лабораторной работы по дисциплине «Металлокомплексный катализ» в учебном процессе конкретизируются в процессе приобретения студентами следующих знаний, умений и навыков:

* работы с литературными источниками: использование научно-технической и справочной литературы, материалов нормативных документов;
* разработки плана отчета ЛР;
* понимания структуры лабораторной работы
* научного и делового стиля изложения материалов работы;
* редакторского оформления работы в соответствии с установленными требованиями;

В ходе работы студент не только должен выполнить предложенную работу, но и показать своё отношение к ней, продемонстрировать осознанность выбора своей будущей профессиональной деятельности.

# Выполнение лабораторной работы

ЛР выполняется самостоятельно каждым студентом по вариантам, выданным преподавателем. Распределение студентов по вариантам, условия проведения расчета, особенности составления отчета по лабораторной определяется преподавателем.

# Руководство лабораторной работой

Руководителем ЛР, как правило, является преподаватель, ведущий данную дисциплину. Руководителем также может быть преподаватель, ведущий практические занятия или иной преподаватель соответствующей кафедры. В обязанности руководителя ЛР входит:

* разработка задания на ЛР;
* конкретика требований к содержанию и объему ЛР на основе методических указаний, разработанных на кафедре и доведение их до сведения студентов при выдаче заданий на лабораторную работу;
* определение основных направления деятельности студентов по выполнению ЛР в соответствии с заданиями;
* осуществление контроля за процессом выполнения и консультирование студента по вопросам выполнения ЛР.

# Требования к структуре и содержанию лабораторной работы

# 2.1. Структура лабораторной работы

ЛР может выполняться как в отдельной тетради, так и на листах формата

А4.

ЛР как письменная теоретическая работа должна иметь следующую

структуру:

* наименование ЛР;
* краткое описание цели, задачи, основного содержания ЛР, графиков и таблиц;
* задание на выполнение ЛР;
* представление результатов расчета параметров, необходимых для защиты ЛР.
* выводы по работе.

В ЛР по усмотрению руководителя могут быть включены и другие разделы:

* дополнительные ответы на вопросы по ЛР.

Общий подбор литературы по тематике ЛР осуществляется студентом самостоятельно. В обязанности руководителя входит определение наиболее важных источников, которые обязательно должны быть использованы при выполнении ЛР. Студенту должно быть рекомендовано использовать все источники информации: научно-технические библиотеки, электронно-библиотечные системы и Интернет. Студент обязательно должен использовать в том числе и источники, изданные за последние пять лет.

# Содержание лабораторных работ

ЛР должна соответствовать следующим требованиям:

* соответствовать по форме установленной структуре, а по содержанию - заданию на ее выполнение;
* быть выполненной на достаточном теоретическом уровне; - основываться на результатах самостоятельной работы;
* иметь обязательные самостоятельные выводы в заключении.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. ГОМОГЕННЫЙ И ГЕТЕРОГЕННЫЙ

КАТАЛИЗ

**Цель работы**: изучить понятия «катализатор», «катализ», «катализ гомогенный и гетерогенный».

**Задание**: провести каталитическое разложение пероксида водорода. Выполнить требования к результатам опытов, оформить отчет, решить задачу.

## Теоретическое введение

**Катализаторами** называются *вещества, увеличивающие скорость химических реакций, но сами остающиеся после нее химически неизменными. Явление изменения скорости реакции под воздействием катализаторов* называется **катализом.**

Катализатор бывает гомогенный и гетерогенный*. Если катализатор и реагирующие вещества находятся в одном фазовом состоянии*, *то катализ* называют **гомогенным.** Механизм гомогенного катализа объясняется возникновением при участии катализатора нестойких промежуточных соединений. При этом энергия активации понижается и активными становятся молекулы, энергия которых была недостаточна для осуществления реакции без катализатора. Например, реакция

2SO2 (г) + O2 (г) → 2SO3 (г)

протекает с малой скоростью. Для увеличения скорости реакцию проводят в присутствии катализатора NO, который с одним из реагентов, а именно с О2, образует нестойкое промежуточное соединение NO2, взаимодействующее в свою очередь с другим реагентом SO2:

О2 (г) + 2NO (г) → 2NO2 (г)

2NO2 (г) + 2SO2 (г) → 2SO3 (г) + 2NO (г) О2 (г) + 2SO2 (г) → 2SO3 (г).

Как видим, в суммарное уравнение реакции катализатор не входит, т.е. в результате реакции он не испытывает химическое превращение.

*Если катализатор и взаимодействующие вещества находятся в разных фазовых состояниях, т. е. имеют границу раздела*, *то катализ* называют **гетерогенным**. В этом случае катализаторами обычно являются твердые вещества, на поверхности которых реагируют жидкости или газы. Суммарная скорость реакции на твердом катализаторе зависит от площади его поверхности, поэтому для ускорения реакции применяют катализаторы с развитой поверхностью: тонко измельченные порошки или подложки (пористые угли, силикаты) с нанесенным тонким слоем катализатора.

Гетерогенные каталитические реакции начинаются со стадии адсорбции, в результате которой разрываются или ослабляются химические связи в молекулах реагирующих веществ, и молекулы становятся активными.

## Выполнение работы

***Опыт 1.*** *Гомогенный катализ. Каталитическое ускорение реакции разложения пероксида водорода*

Налить в пробирку 10 мл 30 %-го раствора (по массе) пероксида водорода. Опустить в пробирку, не касаясь раствора, тлеющую лучинку. Объяснить, почему она не вспыхивает.

В коническую колбу налить 10 мл 0,01 *М* раствора молибдата натрия Na2MoO4 и затем постепенно прилить 10 мл пероксида водорода. Наблюдать изменение окраски раствора и выделение пузырьков газа. Для завершения реакции смесь слегка нагреть и при помощи тлеющей лучинки убедиться в наличии кислорода в колбе.

*Требования к результату опыта*

* + 1. Объяснить наблюдения, приняв во внимание следующие реакции между молибдатом натрия и пероксидом водорода:

4H2O2 + Na2MoO4 → Na2MoO8 + 4H2O Na2MoO8 → Na2MoO4 + 2O2 2H2O2 → 2H2O + O2.

* + 1. Объяснить роль молибдата натрия.

***Опыт 2****. Гетерогенный катализ. Каталитическое действие диоксида марганца на разложение пероксида водорода*

Налить в пробирку 1–2 мл 30 %-го (по массе) раствора пероксида водорода. С помощи тлеющей лучинки убедиться в отсутствии кислорода.

Внести в раствор на кончике шпателя диоксид марганца. Что наблюдается? Убедиться с помощью тлеющей лучинки в наличии кислорода.

*Требование к результату опыта*

1. Написать уравнение реакции разложения пероксида водорода.
2. Объяснить, почему катализатор увеличивает скорость реакции.

# Контрольные вопросы

1. Каково влияние природы растворителя (полярность) на скорость реакции? Можно ли считать, что растворитель в зависимости от природы обладает каталитическим или ингибирующим действием?
2. Обычно, чем полярнее растворитель, тем сильнее ослабляются связи в реагирующих молекулах и тем выше становится их реакционная способность. В каком растворителе реакции проходят быстрее? Имеются ли исключения из этого правила?
3. Перечислить причины ускорения реакции гетерогенным катализатором.
4. Способствует ли повышение температуры первому этапу гетерогенного катализа – адсорбции молекул реагирующих веществ на поверхности твердого катализатора?

# Требования к оформлению лабораторной работы

ЛР представляется преподавателю в виде оформленного лабораторного журнала (в тетради или на скрепленных листах).

# Порядок защиты и критерии оценки лабораторной работы

Аттестация студентов по результатам выполнения ЛР должна быть проведена до начала экзаменационной сессии, как правило, в последнюю неделю семестра по расписанию.

Законченная ЛР, оформленная в соответствие с методическими указаниями, представляется руководителю на проверку. Содержание проверки заключается в определении степени достижения поставленных целей, раскрытия темы ЛР и достоверности полученных результатов в соответствии с заданием.

*Процедура защиты ЛР*

Защита ЛР состоит в коротком докладе студента (как правило, 3-4 минут) по основным экспериментальным результатам ЛР и в ответах на

вопросы по существу ЛР. Задаваемые вопросы могут относиться к ЛР, а также к курсу «Металлокомплексный катализ» с тематикой по конкретной ЛР.

При защите студент должен продемонстрировать уровень сформированности компетенций, предусмотренных для закрепления данной ЛР в соответствии с рабочей программой дисциплины, ответить на вопросы по теме ЛР. При оценке ЛР учитывается качество устного ответа студента, проработки темы, умение обосновать собственное мнение по вопросам ЛР, качество анализа фактического материала, полученные выводы по работе.

Оценка за ЛР выставляется в соответствии с показателями и критериями оценивания компетенции и используемыми шкалами оценивания, приведенными в соответствующем разделе дисциплины.

Студентам, получившим неудовлетворительную оценку за выполнение ЛР, определяется новый срок для ее выполнения и защиты. Студент, не представивший в установленный срок законченную ЛР или не защитивший ее, не допускается к сдаче экзамена по дисциплине и считается имеющим академическую задолженность.