

№ 68

С.В. Стаханова  
Н.В. Свириденкова  
А.Т. Калашник  
О.П. Чернова

# **Органическая химия**

Лабораторный практикум

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

№ 68

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Кафедра общей и неорганической химии

С.В. Стаханова

Н.В. Свириденкова

А.Т. Калашник

О.П. Чернова

## **Органическая химия**

Лабораторный практикум

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета

УДК 547  
О-64

Рецензент  
канд. техн. наук, доц. *В.А. Игнаткина*

**Органическая химия:** Лаб. практикум / С.В. Стаханова,  
О-64 Н.В. Свириденкова, А.Т. Калашник, О.П. Чернова. – М.: Изд.  
Дом МИСиС, 2009. – 96 с.

В практикуме приведены лабораторные работы по курсу органической химии в соответствии с программой курса по данной дисциплине. Даны основные правила техники безопасности при работе с органическими веществами и первой помощи при несчастных случаях.

Для студентов, специализирующихся в области обогащения и металлургии руд цветных металлов, нанотехнологии (материаловедения), безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды (130405, 210602, 150102, 280101, 280202).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	4
Правила техники безопасности при работе в лаборатории и первая помощь при несчастных случаях .....	7
I. ВЫДЕЛЕНИЕ, ОЧИСТКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.....	10
Лабораторная работа 1. Выделение и очистка органических соединений методами перекристаллизации и возгонки .....	10
Лабораторная работа 2. Разделение жидких смесей органических веществ методом перегонки .....	19
Лабораторная работа 3. Разделение и очистка органических веществ методом твердофазной экстракции .....	24
II. СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ .....	30
Лабораторная работа 4. Алифатические и ароматические углеводороды.....	30
Лабораторная работа 5. Спирты и фенолы.....	38
Лабораторная работа 6. Карбонильные соединения .....	46
Лабораторная работа 7. Карбоновые кислоты и их производные .....	51
Лабораторная работа 8. Азотсодержащие органические соединения.....	57
Лабораторная работа 9. Высокомолекулярные соединения. Получение полимеров .....	64
III. СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ .....	68
Лабораторная работа 10. Синтез <i>para</i> -гидроксиацетанилида (парацетамола).....	68
Лабораторная работа 11. Синтез 2-метил-2-хлорпропана (хлористого <i>трет</i> -бутила).....	71
Лабораторная работа 12. Синтез 2,5-добензилиденциклопентанона.....	73
Лабораторная работа 13. Синтез сложного эфира.....	75
IV. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ .....	78
Лабораторная работа 14. Спектральные методы анализа. Исследование полимеров методом ИК-спектроскопии .....	78
Лабораторная работа 15. Хроматографические методы анализа.....	82
Библиографический список .....	88
Приложение 1. Некоторые приемы работы с органическими веществами .....	89
Приложение 2. Методика определения показателя преломления.....	91
Приложение 3. ИК-спектры некоторых органических веществ .....	92

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторный практикум по органической химии предназначен для студентов, обучающихся в области обогащения и металлургии руд цветных металлов, нанотехнологии, материаловедения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды.

Практикум составлен таким образом, чтобы обеспечить приобретение студентами следующих компетенций, предусмотренных программой курса:

- умения экспериментально определять физические и химические свойства органических веществ;
- навыка использования основных приемов синтеза, выделения и очистки органических веществ;
- навыка самостоятельного поиска в литературе и электронных базах данных о свойствах органических веществ, в том числе на английском языке;
- навыка логического творческого и системного мышления при изучении физических и химических свойств неорганических и органических соединений.

Количество часов, отводимых учебной программой на изучение органической химии в МИСиС, невелико, тем не менее авторы ставили цель в меру возможностей ознакомить студентов со всеми аспектами современной органической химии – от основных приемов выделения и очистки органических веществ, определения их важнейших констант до некоторых приемов синтеза и физико-химических методов анализа и идентификации органических соединений. Это обусловило структуру практикума. Он состоит из четырех разделов.

В разделе I содержатся лабораторные работы, позволяющие студентам научиться методам очистки и разделения органических веществ, а также их идентификации с применением классических и современных средств.

В раздел II включены работы, знакомящие студентов с важнейшими физическими и химическими свойствами представителей основных классов органических веществ и качественными реакциями на ту или иную функциональную группу.

При выполнении лабораторных работ раздела III студенты овладевают методами синтеза органических соединений, устанавливают физико-химические константы веществ. В качестве объектов синтеза предложены соединения, продолжительность получения

которых соответствует времени, отведенному календарным планом обучения.

В разделе IV представлены лабораторные работы, выполнение которых требует освоения инструментальных методик исследований органических веществ, таких как тонкослойная и жидкостная хроматография, ИК-спектроскопия. Это в значительной степени позволит повысить квалификационный уровень студентов и расширить их кругозор.

Такое построение практикума, а также достаточно большое количество лабораторных работ и опытов обеспечивают вариативность выполнения эксперимента студентами разных специальностей.

Каждая лабораторная работа содержит теоретическое введение, описание опытов, требования к обработке результатов и контрольные вопросы по данной теме.

Практикум по органической химии предполагает обязательную предварительную внеаудиторную работу студента по подготовке к выполнению лабораторных работ. Студент обязан изучить правила техники безопасности и первой помощи при несчастных случаях, а также основные приемы работ с органическими соединениями, изложенные в Приложении 1. Кроме того, необходимо проработать теоретический материал по данной теме, решить задачи из пособия № 1696 (*Стаханова С.В., Чернова О.П., Попович А.С., Делян В.И.* Органическая химия: Сборник задач. М.: МИСиС, 2002. 55 с.) и оформить лабораторный журнал.

### **Требования к оформлению лабораторного журнала**

- Для лабораторного журнала необходимо использовать тетрадь объемом 48 листов. На титульном листе следует написать:

Лабораторный журнал по органической химии

Студента группы \_\_\_\_\_ института \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(ФИО)

Преподаватель \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(ФИО)

- Записи рекомендуется вести только на левой странице разворота тетради, правая страница предназначена для наблюдений, рисунков, графиков, замечаний, выводов, а также для исправлений преподавателя.

- Работа начинается с указания даты и названия темы. Далее записывают цель работы, краткое теоретическое введение, описание опытов, экспериментальные данные, приводят рисунки приборов, расчеты и выводы.

- Обработка результатов эксперимента зависит от тематики выполняемой работы. Дополнительные указания по обработке результатов приведены в первой лабораторной работе каждой главы.

Кроме того, при подготовке к лабораторным работам можно использовать и интернет-источники, относясь, однако, к информации, найденной в них, как к не полностью надежной и требующей проверки. Рекомендуем использовать сайты кафедры общей и неорганической химии МИСиС [www.misis.ru](http://www.misis.ru); интернет-порталы химического факультета МГУ им. Ломоносова [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru) и [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru); электронный учебник по органической химии, находящийся по адресу [www.chemistry.ssu.samara.ru](http://www.chemistry.ssu.samara.ru). Для нахождения литературных данных об органических веществах, используемых в лабораторной работе (температур кипения и плавления, плотности, показателя преломления и др.), рекомендуем использовать сайт [www.sigmaaldrich.com](http://www.sigmaaldrich.com), где представлена наиболее достоверная информация. Поскольку значительная часть информации в интернет-источниках дана на английском языке, для перевода названий некоторых веществ с английского языка на русский и обратно можно воспользоваться словарем химических терминов, приведенным в пособии С.В. Стахановой и О.П. Черновой.

## **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ И ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ**

При выполнении практических занятий в лаборатории органической химии всегда нужно помнить, что органические соединения в той или иной мере ядовиты и многие из них огнеопасны и взрывоопасны. Возможность несчастных случаев может быть исключена при выполнении следующих мер предосторожности.

В процессе работы необходимо соблюдать чистоту, аккуратность, внимательно читать этикетку на сосуде с реактивом. Следует стремиться к тому, чтобы вещества не попадали на кожу; не трогать руками лицо и глаза; категорически запрещается в лаборатории принимать пищу, пить воду, курить; после окончания работы надо тщательно вымыть руки.

Опыты следует проводить только в чистой посуде, посуду мыть сразу же после окончания опыта.

Запрещается пробовать химические вещества на вкус. Нюхать вещества можно лишь осторожно, не вдыхая полной грудью, не наклоняясь над сосудом, а направляя к себе пары или газ движением руки.

Нельзя наклоняться над сосудом, в котором что-либо кипит или в который наливается какая-нибудь жидкость, особенно ядовитая, так как брызги могут попасть в глаза. При работах, в которых производится переливание кислот, растворов щелочей, щелочное плавление, при проведении реакций, сопровождающихся бурным кипением, следует надевать предохранительные очки или защитный щиток.

Работы с ядовитыми веществами, дающими отравляющие или удушающие пары (бром, хлор, оксиды азота, нитробензол, метиловый спирт и др.), необходимо проводить в вытяжном шкафу.

Работа с баллонами со сжатыми, сжиженными или растворенными газами разрешается только после получения специального инструктажа.

При работах с металлическим натрием или калием на столе не должно быть даже самых незначительных количеств воды. Резать натрий можно только на сухой белой бумаге, надев очки, перчатки, не касаясь металла руками. Отходы металлов следует немедленно поместить в керосин, а предметы, бывшие в употреблении, тщательно осмотреть и после удаления кусочков приставшего металла обработать спиртом.

Категорически запрещается затягивать ртом в пипетки органические вещества и их растворы.



При смешивании веществ, сопровождающемся выделением тепла (например, концентрированных серной и азотной кислот с водой), можно пользоваться только тонкостенной химической посудой из стекла.

Нельзя приливать воду к концентрированной серной кислоте. Следует концентрированную серную кислоту вливать тонкой струей в холодную воду при непрерывном помешивании.

Категорически запрещается выливать в канализацию концентрированные кислоты и щелочи, а также горючие органические растворители, в том числе и смешивающиеся с водой. Все отходы нужно сливать в специальные бутылки, имеющиеся в лаборатории.

Запрещается нагревать на открытом огне жидкости, содержащие низкокипящие горючие растворители: эфир, бензин, спирт, уксусно-этиловый эфир и др. При перегонке органических веществ и при всех других работах, связанных с нагреванием при атмосферном давлении, нельзя проводить работы в герметически закрытых сосудах.

Нельзя проводить перегонку органических растворов досуха, так как многие вещества (диэтиловый эфир и др.) образуют взрывоопасные соединения.

При возникновении пожара следует немедленно сообщить пожарной охране, погасить горелки, выключить плитки, вынести находящиеся поблизости горючие вещества, затем тушить пламя, засыпая его песком, используя противопожарное одеяло и огнетушитель. Не следует заливать пламя водой, так как это может привести к распространению пожара.

Если на ком-то загорелась одежда, нужно набросить на него противопожарное одеяло. Если пожар возник в вытяжном шкафу, следует немедленно закрыть шибер вентиляционного канала.

Категорически запрещается оставлять действующие приборы без наблюдения, работать в лаборатории одному.

По окончании работы необходимо убрать рабочие места. Дежурный студент должен сдать лабораторию лаборанту.

### **Первая помощь при несчастных случаях**

При термических ожогах нужно промыть обожженное место раствором перманганата калия или этиловым спиртом и смазать борной мазью.

При ожогах кислотой – промыть обожженное место водой, затем слабым раствором пищевой соды.

При попадании на кожу едкой щелочи – промыть пораженное место водой, затем разбавленной уксусной кислотой. При попадании