

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тверской государственный университет»  
Направление «Химия»  
Кафедра органической химии

**ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПОЛУЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ.  
БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ, ПРИМЕНЕНИЕ В ВЕТЕРИНАРИИ,  
ЗООТЕХНИИ**

Курсовая работа по дисциплине

**Органическая химия**

Автор:

Шачнева Кристина Сергеевна,  
3 курс, 35 группа

Научный руководитель:

к.х.н., доцент,  
Егорова И. Ю.

Тверь 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ .....	4
1.1. Классификация.....	4
1.2. Строение .....	4
1.3. Номенклатура и изомерия .....	5
2. ПОЛУЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ .....	8
2.1. Способы получения.....	8
2.2. Нахождение в природе.....	10
3. СВОЙСТВА СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ .....	11
3.1. Физические свойства.....	11
3.2. Химические свойства .....	11
4. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ .....	15
5. ПРИМЕНЕНИЕ В ВЕТЕРИНАРИИ И ЗООТЕХНИИ .....	17
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	19
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	20

## ВВЕДЕНИЕ

В современной химии одними из актуальных проблем являются получения и нахождения в природе сложных эфиров, применяемые в ветеринарии и зоотехнии, а также их биологическое значение.

Объектом исследования являются сложные эфиры, предметом – их получение, нахождение в природе, физические, химические свойства, биологическое значение и применение.

Целью курсовой работы является ознакомление со сложными эфирами и их применением в ветеринарии и зоотехнии.

Задачами исследования являются:

1. Обзор научной литературы по изучаемой проблеме.
2. Ознакомление с классификацией сложных эфиров.
3. Изучение физических и химических свойств сложных эфиров.
4. Рассмотрение биологического значения.
5. Рассмотрение применения сложных эфиров в ветеринарии и зоотехнии.

Методологической основой исследования в курсовой работе явились научные труды выдающихся отечественных педагогов, ученых, деятелей науки, периодические издания, направленные на расширение химического кругозора.

# 1. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ

## 1.1. Классификация

Сложными эфирами называют функциональные производные карбоновых кислот, в молекулах которых гидроксильная группа (-ОН) замещена на остаток спирта (-OR).

В зависимости от природы кислоты их подразделяют на предельные, непредельные, циклические, ароматические и др. [1, С.370-371].

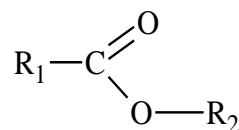
*Таблица 1.1*

### Классификация сложных эфиров

Фруктовые эфиры	Число атомов С в исходной карбоновой кислоте и спирте не превышает 6-8	Эфиры, образованные низшими карбоновыми кислотами и спиртами
Жиры а) животные (твердые) б) растительные (жидкие)	Карбоновые кислоты, входящие в состав жира, имеют углеродную цепь с 9-19 атомами углерода	Эфиры, образованные трёхатомным спиртом глицерином и одноосновными предельными или непредельными карбоновыми кислотами.
Воски	Увеличении размеров органических групп, входящих в состав сложных эфиров, до C <sub>15</sub> -C <sub>30</sub>	Эфиры, образованные высшими карбоновыми кислотами и высшими одноосновными спиртами

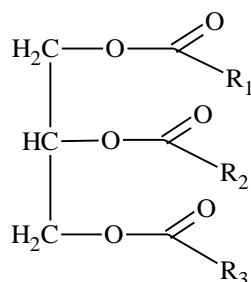
## 1.2. Строение

Сложные эфиры имеют общую формулу:



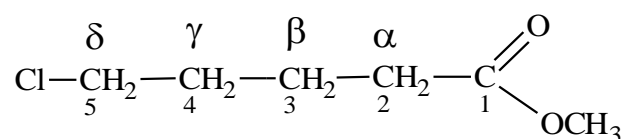
где R<sub>1</sub> и R<sub>2</sub> могут соответствовать формулы C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub> и C<sub>n</sub>H<sub>2n-1</sub>.

Строение жиров:



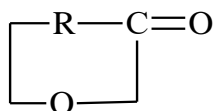
### 1.3. Номенклатура и изомерия

Как и в случае карбоновых кислот, особенностью номенклатуры сложных эфиров является широкое использование тривиальных названий. По тривиальной номенклатуре положение заместителей указывают буквами греческого, начиная с первого атома углерода от карбоксильной группы; по систематической – цифрами, включая в нумерацию карбонильный атом углерода сложного эфира:



*Метилвый эфир δ-хлорвалериановой или (метилвый эфир 5-хлорпентановой) кислоты*

Циклические сложные эфиры, образуемые в процессе внутримолекулярной этерификации гидрокси- или других производных карбоновых кислот, называются лактонами:

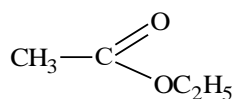


*лактон  
внутренний сложный эфир*

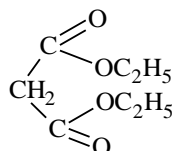
Сложные эфиры карбоновых кислот по систематической номенклатуре называют таким же образом, как и их соли, при этом первая половина названия

относится к *алкильному* или *арильному* радикалу спирта, а вторая – к кислоте, причем окончание **-овая кислота** заменяется суффиксом **-ат**.

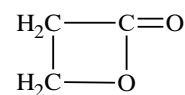
Лактоны называют, преобразуя окончание в названии гидроксикислоты в окончание **-олактон**. По другому способу лактоны называют, добавляя окончание **-олид** к названию (не гидроксированного) углеводорода с тем же числом атомов углерода:



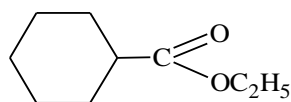
*этиловый эфир  
уксусной  
кислоты (этилацетат)*



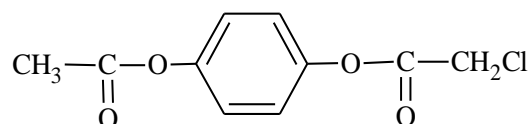
*β-пропиолактон  
малоновой кислоты  
(диэтилмалонат)*



*(3-пропанолид)*



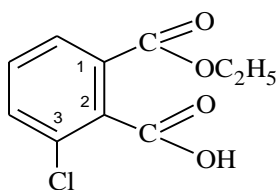
*этиловый эфир циклогексан-  
карбоновой кислоты*



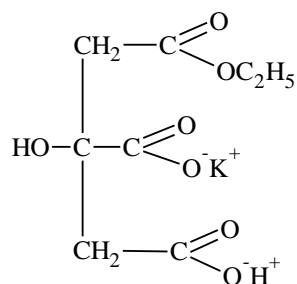
*n-фениленацетатхлорацетат  
(этилциклогексанкарбоксилат)*

Кислые эфиры карбоновых кислот и их соли называют аналогично нейтральным эфирам, но компоненты перечисляются в порядке: катион, алкил или арил и т.д., радикал, гидро-, анион. В случае необходимости добавляются цифровые указатели положений.

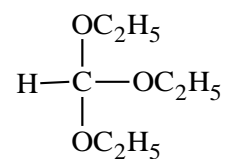
Соединения  $\text{RC}(\text{OR}')_3$  называют как R'- эфиры гипотетической ортокислоты  $\text{RC}(\text{OH})_3$ :



*1-этилгидро-  
3-хлорфталат*

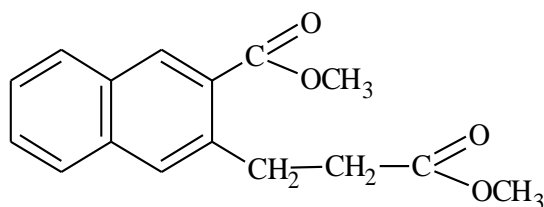


*калий  
1-этилгидроцитрат*

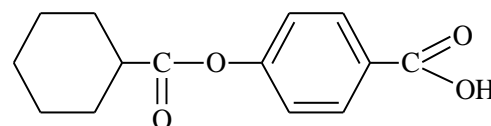


*триэтилортоформиат  
(этиловый эфир  
ортомуравьиной  
кислоты)*

Сложноэфирные группы в соединениях  $R-CO-OR'$  называют или используют приставки **алкоксикарбонил** (арилокси-) и т.д. для группы  $-CO-OR'$ , если радикал  $R$  содержит заместитель, имеющий приоритет в обозначении в качестве главной группы, или используя приставку **ацилокси-** для группы  $R-CO-O-$ , если заместитель с приоритетом в обозначении в качестве главной группы содержится в радикале  $R'$ :



*Метил-3-метоксикарбонил-  
2-нафталенпропионат*



*p-(циклогексанкарбонилокси)-  
бензойная кислота*

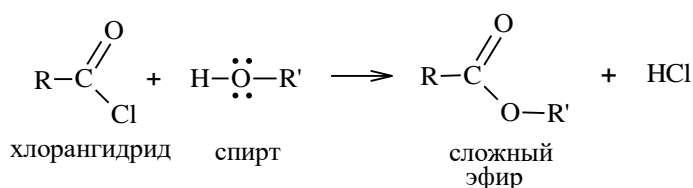
Для сложных эфиров, как и для самих карбоновых кислот и их функциональных производных, будет характерна структурная изомерия, обусловленная строением углеродной цепи радикала, связанного с карбоксильной группой [2, С. 326-328].

## 2. ПОЛУЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ

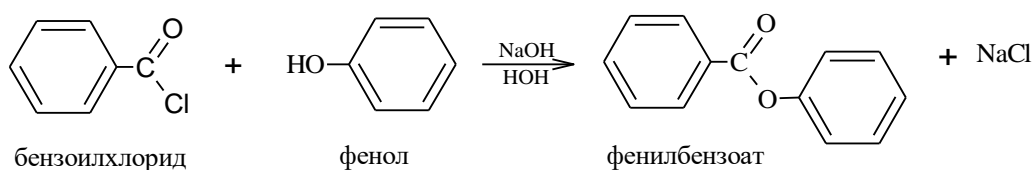
### 2.1. Способы получения

К числу наиболее значимых методов получения сложных эфиров можно отнести **О-ацилирование спиртов и фенолов сильными ацилирующими средствами:**

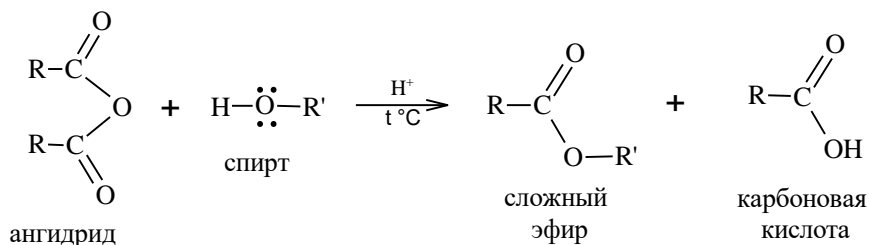
а) взаимодействие спиртов с хлорангидридами – это необратимый процесс, протекающий легко и не требующий присутствия катализаторов:



Ацилирование фенолов хлорангидридами кислот осуществляют по методу Шоттена – Баумана в присутствии оснований, необходимых для активации фенола:

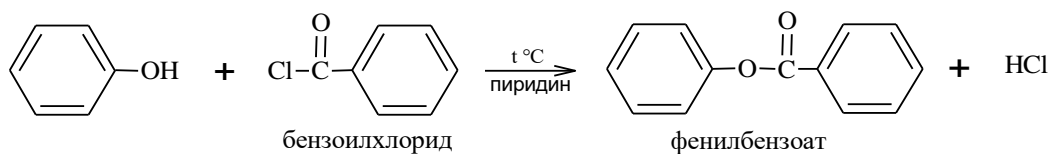


б) ацилирование спиртов ангидридами кислот часто проводят с применением кислых катализаторов ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), роль которых сводится к активации ангидрида:



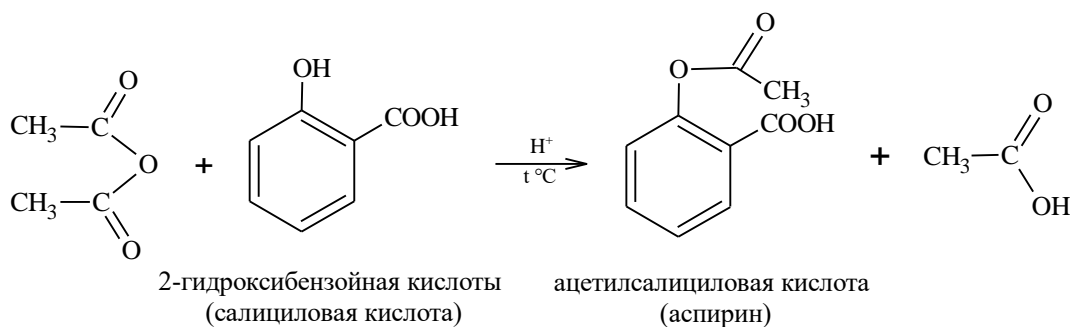


Ацилирование фенолов ангидридами кислот в присутствии оснований:



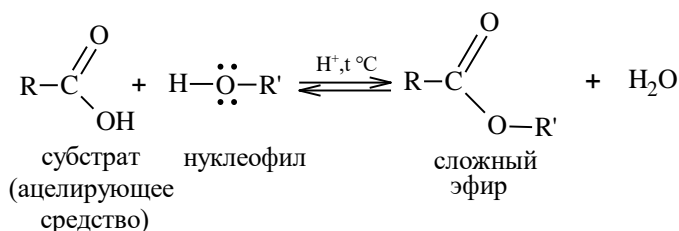
В этой реакции пиридин ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}$ ) как основание способствует ионизации фенола, т.е. активирует нуклеофильный реагент. Кроме того, отсутствие водной среды исключает протекание побочных реакций гидролиза [3, С. 237-238].

В отдельных случаях фенолы ацилируют в кислой среде. В частности, ацилирование салициловой кислоты уксусным ангидридом по гидроксильной группе проводят в присутствии каталитических количеств серной кислоты:

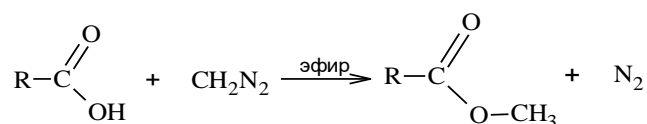


в) ацилирование спиртов и фенолов кетенами энергично протекает при комнатной температуре.

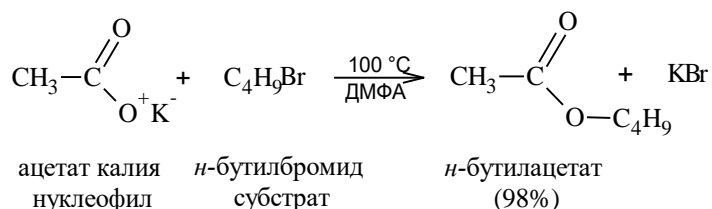
**О-Ацилирование спиртов карбоновыми кислотами – реакция этерификации (Э. Фишер – А. Шпайер, 1895 г.):**



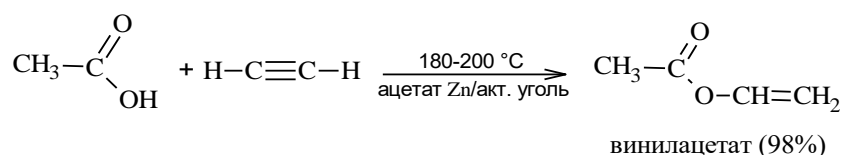
### Алкилирование карбоновых кислот diazometаном:



### Алкилирование солей карбоновых кислот:



### Нуклеофильное присоединение карбоновых кислот к алкинам:



Вследствие низкой нуклеофильности карбоновых кислот реакцию проводят в присутствии кислых катализаторов [4, С. 690-694].

## 2.2. Нахождение в природе

Сложные эфиры широко распространены в природе. Аромат многих цветов, плодов, ягод обусловлен присутствием в них сложных эфиров. Чрезвычайно распространены в растительном и животном мире относящиеся к сложным эфирам *жиры*. Растения синтезируют жиры из крахмала, который является продуктом углекислоты

### 3. СВОЙСТВА СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ

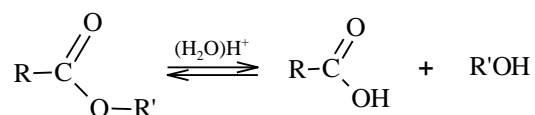
#### 3.1. Физические свойства

Когда число атомов углерода в исходных карбоновой кислоте и спирте не превышает 6-8, соответствующие сложные эфиры представляют собой бесцветные маслянистые жидкости, чаще всего с фруктовым запахом. *Изоамилацетат* – запах груш, *этилбутират* – запах абрикосов, *изоамилбутират* – запах ананасов, *изоамиловый эфир изовалериановой кислоты* – запах яблок. Если в образовании сложного эфира участвует ароматический спирт, то такие соединения обладают цветочным запахом (*бензилацетат* – запах жасмина). Эти эфиры мало растворимы в воде, хорошо растворяются в органических растворителях, сами являются растворителями. Температуры кипения сложных эфиров ниже, чем у соответствующих кислот, так как им не присуща ассоциация. Так, температура кипения уксусной кислоты 118°C, а этилацетат 78°C. Консистенция *воска*, температура его застывания обусловлены составом (длиной цепи радикалов, непредельностью). Чем длиннее цепь углеродных атомов кислоты или спирта, тем выше температура плавления. Наличие двойной связи снижает температуру плавления. *Жиры* делятся на твердые и жидкие, они легко растворяются в органических растворителях, практически нерастворимы в воде, но могут образовывать с водой стойкие эмульсии в присутствии ПАВ [5, С. 323-324].

#### 3.2. Химические свойства

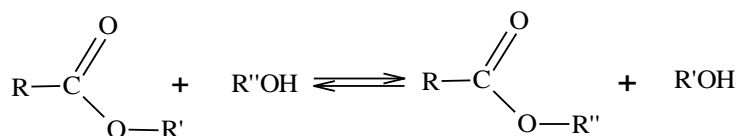
Для сложных эфиров характерны следующие химические реакции.

1. *Гидролиз*. Кислая или основная среда способствует этой реакции. Если реакция катализируется кислотой, она обратима, в результате образуется кислота и спирт:

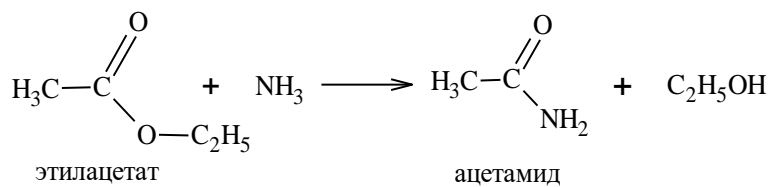


В щелочной среде реакция необратима, протекает быстрее, в результате образуются спирт и соль кислоты.

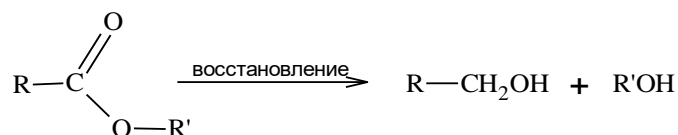
2. *Реакция переэтерификации.* При нагревании сложных эфиров со спиртами в присутствии минеральной кислоты или алкоголята (щелочная среда) происходит обмен алкоксигрупп.



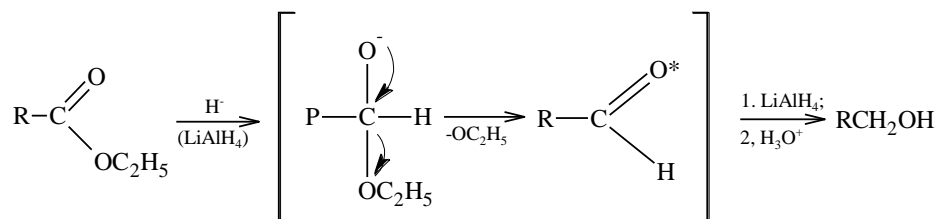
3. *Аммонолиз* (действие аммиака) приводит к образованию амидов кислот:



4. *Восстановление* сложных эфиров протекает легче, чем самих кислот [6, С. 268-272]. В качестве растворителя используют литийалюминийгидрид натрия в кипящем спирте, водород в присутствии медно-хромового катализатора:

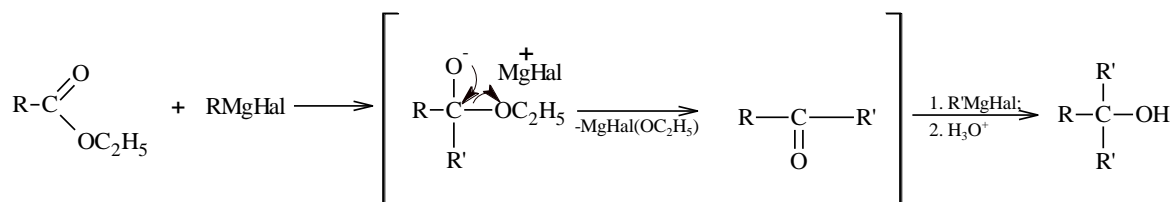


Тетрагидridoалюминатом лития сложные эфиры восстанавливаются до первичных спиртов:



При взаимодействии с магни- и литийорганическими соединениями сложные эфиры образуют *третичные спирты*. Реакция не может быть

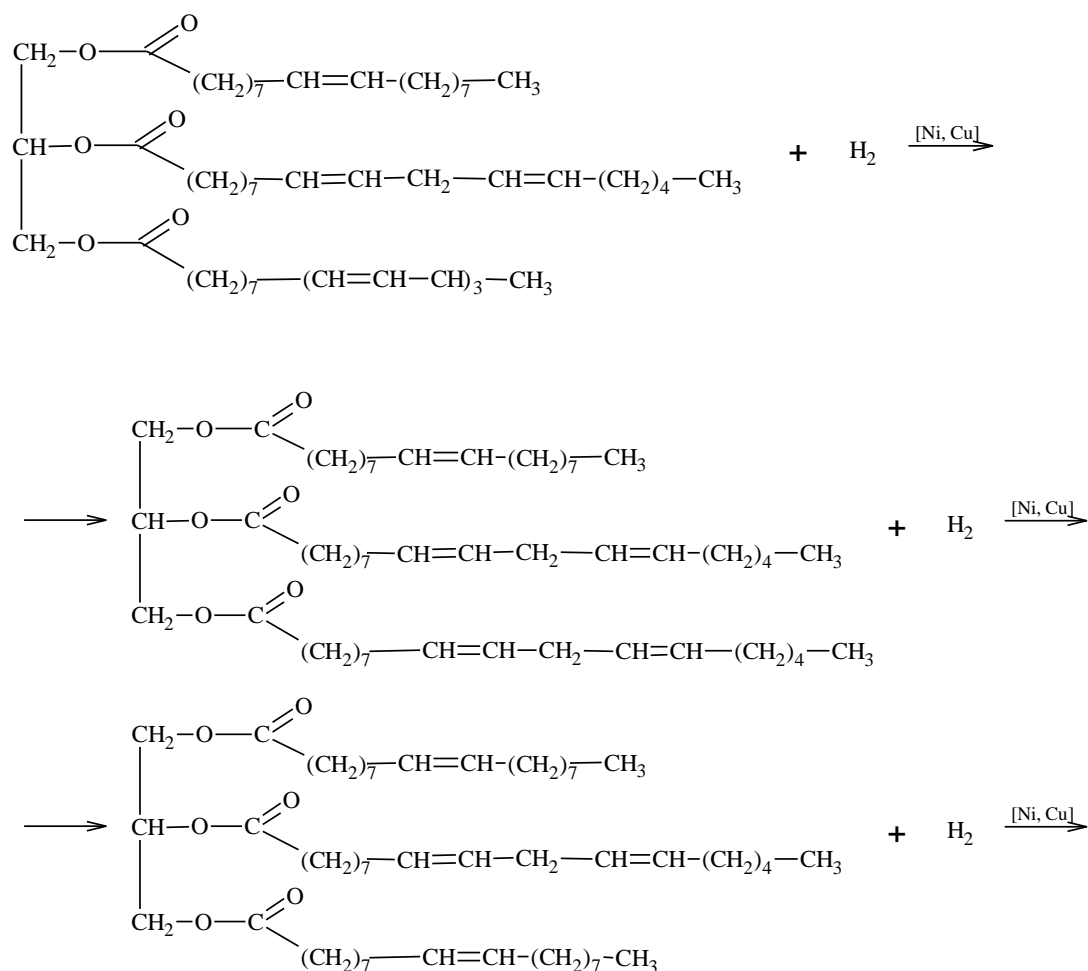
остановлена на стадии образования кетона, поскольку последний обладает большей карбонильной активностью, чем исходный сложный эфир:

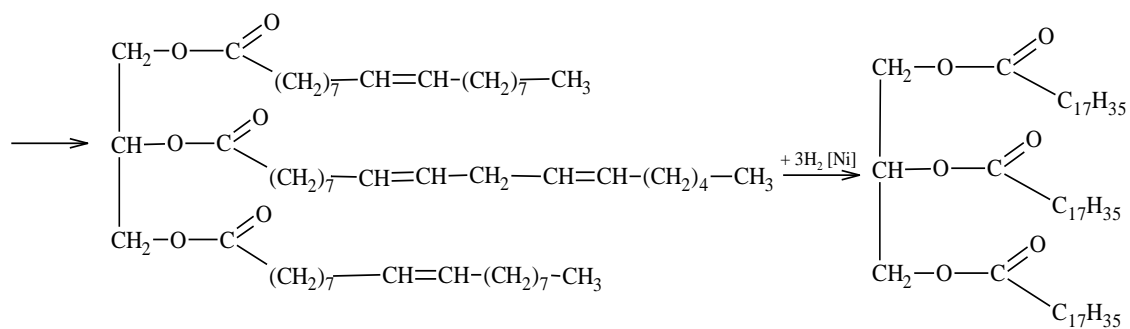


Если в реакцию вводят эфиры муравьиной кислоты ( $\text{R}=\text{H}$ ), то получают вторичные спирты [7, С. 374-375]

5. Сложные эфиры устойчивы к действию окислителей.

6. Гидрогенизация жиров. Гидрирование ацилглицеринов:





Процесс гидрирования ненасыщенных жиров отличается избирательностью (селективностью): легче всего гидрируются ацилы наиболее ненасыщенных кислот [8, С. 111-113].

#### 4. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ

Сложные эфиры широко распространены в природе, вследствие чего имеют огромную биологическую роль. Важнейшими представителями природных сложных эфиров являются липиды. Будучи одним из основных компонентов мембран клеток, липиды влияют на проницаемость клеток и активность многих ферментов, участвуют в передаче нервного импульса, мышечном сокращении, создании межклеточных контактов, а также в иммунохимических процессах. Другие функции липидов: образование энергетического резерва, создание защитных водоотталкивающих и термоизоляционных покровов у животных и растений, а также защита различных органов от механических воздействий [8, С. 92-95].

**По функциям в организме человека** липиды подразделяют на структурные и запасные.

*Структурные липиды*, главным образом фосфолипиды, входят в состав сложных биологических комплексов с белками и углеводами (липопротеиды и глюкопротеиды). Эти соединения являются основой клеточных органел и мембраны.

*Запасные липиды* (в основном ацилглицерины) представляют собой энергетический потенциал растений, животных и человека, аккумулируют энергию химических реакций, поддерживают определенный уровень обмена веществ и задействуются организмом в случаях голода и заболеваний.

*Воски* (представители простых липидов) защищают листья, стебли, ягоды и другие плоды растений, покрывая их тонкой восковой пленкой. Такой защитный слой замедляет процесс высыхания растений при нехватке влаги в засуху, замедляет избыточное поступление воды и предотвращает загнивание при повышенной влажности, причем некоторые воски обладают противомикробным действием.

*Фосфолипиды* (представители сложных эфиров) вместе с белками и углеводами участвуют в построении клеточных мембран, обеспечивают текучие и пластические свойства клеточных структур (органел). Фосфолипиды участвуют в транспорте жиров, жирных кислот и холестерина. Между плазмой и эритроцитами происходит обмен фосфолипидами, которые играют важнейшую роль, поддерживая в растворенном состоянии неполярные липиды [9, С. 287-288].



## 5. ПРИМЕНЕНИЕ В ВЕТЕРИНАРИИ И ЗООТЕХНИИ

Сложные эфиры имеют широкое применение в ветеринарии и зоотехнии.

*Растительный станоловый эфир* является пищевой добавкой для снижения уровня холестерина в сыворотке крови. Потребление растительного эфира ингибирует всасывание как пищевого холестерина, то есть холестерина, поступающего в пищеварительный тракт с пищей, так и билиарного холестерина, то есть холестерина, поступающего в пищеварительный тракт с желчью. Эфир предотвращает гиперхолестеринемию, нарушение липидного состава крови [10, С. 1-5].

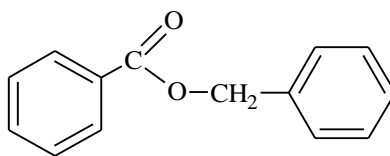
Решить возникшую проблему, связанную с распространением гнойно-некротических болезней конечностей, в какой-то мере позволит применение в качестве терапии *прополиса*, в состав которого входит *воск*. Компоненты, входящие в состав прополиса, оказывают выраженное регенерирующее и заживляющее действия на различные микро- и макротравмы, потертости, расчесы, послеоперационные раны и др., а также защитное (профилактическое) действие любых повреждений кожи при массовых обработках животных (стрижка овец, обработка копыт и копытец, чистка животных). В настоящее время применение препаратов на основе прополиса является востребованными и терапевтически оправданными. В качестве антимикробных средств по уходу за копытцами наиболее целесообразно применять зоогигиенические средства «Гель прополисный защитный», «Концентрат для очистки копыт 1%» и «Концентрат для очистки копыт 3%» [11, С. 28-32].

*Эфирные масла*, как антибиотические средства, известны с древнейших времен. Они обладают широким спектром антимикробного, антифунгального и противовирусного действия, являются иммуномодуляторами и стимулируют обменные процессы в организме животных. Раствор эфирного масла

прополиса вызывает полную анестезию, а раствор прополиса той же концентрации после отгонки эфирного масла анестезирующим действием не обладает. При проведении полостных операций на овцах и собаках подтверждены анестезирующие свойства прополиса, как при общем, так и при местном применении водных гидроспиртовых экстрактов прополиса.

*Медицинский жир* – светло-желтая масса, получаемая из печени тресковых рыб (рыбий жир) или из подкожного сала морских млекопитающих. Применяют для профилактики и лечения авитаминоза А и D. Рыбий жир применяют также наружно при лечении ран, термических и химических ожогов кожи и слизистых оболочек.

*Бензилбензоат* (медицинский):



Действует токсически на чесоточных клещей и применяется для лечения чесотки [12, С. 1-3].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важнейшей задачей современной химии является углубленное изучение физико-химических свойств известных органических соединений для обнаружения новых областей применения в медицине. В исследуемую группу органических соединений попадают сложные эфиры.

В процессе написания курсовой работы были выполнены все задачи, поставленные в начале изучения объекта и предмета исследования. Было обнаружено в современных условиях огромное количество сложных эфиров, применяемых в медицине.

Можно сделать вывод, что изучение способов получения и физико-химических свойств сложных эфиров должно войти в перспективные изучаемые области современной химии. Сложные эфиры находят свое применение в ветеринарии и зоотехнии, жиры и масла оказывают широкое воздействие на организм животных. Дальнейшее расширение области применения сложных эфиров позволит совершить современной науке прорыв и, возможно, решить проблемы, возникающие в лечении животных.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грандберг И.И. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и специалитета / И.И. Грандберг, Н.Л. Нам. – СПб.: ЛАНЬ, 2019– . – Режим доступа к учебнику: <https://e.lanbook.com/reader/book/121460/#2> – 01.11.2019.

2. Галочкин А.И. Органическая химия. Книга 4. Гетерофункциональные и гетероциклические соединения [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата, магистратуры, специалитета / А.И. Галочкин, И.В. Ананьина. – СПб.: ЛАНЬ, 2019– . – Режим доступа к учебнику: <https://e.lanbook.com/reader/book/113375/#1> – 05.11.2019.

3. Травень В.Ф. Органическая химия. Том 2 / В.Ф. Травень. – М.: ИКЦ «АКАДЕМКНИГА, 2005. – 582 с.

4. Щербина А.Э. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич. – М: znanium.com, 2013– . – Режим доступа к учебнику: <https://znanium.com/bookread2.php?book=415732> – 07.11.2019.

5. Литвина Т.Н. Химия. Основы химии для студентов медицинских вузов [Электронный ресурс]: учебник для специалитета / Т.Н. Литвина, В.В. Хорунжий – СПб.: ЛАНЬ, 2019– . – Режим доступа к учебнику: <https://e.lanbook.com/reader/book/116361/#1> – 08.11.2019.

6. Потапов В.М. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата / В.М. Потапов, С.Н. Татаринчик – СПб.: ЛАНЬ, 2019– . – Режим доступа к учебнику: <https://e.lanbook.com/reader/book/125700/#1> – 10.11.2019.

7. Шабаров Ю.С. Органическая химия / Ю.С. Шабаров. – М.: Химия, 2000. – 848 с.

8. Блохин Ю.И. Органическая химия в пищевых биотехнологиях [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата / И.Ю. Блохин, Т.А. Яркова,

О.А. Соколова – М: znanium.com, 2018– . – Режим доступа к учебнику: <https://znanium.com/bookread2.php?book=959265> – 12.11.2019.

9. Кузнецов Д.Г. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебник для специалитета / Д.Г. Кузнецов – СПб.: ЛАНЬ, 2016– . – Режим доступа к учебнику: <https://e.lanbook.com/reader/book/72988/#1> – 15.11.2019.

10. Optimal Use of Plant Stanol Ester in the Management of Hypercholesterolemia [Электронный ресурс]: Холестерин журнал / Raisio Group, Benecol Unit, P.O. Box 101, FI-21201 Raisio, Finland – М: University of Helsinki and Helsinki University Hospital, Internal Medicine, P.O. Box 700, 00029 Helsinki, Finland – 2015– . – Режим доступа к журналу: <https://www.hindawi.com/journals/cholesterol/2015/706970/> – 20.11.2019.

11. Определение чувствительности микрофлоры к препаратам прополиса при болезнях копыт / П.В. Сольянчук [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2018, – №1. – С. 27-32 – Режим доступа к журналу: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/542321/#6> – 25.11.2019.

12. Возможности использования природных сложных эфиров в ветеринарии и медицине / В.В. Митенко [и др.] // Ставропольский государственный аграрный университет – 2018 – Режим доступа к журналу: <http://files.scienceforum.ru/pdf/2018/3882.pdf> – 27.11.2019.