

# **Знакомство с коллоидной химией через проектные работы школьников**

Старший научный сотрудник Химического факультета  
МГУ имени М.В. Ломоносова,  
кандидат химических наук, доцент  
Богданова Юлия Геннадиевна

*yulibogd@yandex.ru*

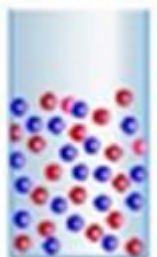
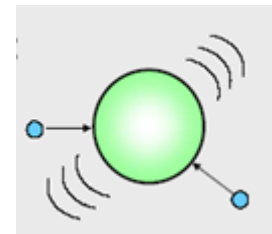
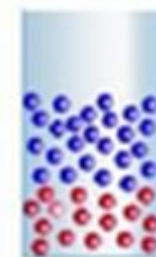
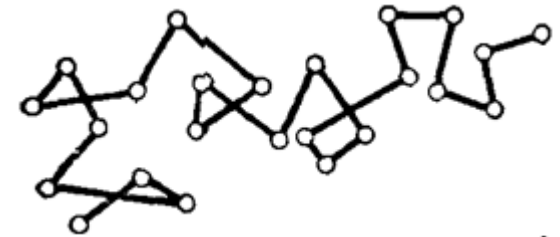
# Особенности коллоидных систем

## Рассеяние света



*Томас Грэм (1861):  
кристаллоиды и коллоиды*

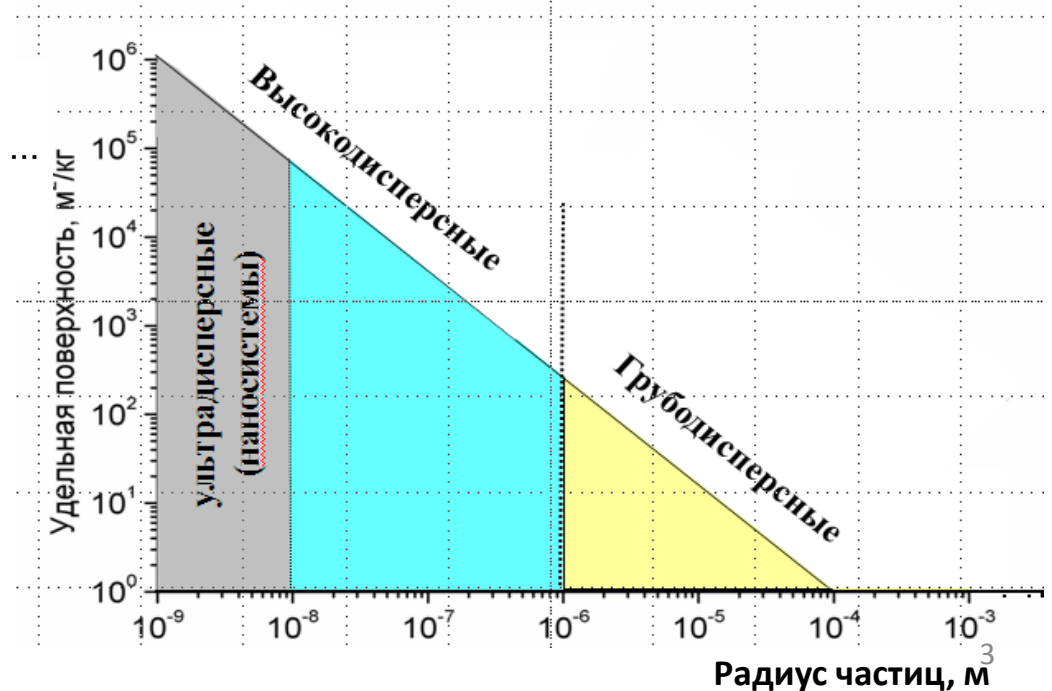
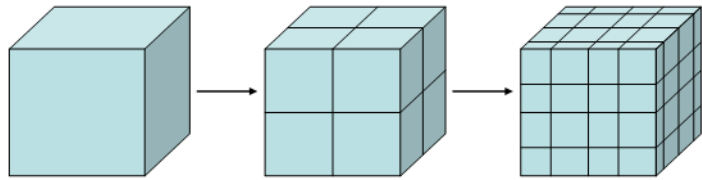
## Медленные диффузионные процессы



# ИУРАС, 1972

термин **«КОЛЛОИДНЫЙ»** относится к состоянию подсистемы, в котором молекулы или полимолекулярные частицы, распределенные в пространстве, имеют как минимум один из характерных линейных размеров в диапазоне от **1 нм до 1 мкм**; или в этой системе наблюдаются гетерогенности на расстояниях тех же размеров.

Это означает, что коллоидные частицы являются **супрамолекулярными** образованиями, диспергированными в некоторой среде, которой может быть газообразной или жидкой. «Супрамолекулярность» подразумевает, что коллоиды являются намного большими по размеру образованиями, чем обычные простые молекулы, хотя они и могут иметь размеры, сопоставимые с размерами макромолекул.



# Объекты коллоидной химии



Песок



Почва, облака



Туман



Горные породы



Дым



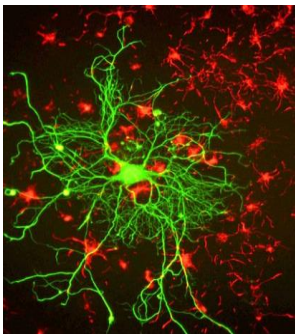
Лекарства



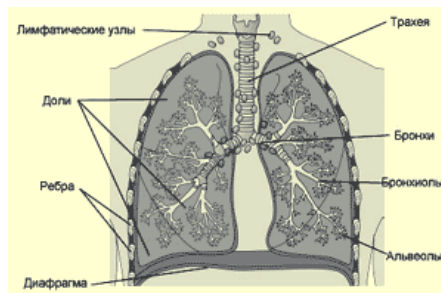
Косметические средства



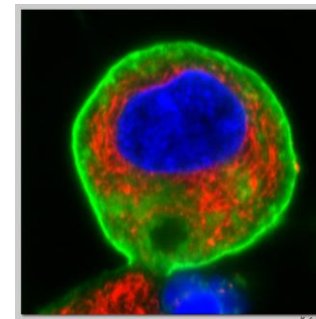
Пищевые продукты



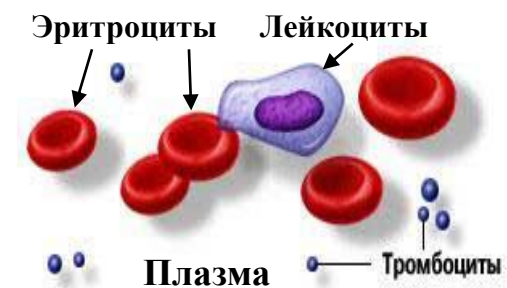
Нервы



Легкие



Клетка



Кровь

# Дисперсионная среда + дисперсная фаза = коллоидная система

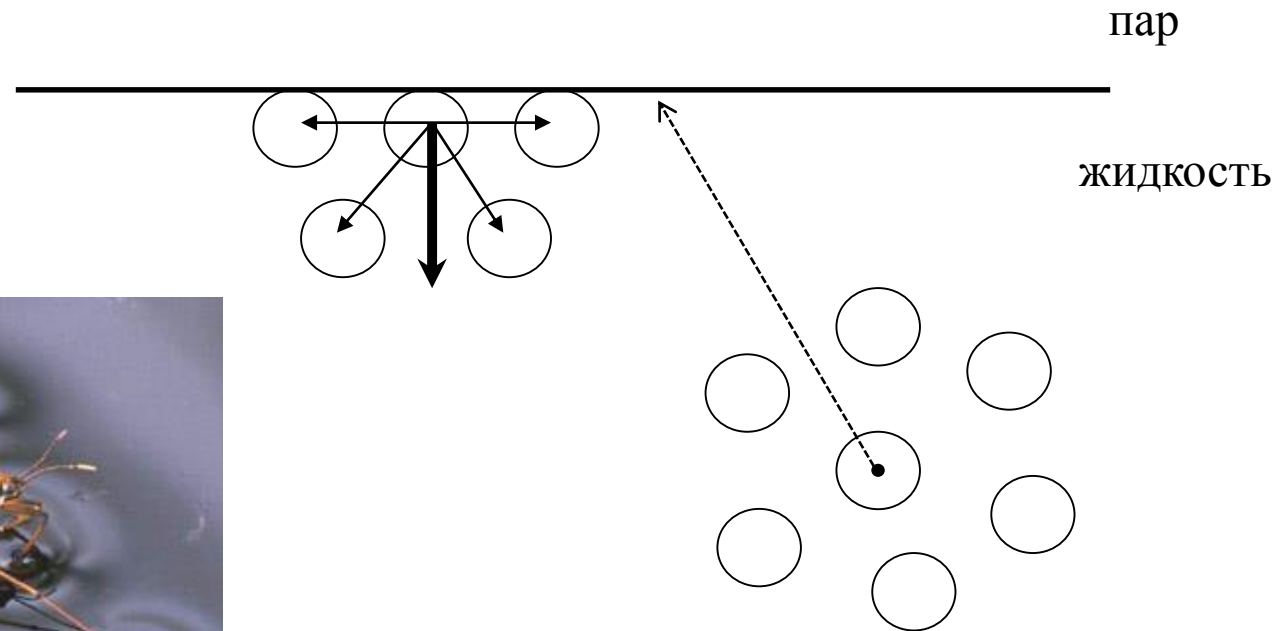


1. Моющее и чистящее действие коллоидных систем
2. Адсорбция
3. Смачивание и адгезия

# **1. Моющее и чистящее действие КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ**

## **2. Адсорбция**

$\sigma = F_s/S = \text{мДж/м}^2 = \text{Н/м}$   **$\sigma$  – поверхностное натяжение,**  
 **$S$  – площадь поверхности**



$$P = m g = \sigma l,$$

где  $m$  – масса объекта,

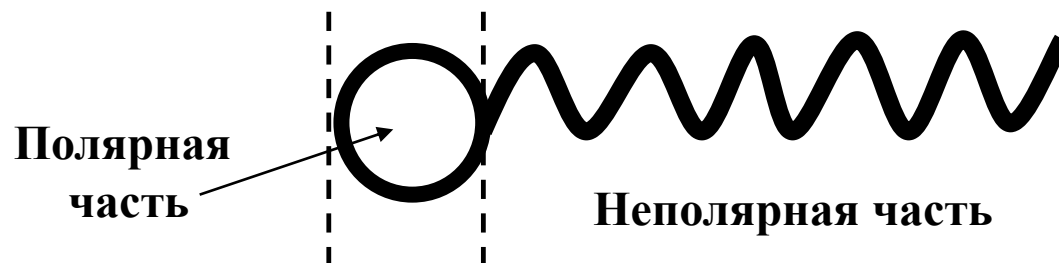
$g$  – ускорение силы тяжести,

$\sigma$  – поверхностное натяжение воды,

$l$  – суммарный периметр контакта с поверхностью воды.



**ПАВ** – вещества дифильного строения

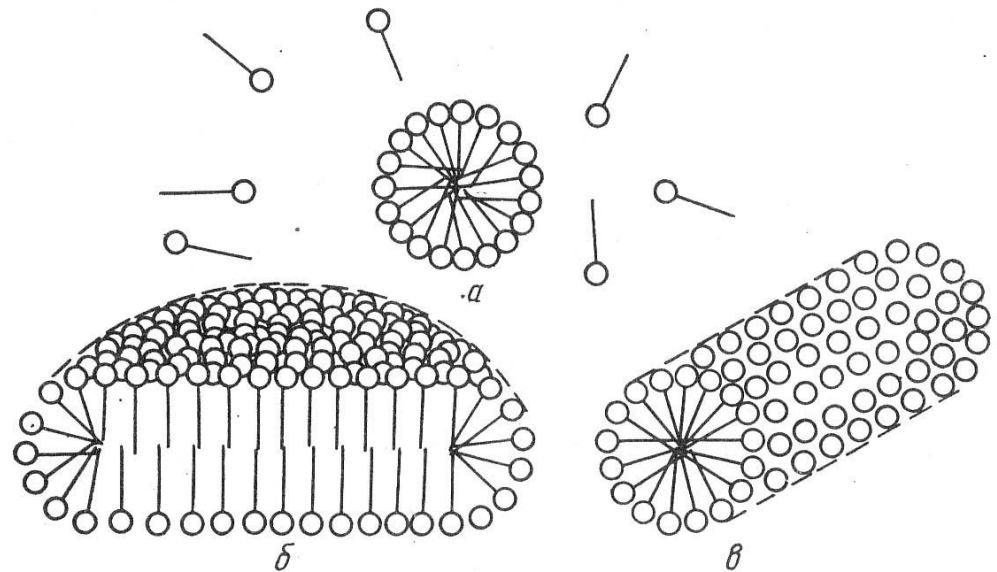
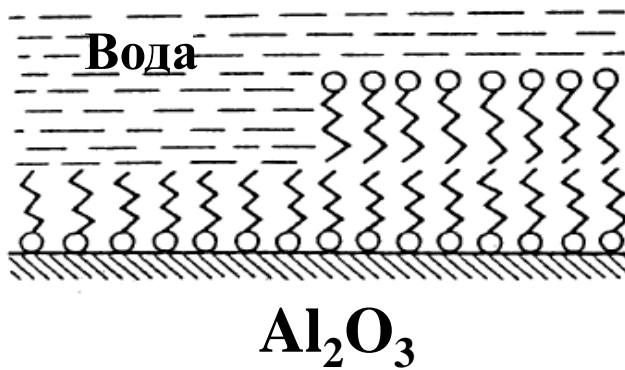
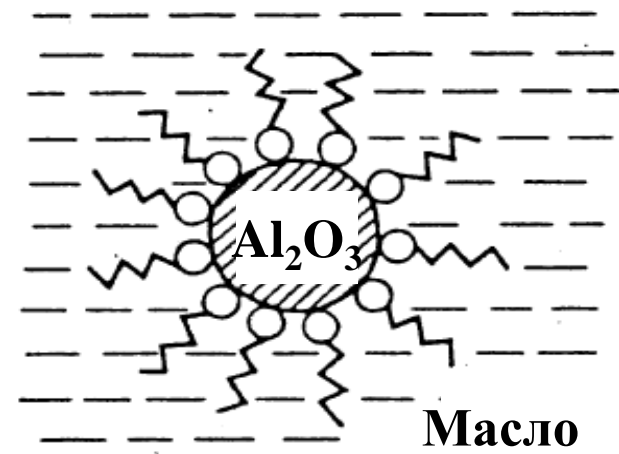
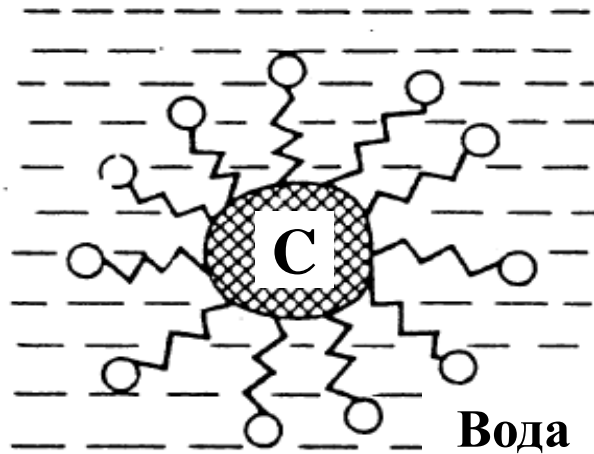


**Полярная часть** – гидрофильные группы (**-ОН, -COОН, -NH<sub>2</sub>, -SO<sub>4</sub>Na, -SO<sub>3</sub>Na, -SH, -CNS, -CN и др.**).

**Неполярная часть** – углеводородный радикал.

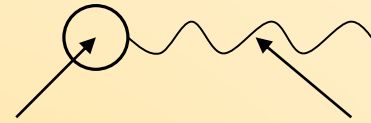
**ГЛБ** – соотношение гидрофильной и гидрофобной частей молекулы ПАВ.

# Структуры на основе молекул ПАВ



# Поверхностно-активные вещества (ПАВ) - основные действующие компоненты МС

Схематичное изображение  
простейшей молекулы ПАВ



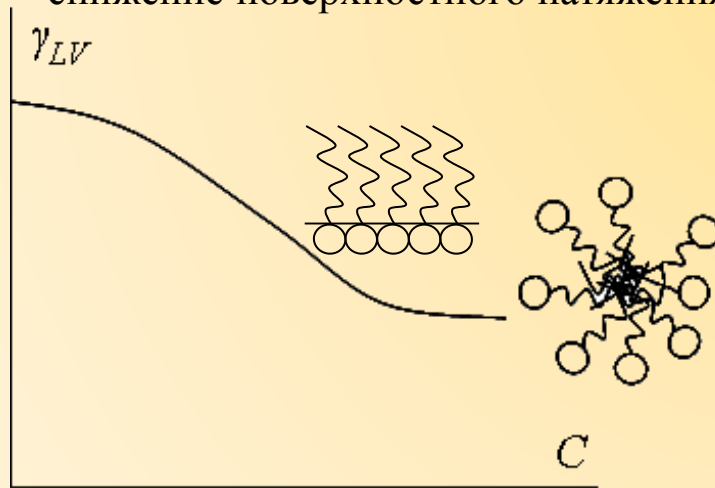
полярный фрагмент

неполярный (углеводородный)  
фрагмент

Дифильное строение молекул ПАВ: способность к самопроизвольному концентрированию на границах раздела контактирующих фаз (адсорбция)



Граница водный раствор/воздух:  
снижение поверхностного натяжения



Зависимость поверхностного натяжения  
водного раствора от концентрации  
мицеллообразующего ПАВ

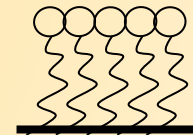


Граница водный раствор/твердое тело:  
правило уравнивания полярностей Ребиндера

**по правилу**

водный раствор

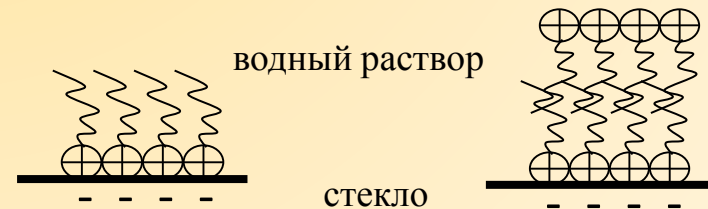
тефлон



**против правила**

водный раствор

стекло



увеличение концентрации ПАВ в растворе



Проектная работа учащихся 10 класса ГБОУ СОШ 1297 ЦАО г. Москвы

# О Петровых начистоту или чем мы моем посуду

**Выполнили:**

Краснов Игорь

Быковская Светлана

Ишханян Ник

Пахомова Анастасия



**Руководители :**

с.н.с. кафедры коллоидной химии  
химического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

к.х.н. Богданова Ю.Г.,

учитель химии, к.х.н. Шабалин В.Г.

**Москва 2013**

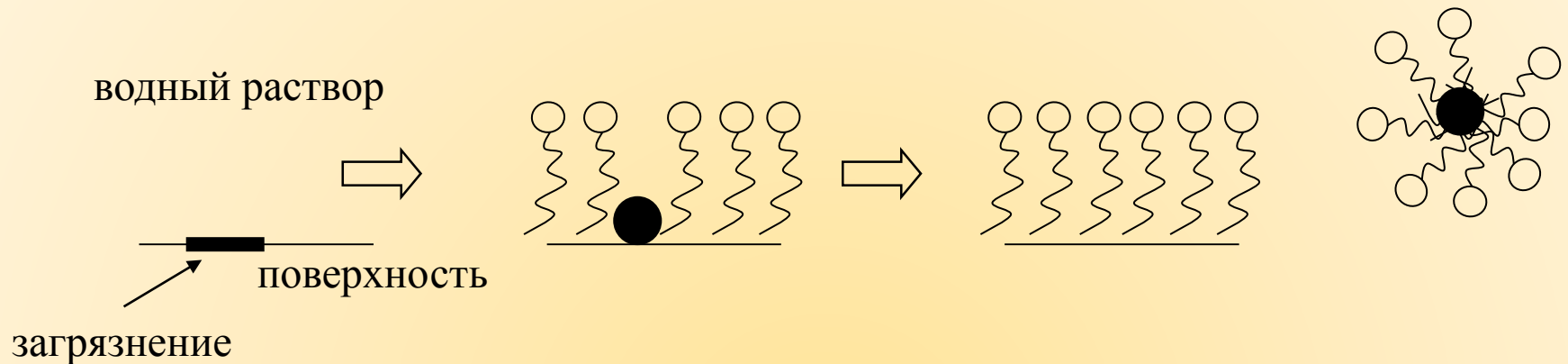
## **Актуальность работы**

обусловлена широким ассортиментом синтетических моющих средств (МС), затрудняющим оптимальный выбор МС для бытовых нужд с позиций соотношения качества и цены продукта.

**Цель работы** — провести сравнительную оценку эффективности использования средств для мытья посуды на основании результатов поэтапного исследования их моющего действия и рассмотрения коммерческого аспекта использования.

**Особенность работы** — детальное систематическое исследование различных этапов моющего действия МС физико-химическими методами, сопоставление эффективности МС на каждом этапе в комплексе со сравнительным анализом МС в социально-экономическом аспекте.

# Этапы моющего действия



## Схема моющего действия водных растворов ПАВ

1. Адсорбция ПАВ на границе раздела «загрязнение - моющий раствор», смачивание раствором МС загрязненной поверхности

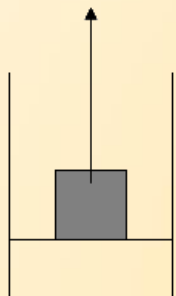
оттеснение загрязнения от отмываемой поверхности

2. Стабилизация эмульсии загрязнения (масла) в воде

защита очищенной поверхности от резорбции (повторного загрязнения)

# Идеология и методы исследования

## Измерение поверхностного натяжения растворов МС: метод Вильгельми



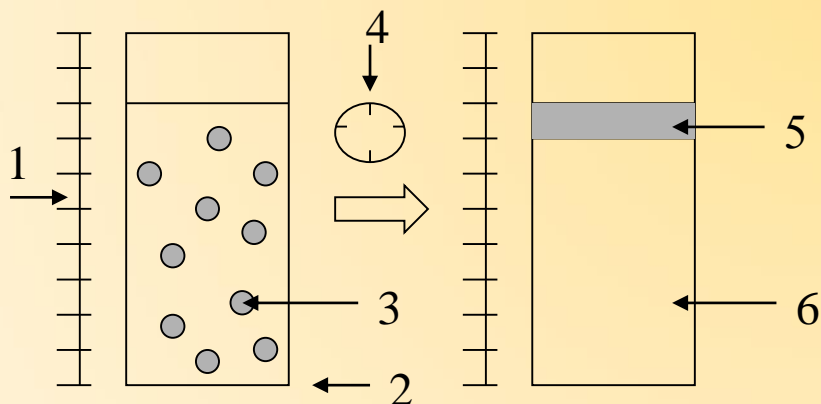
$$\gamma_{LV} = (P_{\text{отр}} - P_{\text{сух}}) / (2d)$$

$P$  – вес,  $d = 1,1 \text{ см}$  – ширина пластинки



Сопоставление критической концентрации мицеллообразования ПАВ, выбор растворов для изучения стабильности эмульсий масла в воде.

## Изучение устойчивости эмульсий масла (модель загрязнения) в водных растворах МС



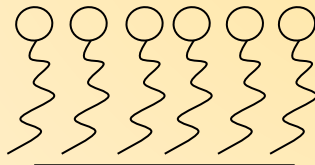
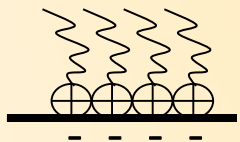
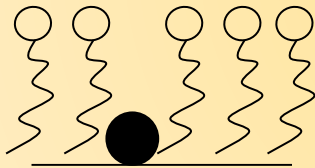
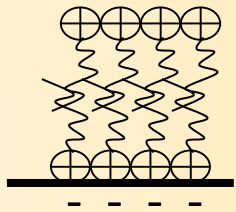
Сопоставление стабилизирующего действия МС по отношению к эмульгированному загрязнению (время расслоения эмульсии).

Схема эксперимента по изучению стабилизирующего действия растворов МС. 1 – линейка, 2 – цилиндр с эмульсией, 3 – капли масла в воде, 4 – секундомер, 5 – столбик масла после расслоения эмульсии, 6 – столб воды, содержащей остатки эмульгированного масла

# Идеология и методы исследования

## Изучение смачивающего и модифицирующего действия растворов МС : метод сидящей капли

- смачивание стекла на воздухе растворами МС разных концентраций
- смачивание стекла и тефлона растворами МС выбранных концентраций в среде октана (избирательное смачивание)
- оценка степени закрепления адсорбционных слоев ПАВ, входящих в состав МС, на поверхности стекла



Сопоставление способности МС оттеснять загрязнение от поверхностей различной природы, а также способности МС удаляться с отмытой поверхности.

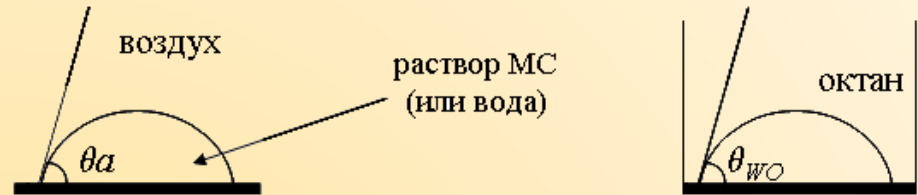


Схема измерения краевых углов натекания ( $\theta_a$ )  
и избирательного смачивания ( $\theta_{wo}$ )

### Модифицирование: оценка степени закрепления адсорбционных слоев

1. Выдерживание стекла в растворе МС 30 мин, высушивание.
2. Измерение краевых углов капель воды на модифицированной поверхности стекла.
3. Промывание стекла в воде, высушивание.
4. Измерение краевых углов капель воды на поверхности стекла после промывания в воде.

# Идеология и методы исследования

## Рассмотрение социально-экономических аспектов применения МС

- анализ состава МС (упаковка)
- органолептический анализ МС:  
мнение участников проекта
- экономичность в использовании  
(время истечения 10 капель МС из воронки)
- ценовой анализ МС (цены супермаркета «Дикси»)
- соцопрос 94 человек о предпочтении в выборе МС



Схема эксперимента по оценке экономичности в использовании МС

## Критерии сопоставления свойств МС

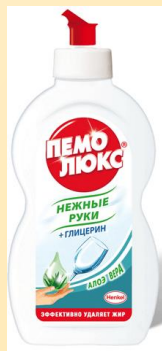
Оценка свойств МС по пятибалльной шкале (места от 1 до 5).  
Чем эффективнее характеристика МС, тем больше баллов ему присваивали.  
Баллы суммировали.

# МС - объекты исследования



**Фейри**  
**Нежные руки**

**Пемолюкс**  
**Алоэ вера**



**Ушастый нянь**  
**с экстрактами**  
**ромашки и алоэ**



**Миф**  
**+ глицерин алоэ вера**



**Прогресс**

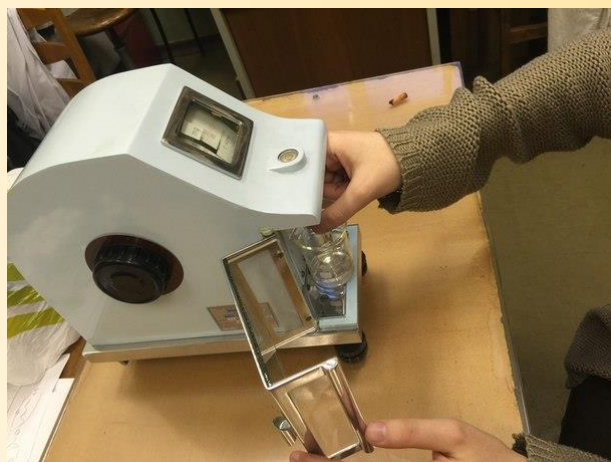
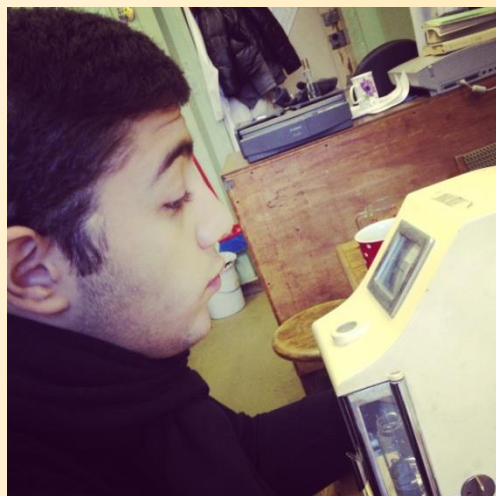
Состав, указанный на упаковке:

5-15% анионных ПАВ, ароматические добавки, консерванты,  
некоторые МС содержат 5% других ПАВ, полимеры, глицерин

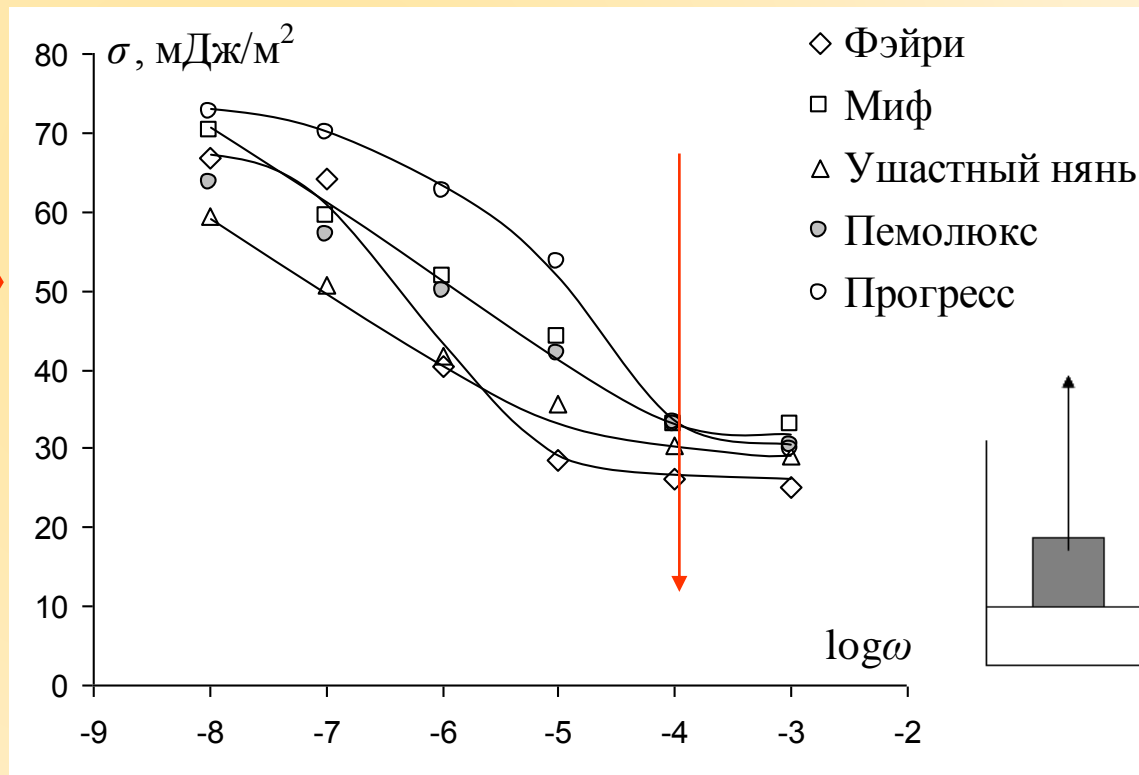
**Отсутствие точной информации о составе МС:  
стараясь сохранить коммерческую тайну, производитель не  
дает возможности потребителю в полной мере оценить  
потенциальную опасность того или иного МС**

# Мицеллообразование в растворах МС

Пемолюкс = Прогресс = Миф < Ушастый нянь < Фэйри



Зависимости поверхностного натяжения растворов МС  $\sigma$  от степени разбавления  $\log \omega$

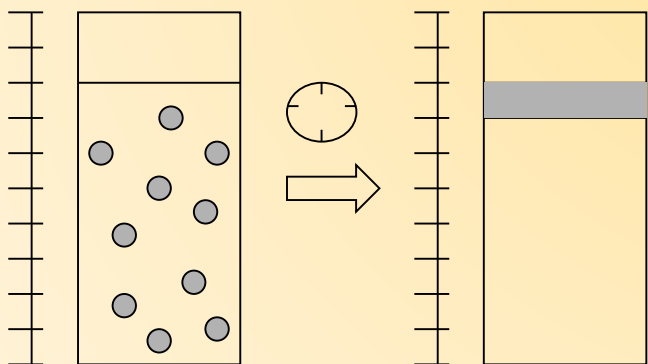


Для исследования стабилизации эмульсий выбраны растворы, соответствующие разбавлению МС в 10000 раз

# Стабилизация МС эмульсий масла в воде

Миф < Ушастый нянь < Прогресс < Пемолюкс < Фейри

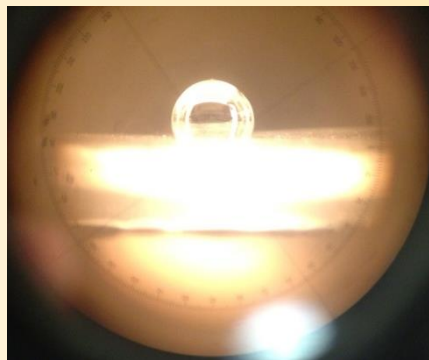
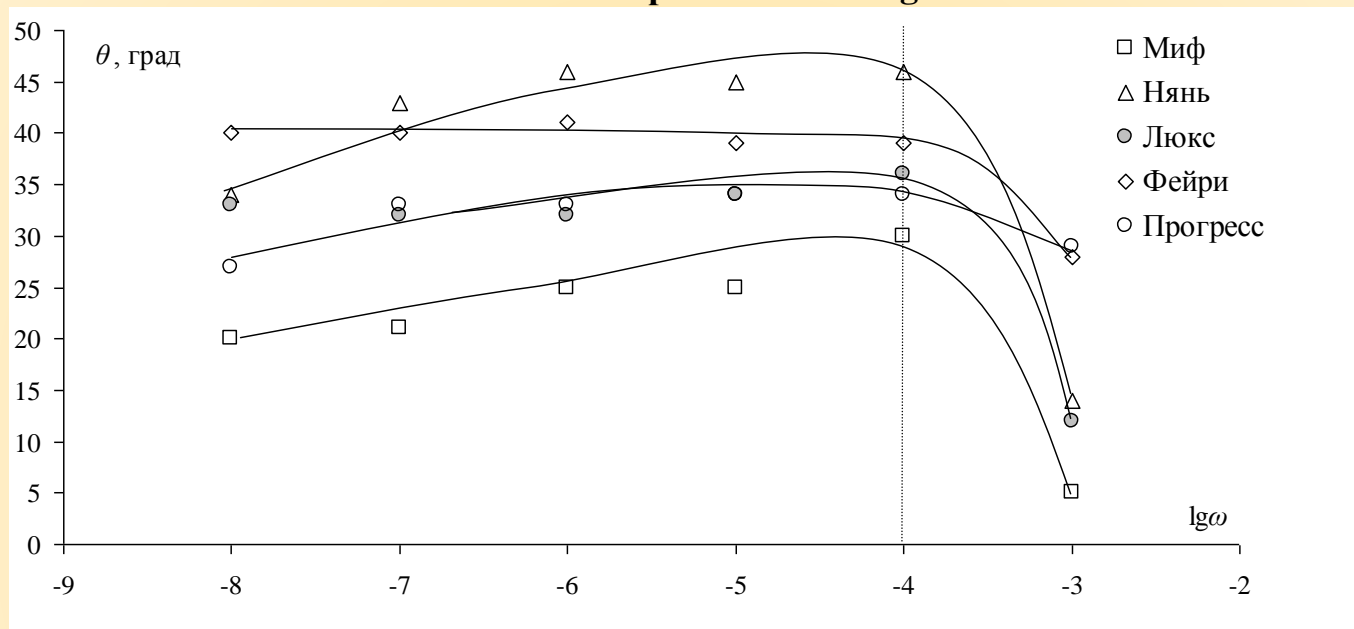
МС	Фейри	Миф	Пемолюкс	Прогресс	Ушастый нянь
время расслоения эмульсии, сек 10000-кратное разбавление МС	74	7	44	14	9
время расслоения эмульсии, сек 1000-кратное разбавление МС	-	18	-	-	32



Контрольный опыт: расслоение эмульсии  
«вода-масло» наблюдается за 7 сек.

# Смачивающее и модифицирующее действие растворов МС

Зависимости краевых углов капель растворов МС на поверхности стекла  $\theta$   
от степени разбавления  $\lg \omega$



# Смачивающее и модифицирующее действие растворов МС

Краевые углы  $\theta$ , град воды на поверхности стекла, модифицированной растворами МС до ( $\theta_1$ ) и после ( $\theta_2$ ) промывания в воде

Средство	Фейри	Миф	Пемолукс	Прогресс	Ушастый нянь
$\theta_1$	47	60	67	54	52
$\theta_2$	34	59	47	43	39

На исходной поверхности стекла  $\theta_{\text{воды}} = 7^\circ$

Эффективность удаления МС с поверхности стекла увеличивается в ряду:  
Миф < Пемолукс < Прогресс < Ушастый нянь < Фэйри

Краевые углы  $\theta$ , град воды на поверхностях тефлона и стекла при избирательном смачивании (растворы разбавлены в 10000 раз)

МС	вода	Фейри	Ушастый нянь	Пемолукс	Миф	Прогресс
$\theta_{\text{тефлон}}$	176	171	175	172	173	176
$\theta_{\text{стекло}}$	14	18	24	24	24	22

Эффективность оттеснения загрязнения от различных поверхностей увеличивается в ряду:  
Ушастый нянь < Миф = Прогресс < Пемолукс < Фейри

# Социально-экономические аспекты применения МС

## Органолептический анализ МС

Миф < Пемолюкс < Фейри < Прогресс < Ушастый нянь

## Ценовой анализ МС

Ушастый нянь < Фейри < Миф < Пемолюкс < Прогресс

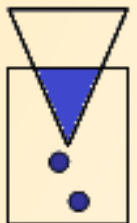
МС	Фейри	Ушастый нянь	Пемолюкс	Миф	Прогресс
Цена МС за 10 мл, руб	0,92	1,53	0,70	0,72	0,27

## Экономичность использования МС

Миф < Фейри < Пемолюкс < Ушастый нянь < Прогресс

## Время истечения 10 капель МС

МС	Фейри	Ушастый нянь	Пемолюк с	Миф	Прогресс
время, сек	6,6	8,2	7,8	5,2	9,5



# Выводы

1. По совокупности баллов, характеризующих моющее действие и экономичность использования, МС располагаются в следующем порядке увеличения эффективности: **Миф < Ушастый нянь < Пемолукс < Прогресс < Фейри.**

МС	Фейри	Ушастый нянь	Пемолукс	Миф	Прогресс
Итоговый балл	33	25	27	20	30

2. Отсутствие на упаковке точных данных о составе МС указывает на необходимость повышения химической грамотности потребителя для оптимизации выбора продуктов бытовой химии.

## Результаты социологического опроса по предпочтительному использованию МС

МС	Фейри	Миф	Ушастый нянь	Пемолукс	Другое
Количество проголосовавших	55	4	3	9	23



Проектная работа  
учащихся 10 класса  
ГБОУ СОШ №1297  
ЦАО г.Москвы

Выполнили:  
Цатурян Эстелла  
Дудерова Анна  
Шуле Елизавета

# Зубная паста и все ее секреты

Руководители:  
с.н.с. Кафедры коллоидной химии химического  
факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, к.х.н.  
Богданова Ю.Г.,  
учитель химии, к.х.н. Шабалин В.Г. и  
учитель биологии Холоднова О.Е.

Москва 2015

**Актуальность работы** обусловлена широким ассортиментом зубных паст, который затрудняет выбор продукции с позиций соотношения качества и цены.

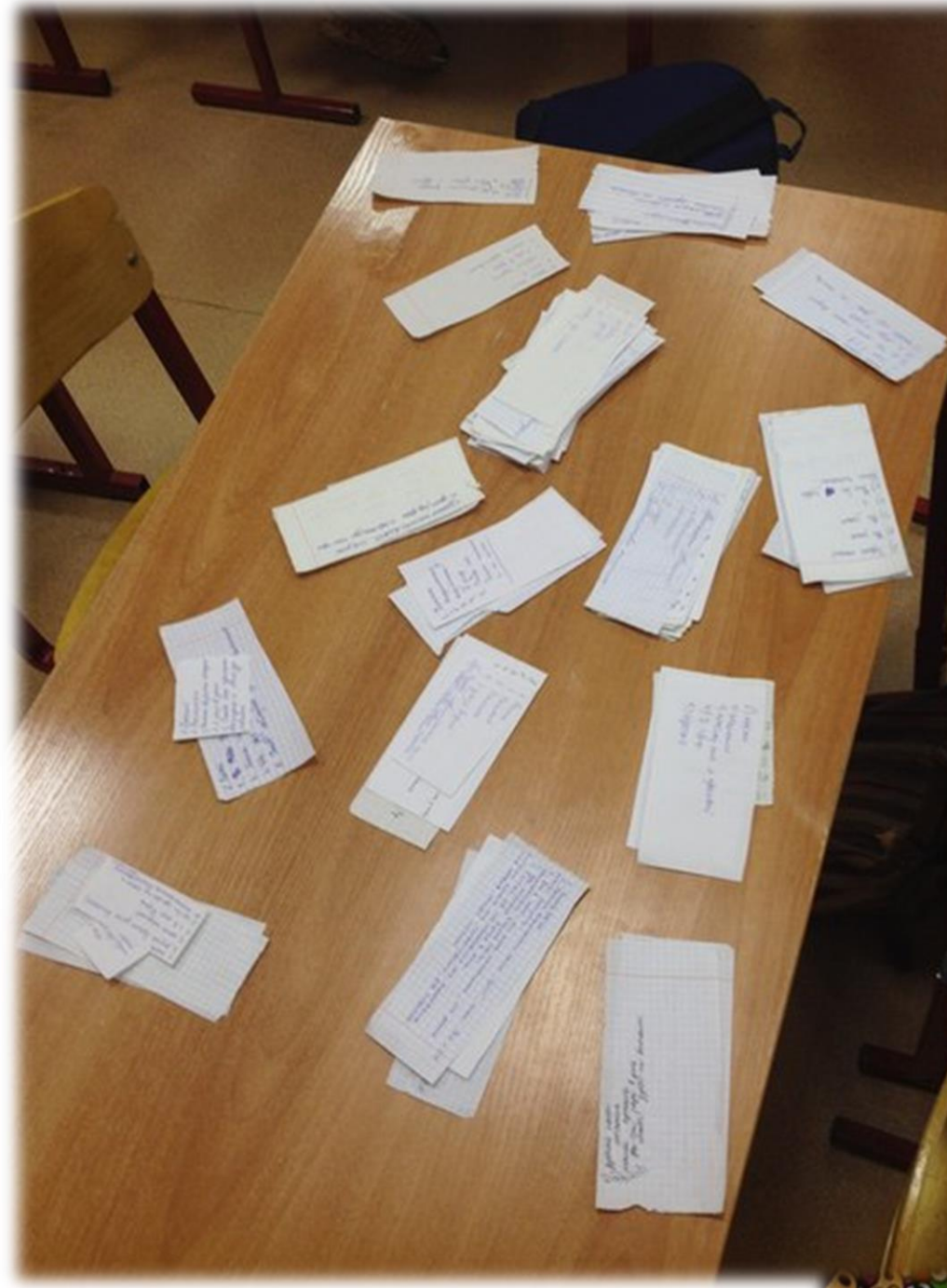
**Цель работы** – сопоставить эффективность зубных паст промышленного производства и домашних паст, приготовленных из природных компонентов.

**Другие школьные проекты:**

исследование действия паст на зубную эмаль, содержание фтора, абразивных частиц.

**Оригинальность работы:**

*Мы попытались проанализировать пасту как коллоидно-химический объект, контактирующий с живой системой.*





«ГЛИНА»

# «Сода»



«Яблоко»



# Паста – коллоидная система

## Базовые компоненты зубной пасты.

1. Твердые частицы, выполняющие абразивную функцию ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ) – частицы дисперсной фазы.
2. Поверхностно-активные вещества (лаурилсульфат натрия): моющее действие, предохранение частиц от слипания.
3. Лечебно-профилактические добавки.
4. Вода – дисперсионная среда.







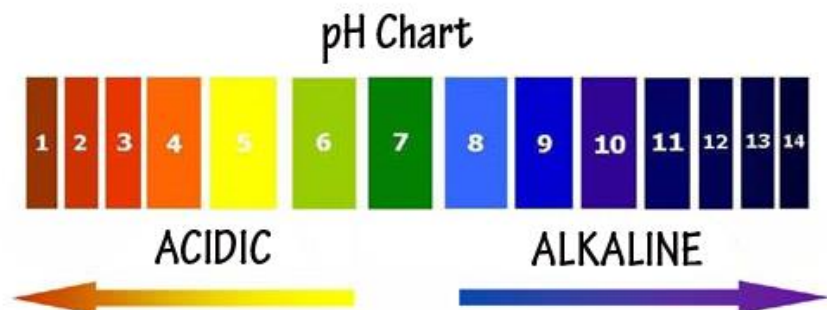
**У каждого исполнителя была возможность сравнить промышленный и натуральный образец по эффективности, но сопоставление промышленных паст и домашних между собой не проводили.**



**Максимум баллов (5) получал самый эффективный  
(бактерицидный) образец**

# Результаты экспериментов

Образец	вода	слюна	«Splat Gold»	«Colgate Total»	«Каждый день»	«Сода»	«Глина»	«Яблоко»
pH	6.8	6,8–7,4	7.7	7.7	7.5	7.9	7.2	4.3



**Кислую среду** «Яблоку»  
обеспечивают фруктовые кислоты,  
содержащиеся в нем,  
например, яблочная.

## Щелочная среда:

Промышленные - лаурилсульфат натрия

«Сода» -  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{NaCl}$ .

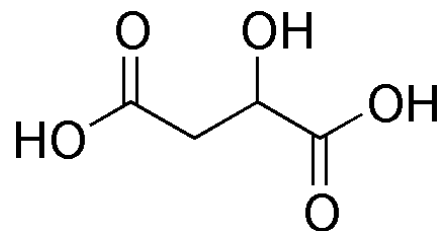
«Глина» -  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

Соли сильного основания и слабых кислот:

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$  пальмитиновой

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  линолевой

$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  линоленовой



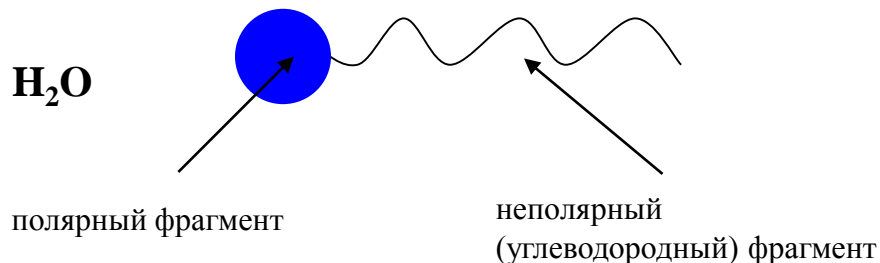
Структурная формула яблочной  
кислоты

# Результаты определения ПАВ

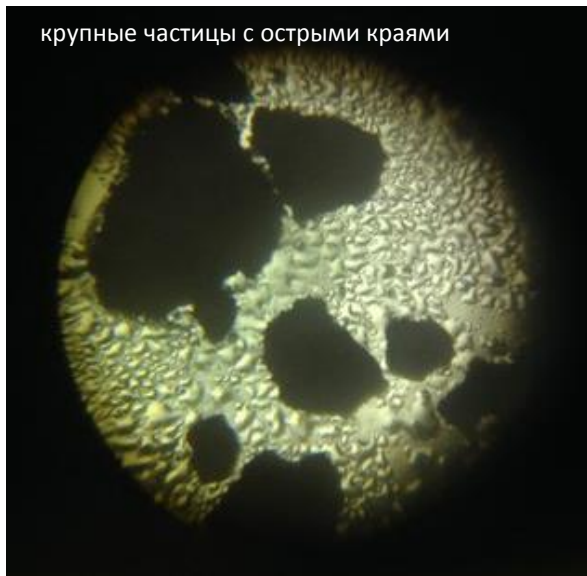
Образец	вода	«Splat Gold»	«Colgate Total»	«Каждый день»	«Сода»	«Глина»	«Яблоко»
m, мг	128	207	207	206	214	225	238
$\sigma$ , мДж/м <sup>2</sup>	72.6	44.1	44.1	43.5	48.1	54.2	61.5

- Величины  $\sigma$  близки для промышленных паст и пасты «Сода»
- «Splat Gold» содержит ПАВ, вопреки рекламной информации.
- Вероятно образование ПАВ при приготовлении пасты «Сода» - натриевых солей пальмитиновой, линолевой, линоленовой кислот.

Смесь соды и соли с оливковым маслом является хорошей альтернативой синтетическим ПАВ, входящим в состав промышленных паст.



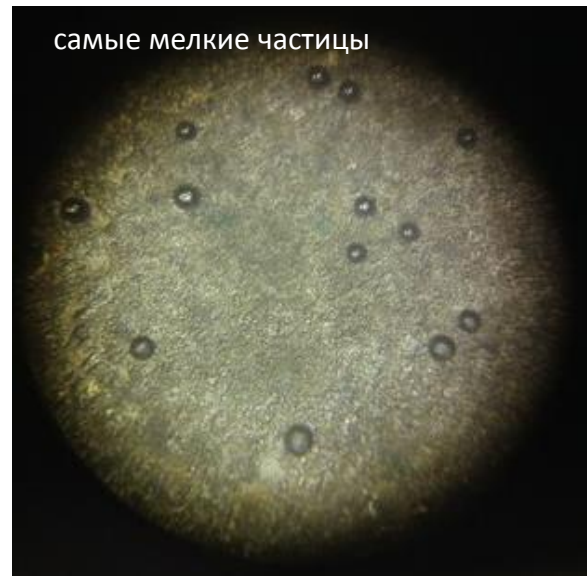
крупные частицы с острыми краями



«Каждый день»

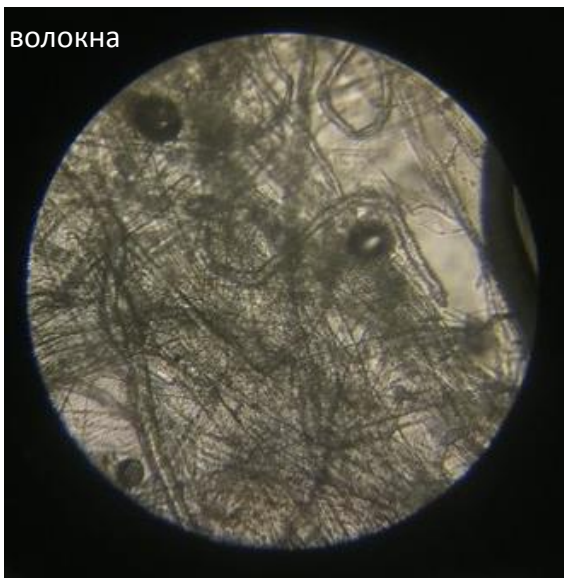
«Colgate»

самые мелкие частицы

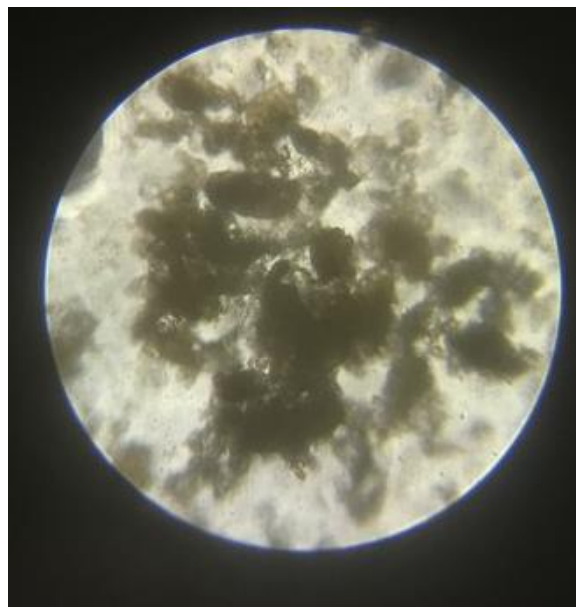


«Splat Gold»

волокна



«Яблоко»



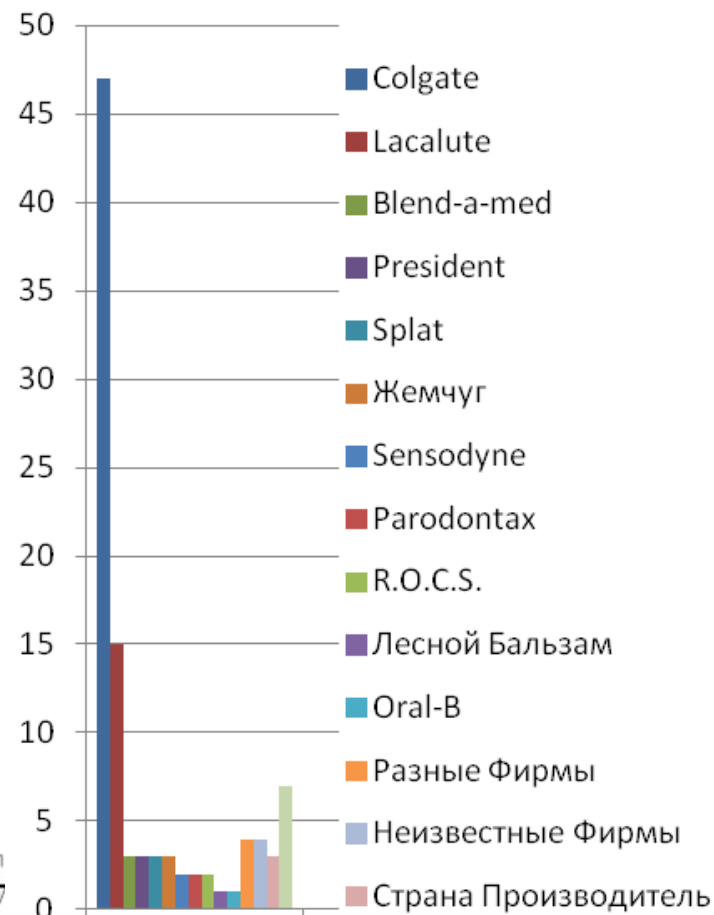
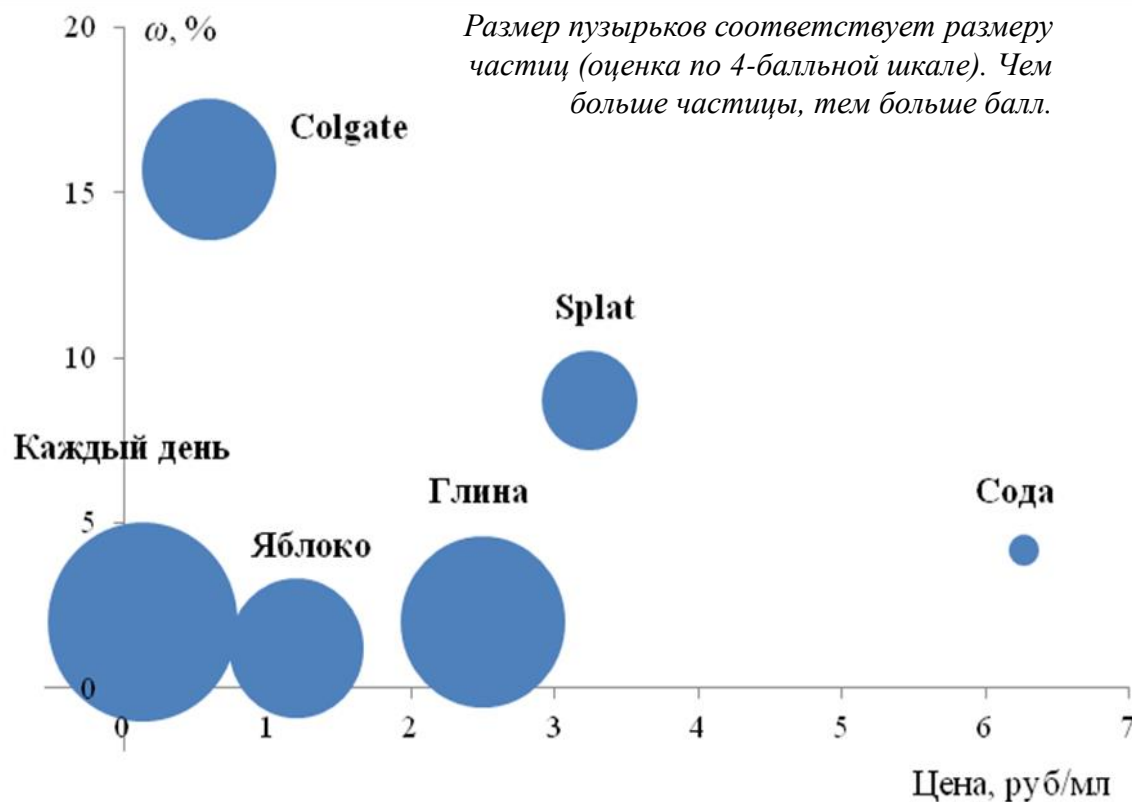
«Глина»

- Чувствительность  
эмали после чистки  
пастой «Каждый  
день»

- «Яблоко» очищает  
хуже «Colgate»

# Комплексный анализ зубных паст

## Соотношение массовой доли частиц в пастах и цены паст



«Colgate» - лидер среди объектов нашего проекта  
и среди учащихся нашей школы.

# Бактерицидное действие паст

образец  
фотография

«Каждый день»



описание

Наблюдаем большую колонию бактерий и другие бактерии, находящиеся вокруг колонии.

оценка

2

«Colgate»



Наблюдаем небольшие колонии бактерий и другие отдельные бактерии, не входящие в состав колоний.

3

«Splat»



Наблюдаем небольшие колонии бактерий и отдельные бактерии, не входящие в состав колоний

3

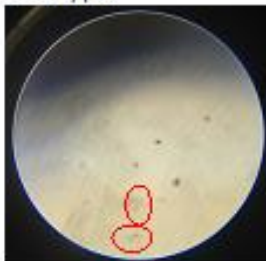
*Оценка по 5-балльной шкале:  
чем меньше колоний,  
тем больше балл.*

- Пасты на основе натуральных компонентов обладают более сильным бактерицидным действием, чем промышленные образцы. Исключение - паста «Яблоко».

- «Каждый день» ощутимо проигрывает другим промышленным образцам.

образец  
фотография

«Сода»



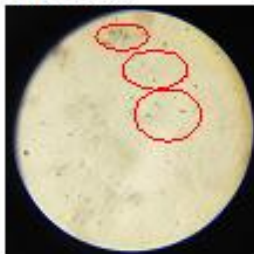
описание

Бактерий выросло очень мало. Они не формируют колоний (или колонии очень малы) и выросшие бактерии малочисленны.

оценка

5

«Глина»



Бактерий выросло относительно немного. Они не формируют колоний.

4

«Яблоко»



Наблюдаем колонию бактерий и другие бактерии, располагающиеся вокруг колонии.

3

**Важно:** при подавлении микрофлоры погибают не только вредные, но и полезные бактерии. Поэтому оценка «3-4» в отношении бактерицидного действия представляется нам наиболее оптимальной.

# Выводы

1. Установлено, что пасты на основе натуральных компонентов по совокупности соотношения «цена-качество» являются хорошей альтернативой промышленным пастам, содержащим синтетические вещества.
2. Предложен заменитель синтетических ПАВ, входящих в состав зубных паст, не уступающий им по эффективности снижения поверхностного натяжения – смесь оливкового масла, соды и поваренной соли. Этот результат полезен производителям паст, поскольку найденный нами экологически чистый заменитель ПАВ является относительно недорогим.
3. Экспериментально обоснован выбор учащимися нашей школы пасты «Colgate» как наиболее эффективного и относительно недорогого промышленного образца зубной пасты.

# **Сопоставление эффективности лекарств-адсорбентов**

Авторы:

Кобахидзе Милена, 10 б класс

Мамонтова Мария, 10 б класс

*Руководители:*

*Шабалин В.Г., к.х.н., учитель химии*

*ГБОУ Школа №1297*

*Богданова Ю.Г., к.х.н., доцент, с.н.с.  
химического факультета МГУ имени  
М.В. Ломоносова*

## **АКТУАЛЬНОСТЬ:**

проблема экстренной помощи при пищевых отравлений актуальна с древних времен.

## **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:**

сравнить эффективность адсорбирующих лекарственных средств и выяснить, какой адсорбент способен быстрее облегчить состояние при пищевом отравлении.

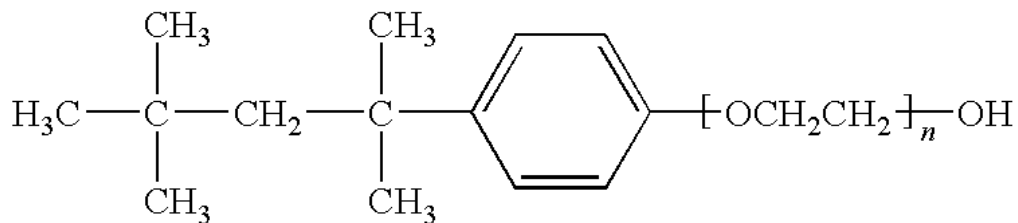
# АДСОРБЦИЯ

Адсорбция - явление самопроизвольного концентрирования веществ на поверхности раздела двух сред.

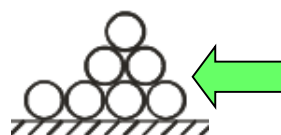
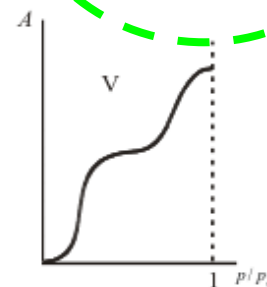
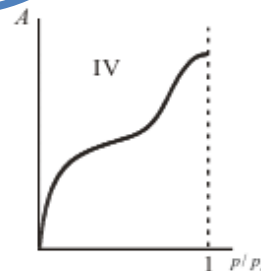
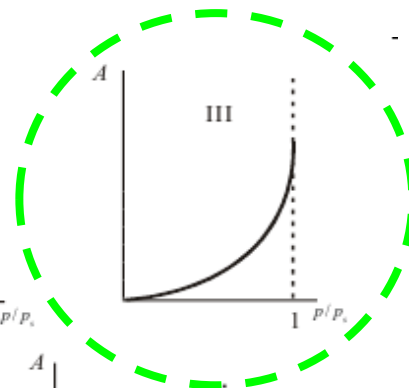
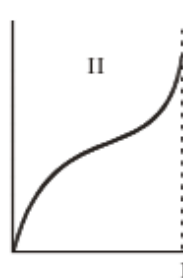
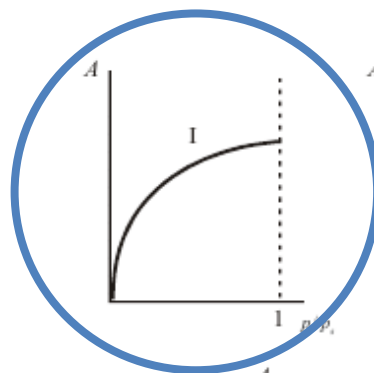
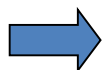
Движущая сила адсорбции – разность полярностей двух сред, обусловленная нескомпенсированностью межмолекулярных взаимодействий, действующих в жидкости и твердом теле, на границе раздела.

Поверхностно-активные вещества способны концентрироваться на поверхности раздела полярных и неполярных сред и нивелировать разность полярностей.

## Тритон X-100



Irving Langmuir



Stephen Brunauer



Edward Teller



Paul Emmett

Основные типы изотерм адсорбции

# ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Активированный уголь
- Энтеросгель (полиметилсилоксана полигидрат)
- Шрот расторопши



WV



# МЕТОДЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

- Поверхностное натяжение водных растворов ( $\gamma_{LV}$ , мДж/м<sup>2</sup>) измеряли методом Вильгельми и рассчитывали по формуле:

$\gamma_{LV} = (P_{отр} - P_{сух}) / (2d)$ , где  $d = 1,1$  см – ширина пластинки.

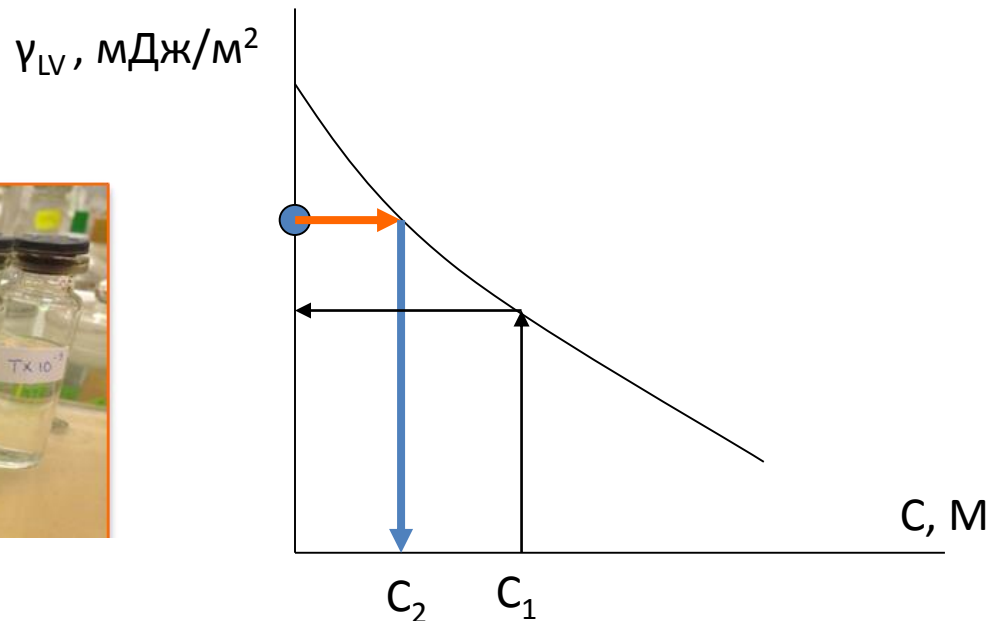
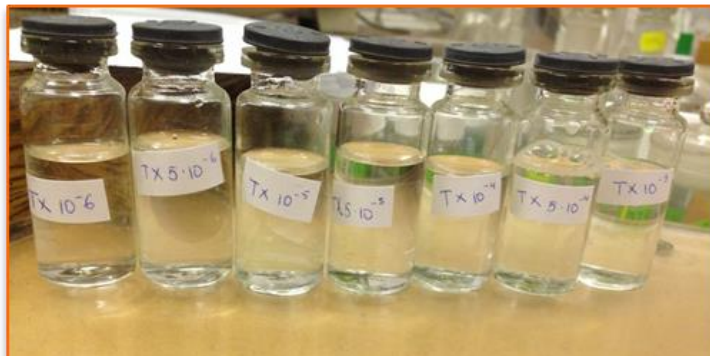


*Растворы контактировали с адсорбентом 2 часа*

# МЕТОДЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

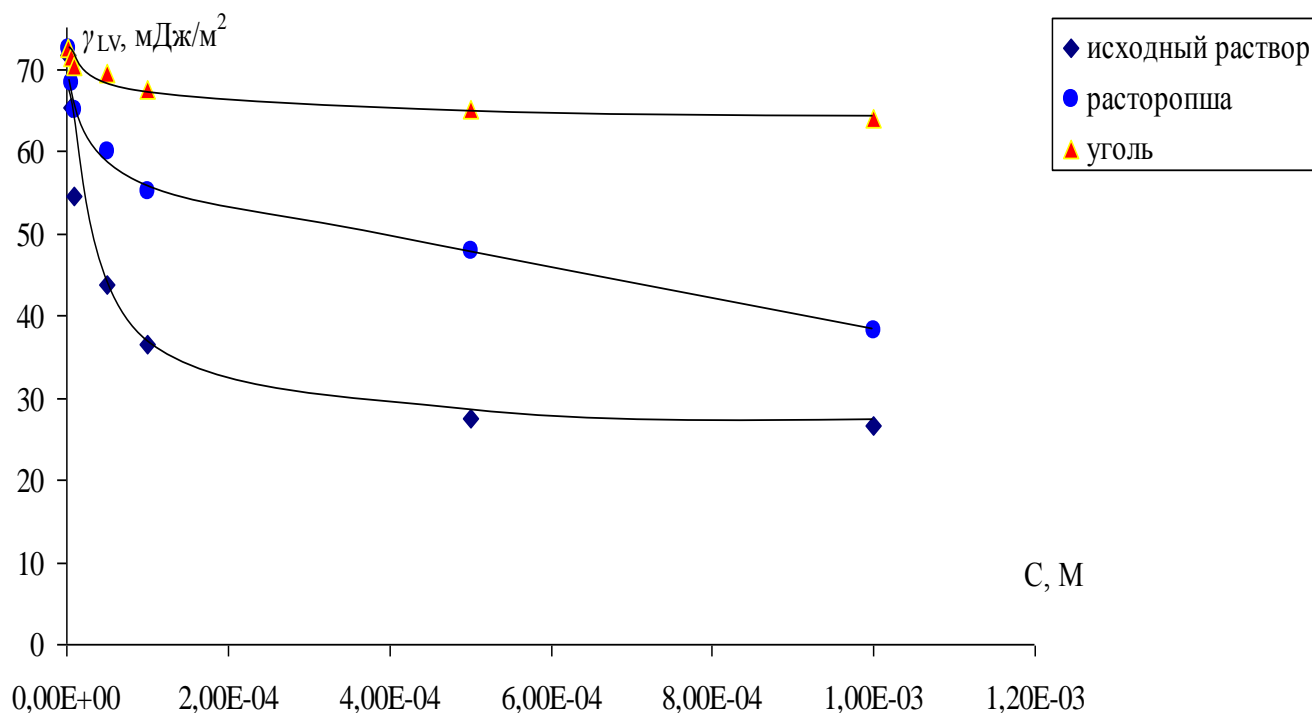
- Адсорбцию ТХ-100 рассчитывали по формуле

$\Gamma = \{(C_1 - C_2) * V\} / m$ , где  $C_1$  и  $C_2$  – исходная концентрация ТХ-100 в растворе и его концентрация в растворе после адсорбции;  $V = 5$  мл – объем раствора ТХ-100;  $m = 0,2$  г – масса навески адсорбента.



# РЕЗУЛЬТАТЫ

## Зависимости поверхностного натяжения растворов тритона X-100 от концентрации.



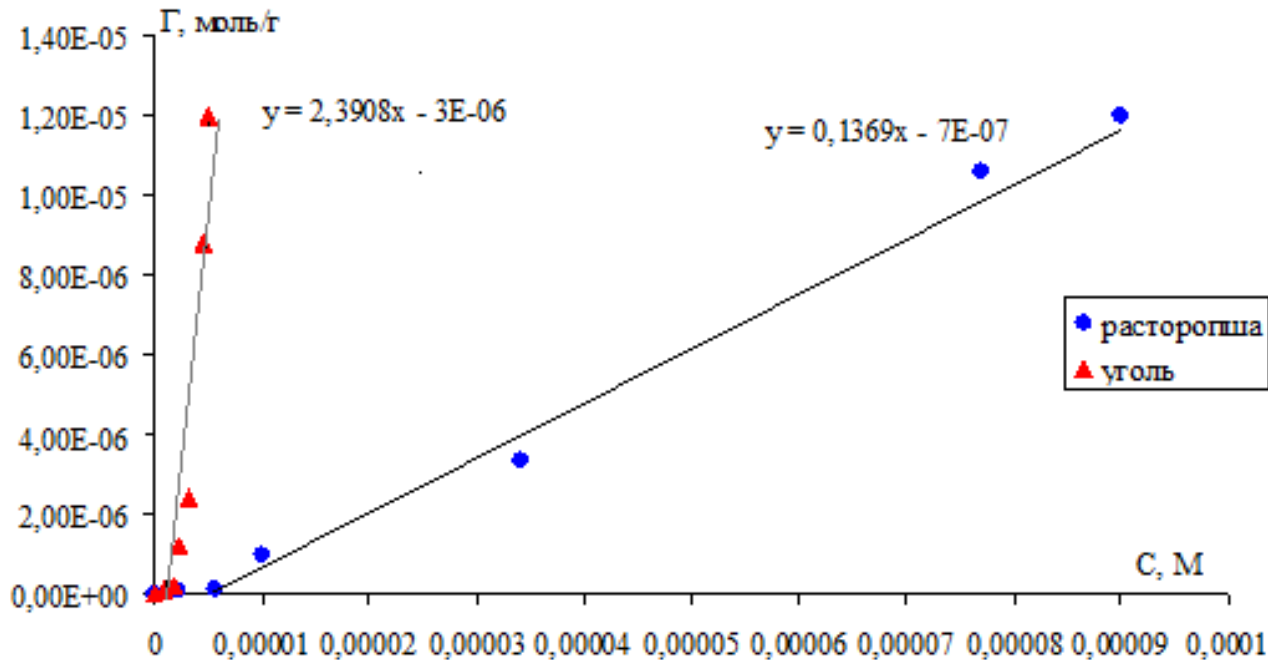
Контрольный опыт:  
 $\gamma_{LV} = 67,4$  мДж/м<sup>2</sup>

Поверхностное натяжение воды  $\gamma_{LV} = 72,4$  мДж/м<sup>2</sup>.

**Выбранная нами методика непригодна для изучения адсорбционных свойств Энтеросгеля.**

# РЕЗУЛЬТАТЫ

**Зависимости адсорбции тритона X-100 на поверхности лекарств-адсорбентов от его равновесной концентрации в растворе**



**При увеличении концентрации в растворе адсорбция ТХ-100 более резко возрастает на поверхности активированного угля.**

# ВЫВОДЫ

1. Показано, что активированный уголь является более эффективным адсорбентом, чем шрот расторопши.
2. Экспериментально установлено, что в состав препарата «Энтеросгель» входят водорастворимые поверхностно-активные вещества, что делает невозможным проверку его эффективности как адсорбента путем определения адсорбции ПАВ.

### **3. Смачивание и адгезия**

СМАЧИВАНИЕ – распространенное физико-химическое явление  
в многофазных системах, где взаимодействует жидкость с  
поверхностью твердых тел в газе или другой жидкости

*конкуренция сил адгезии и когезии –  
межмолекулярных взаимодействий внутри жидкости и на поверхности раздела*



# СМАЧИВАНИЕ

иммерсионное

КОНТАКТНОЕ

**Уравнение Юнга**

$$\cos \theta = (\gamma_{SV} - \gamma_{SL}) / \gamma_{LV}$$

## Характеристика смачивания

$\theta > 90^\circ$  несмачивание

$0 < \theta < 90^\circ$  смачивание

$\theta \rightarrow 0$  растекание

## Условия смачивания

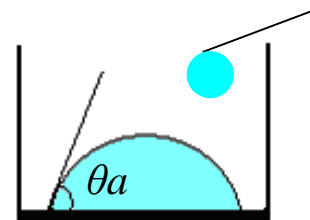
$W_a < \frac{1}{2} W_k$  несмачивание

$\frac{1}{2} W_k < W_a < W_k$  смачивание

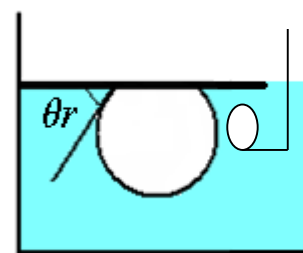
$W_a > W_k$  растекание

работа адгезии  $W_a = \gamma_{SV} + \gamma_{LV} - \gamma_{SL}$

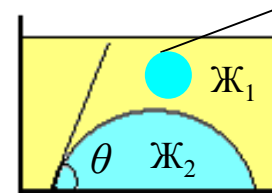
работа когезии  $W_k = 2 \gamma_{LV}$



натекание



оттекание



избирательное  
смачивание



# Лаки, are you lucky?



**Авторы:**

**Чинь Зиеу Линь, Федяшова Анастасия Константиновна,  
10 «Б» класс ГБОУ СОШ № 1297 ЦАО г. Москвы**

**Руководители:**

**Шабалин В.Г., к.х.н., учитель химии ГБОУ СОШ №1297**

**Богданова Ю.Г., к.х.н., доцент,**

**с.н.с. химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова**

**Холоднова О.Е., учитель биологии ГБОУ СОШ №1297**

**Москва 2015**

## Компоненты натуральных лаков



## Компоненты промышленных лаков



**Задача работы - выяснить**  
причины отказа современных  
производителей лаков для ногтей  
от компонентов натурального  
(природного) происхождения.

# Этапы работы

## 1. Анализ информации

- история и эволюция лаков (от растительных компонентов к синтетическим)
- техники нанесения лаков
- биологические аспекты маникюра
- понятие об адгезии

## 2. Экспериментальные исследования

- выявлены факторы сопоставления
- выбраны объекты и методики исследования
- получены результаты и сделаны выводы



# ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

## ➤ Лаки промышленного производства



## ➤ Натуральные лаки



Камфорное масло

Оливковое масло



# Методики исследования

I. Определение и сопоставление адгезии лаковых покрытий к полистирольной пластине, моделирующей ноготь.

Основание для выбора полистирола в качестве модельной поверхности – близкие значения краевых углов капель воды на поверхности ногтя ( $84^\circ$ ) и полистирольной пластины ( $86^\circ$ ).

**Параметр сравнения – адгезионная прочность  $\tau = (mg)/S$**

*$m$  (кг) – масса груза, при которой происходил отрыв (соединение при данной нагрузке сохранялось менее 1 мин),  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения,  $S$  (м<sup>2</sup>) – площадь адгезионного соединения*

**Определение адгезионной прочности: метод отрыва**

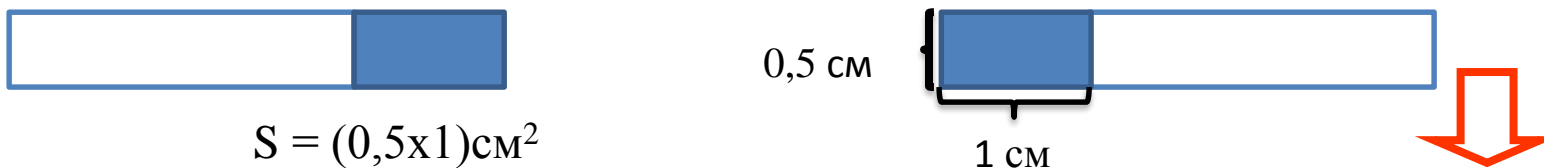


# МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

I. Определение и сопоставление адгезии лаковых покрытий к полистирольной пластине, моделирующей ноготь.

## Подготовка адгезионных соединений

1) Склеивание внахлёт полосок полистирола (размером 80х5х1мм) слоем лака.



2) Высушивание на воздухе при комнатной температуре в течение 7 суток под нагрузкой 200г.



Для каждого образца лака готовили от 6 до 9 адгезионных соединений.

# Методики исследования

I. Определение и сопоставление адгезии лаковых покрытий к полистирольной пластине, моделирующей ноготь.

Измерение массы груза, при которой происходил разрыв адгезионного соединения

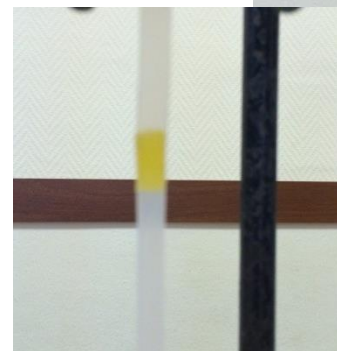
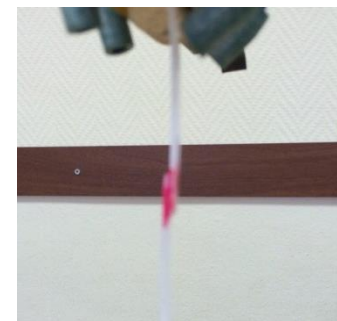
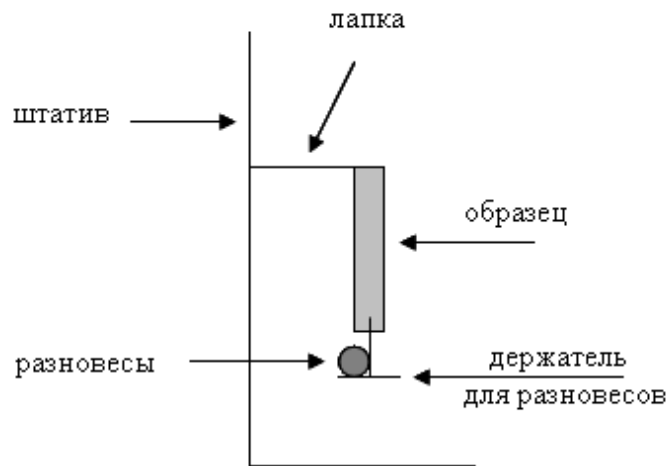


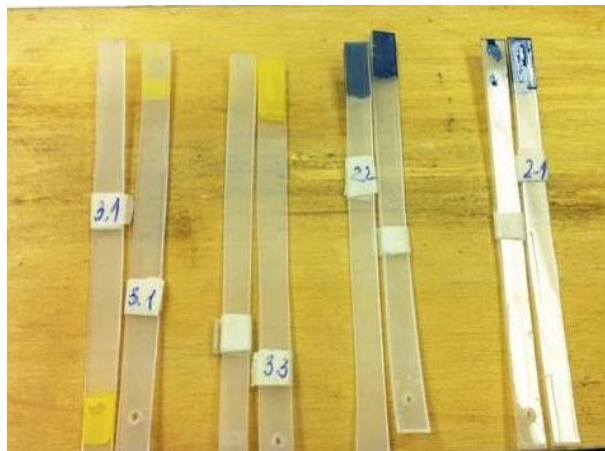
Схема (слева) и вид (справа) экспериментальной установки для определения адгезионной прочности.

Фотографии адгезионных соединений

# МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

I. Определение и сопоставление адгезии лаковых покрытий к полистирольной пластине, моделирующей ноготь.

Анализ характера разрушения



Вид образцов после адгезионного и когезионного разрыва адгезионных соединений.

II. Определение и сопоставление времени высыхания



# РЕЗУЛЬТАТЫ

## Характеристики покрытий промышленных лаков

Образец	Avon - оранжевый	Avon - синий	OPI - желтый	OPI - зеленый
Масса груза, гр	800	800	700	900
$\tau$ , Н/м <sup>2</sup>	156800	156800	137200	<b>176400</b>
$h$ , мм	0,03	0,03	0,04	0,04
Время высыхания, мин	~21	~27	~22	~26



**Лак на основе  
оливкового масла и глины:**

$\tau \rightarrow 0$ ,  $t$  велико



Внешний вид лакового покрытия на основе  
натуральных (слева) и синтетических (справа)  
компонентов.

Водный маникюр в присутствии  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$   
Не дал положительного результата.

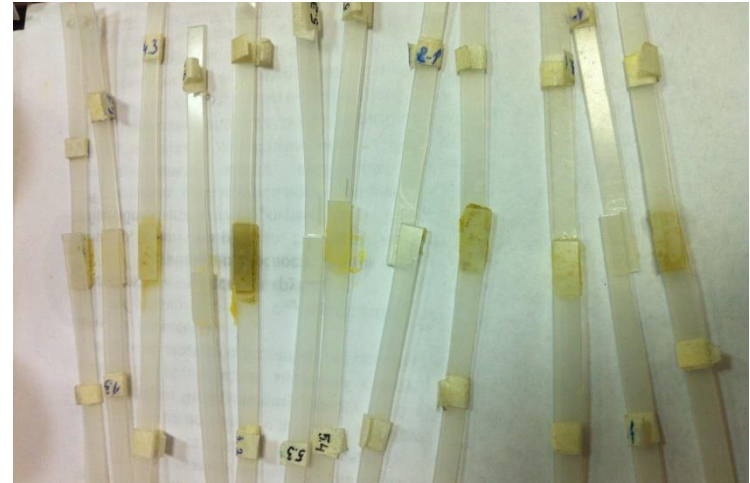


Рекомендована рецептура  
маски для ногтей на основе  
оливкового масла и глины.

Маска оказывает  
увлажняющий и  
пилинг-эффекты.

# РЕЗУЛЬТАТЫ

**12 рецептов  
лака на основе  
яичного белка (желтка),  
льняного и камфорного масел:  
 $\tau$  увеличивается,  $t$  велико**



Характеристики покрытий натуральных лаков



№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса груза, гр	500	500	-	-	-	-	500	200	100	-	100	-
$\tau$ , Н/м <sup>2</sup>	98000	98000					98000	39200	19600		19600	
$h$ , мм	0,07	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,01	0,07	0,02	0,05	0,01	0,03

содержат камфорное масло: образцы 7-11

содержат катализатор: образцы 1,2,7,8

Образцы 9 и 11: льняное и камфорное масла, яичный белок/желток



# Визуализация характера разрушения

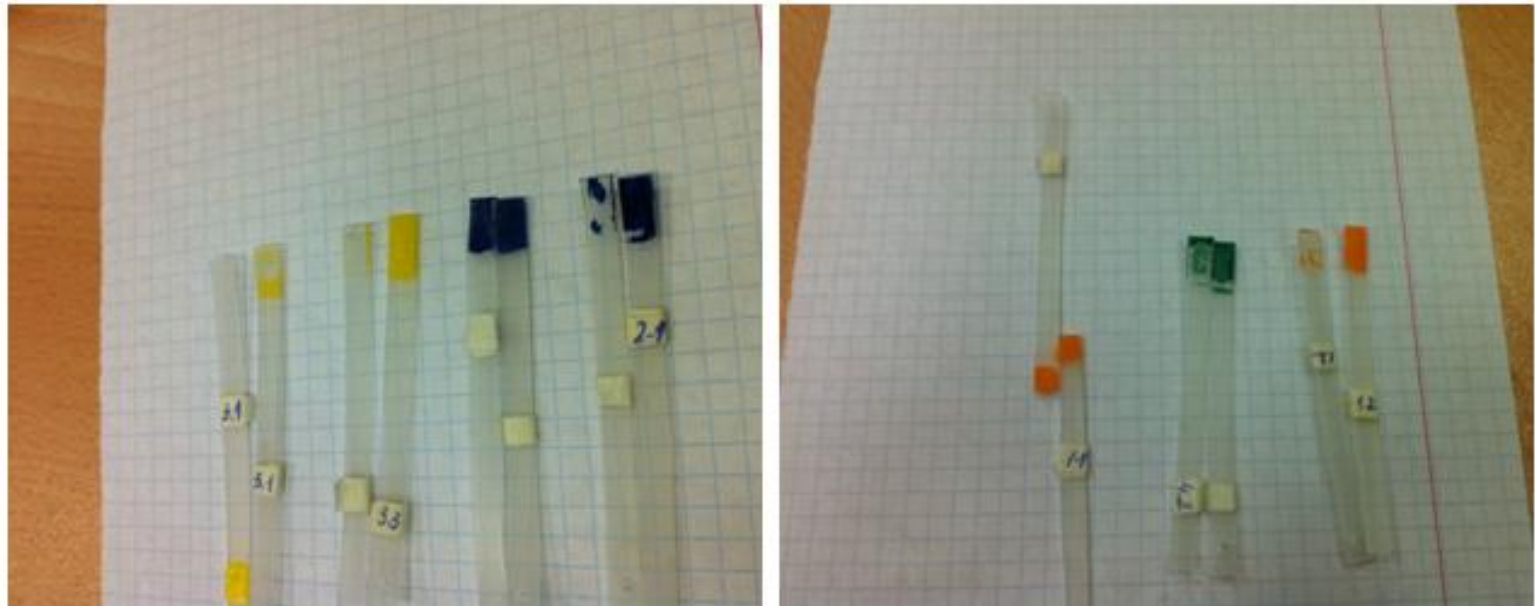
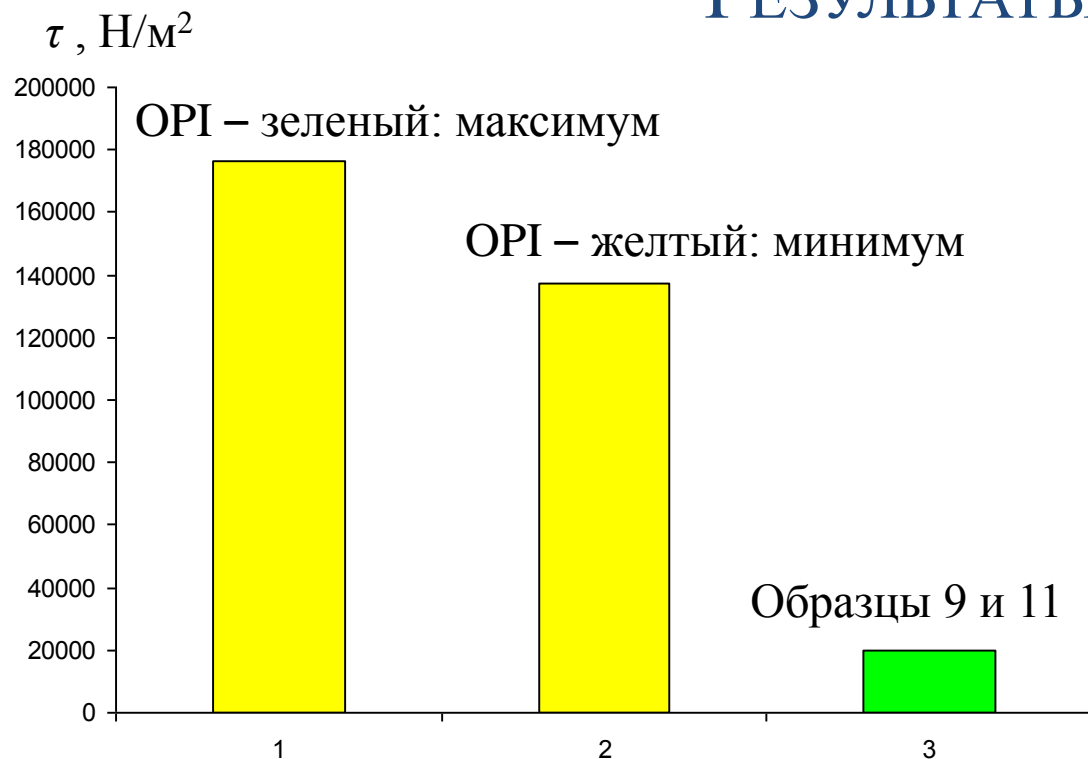


Рис. 4. Вид образцов после адгезионного и когезионного разрыва адгезионных соединений.

Адгезионный разрыв: образцы 3.3. и 2.1 (второй слева и правый образцы); Адгезионный разрыв: образец 1.2 (правый);  
когезионный разрыв: образцы 3.1 и 2.2 (левый и третий слева образцы). когезионный разрыв: образцы 1.1 и 4.2.

# РЕЗУЛЬТАТЫ



Время высыхания:

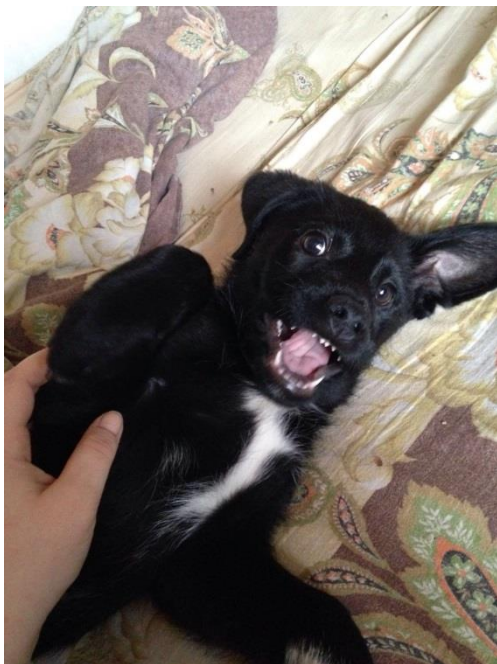
промышленные лаки: 15-30 мин,

натуральные лаки: 1-14 суток.



# Выводы

1. Установлено, что основной причиной использования синтетических компонентов современных лаков является чрезвычайно низкая скорость высыхания основы лака из натуральных компонентов. Пленкообразующая способность лаков на основе природных и синтетических компонентов различается незначительно.
2. Рекомендована рецептура маски для ногтей на основе оливкового масла и глины. Маска оказывает увлажняющий и пилинговый эффекты.
3. Показано, что смесь льняного и камфорного масел является перспективной для создания лаков на основе натуральных ингредиентов.



# Собачья радость

Авторы:

Хаджи Елизавета Ильинична,  
Минеева Дарья Константиновна, Мешкова Софья Сергеевна  
10 «Б» класс ГБОУ СОШ №1297 ЦАО г.Москвы

Руководители:

Шабалин В.Г., учитель химии ГБОУ СОШ №1297

Холоднова О.Е., учитель биологии ГБОУ СОШ №1297

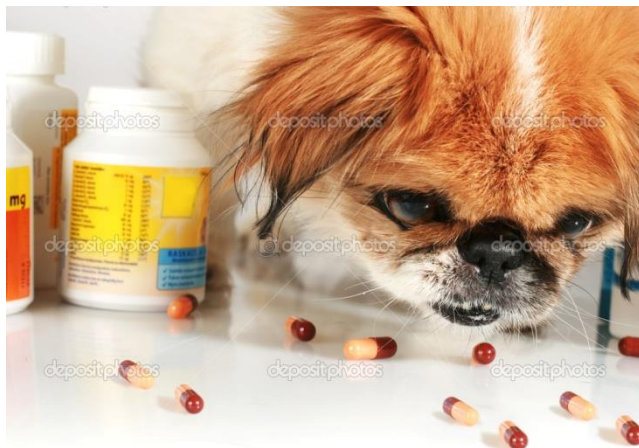
Богданова Ю.Г., к.х.н., доцент, с.и.с. Химического факультета МГУ имени  
М.В.Ломоносова

# Постановка цели и задач работы

**Проблема:** противогололедные реагенты вызывают микротравмы подушечек лап и дерматиты у собак. Это провоцирует отравления домашних питомцев.



**Существующие пути решения проблемы:** использование защитных ботиночек и протекторных смазок.

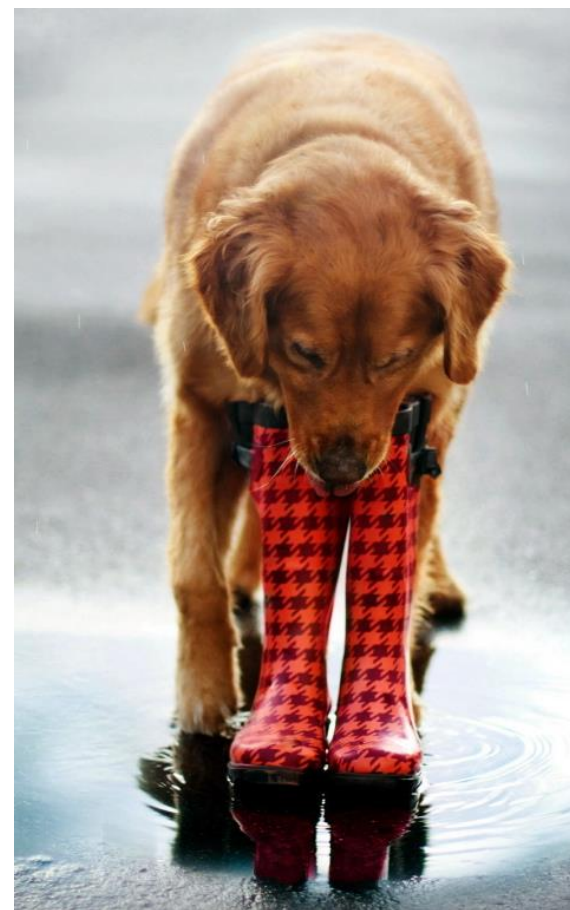


# Постановка цели и задач работы



**Существующие пути решения проблемы:** использование защитных ботиночек и протекторных смазок.

Воск оставляет следы на полу и на одежде,  
не всегда есть в продаже,  
не пригоден для длинношерстных собак,  
не все собаки любят запах воска.



Собаки сдирают ботинки.

# Постановка цели и задач работы

**Цель работы** – создать композицию, которую можно было бы легко приготовить в домашних условиях и которая послужила бы достойной альтернативой протекторным средствам для собачьих лап, существующим в настоящее время на рынке.

Задачи работы:

- Анализ токсического действия компонентов антигололёдных реагентов (как для людей, так и для животных).
- Оценка эффективности, достоинств и недостатков уже созданного воска для защиты лап.
- Поиск безопасных и действенных компонентов для создания нового продукта.
- Создание нового продукта - защитного крема для лап.
- Тестирование продукта в лаборатории и проба продукта на питомце.

# Методическая часть

## Компоненты защитного воска «Айда гулять»:

### Пчелиный воск (адгезив)

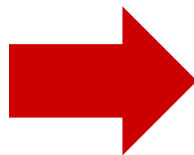
Обладает бактерицидными, противовоспалительными, ранозаживляющими и смягчающими свойствами. Восстанавливает эластичность кожи.

### Ланолин (увлажнитель)

### Вазелин (пленкообразователь)

Обеспечивает защиту от неблагоприятного воздействия противогололедных реагентов, бензина, мазута, низких температур. Предотвращает образование трещин.

### Масло чайного дерева (анитисептик, фунгицид)



### Гуммиарабик (5 ложек)

### Силиконовый крем (6 ложек)

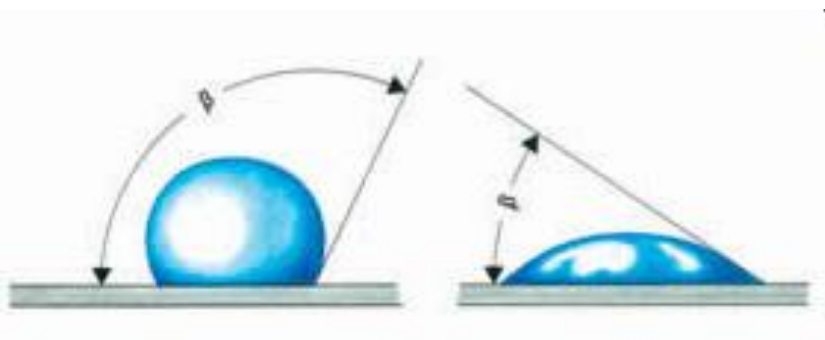
### Присыпка (2 ложки)

использовалась как загуститель



# Методическая часть

Устойчивость пленки крема на поверхности тефлона, моделирующей кожу, оценивали методом смачивания.



# Результаты



**Постоянство значений углов капель воды на поверхности пленки, нанесенный на тефлон, после нескольких циклов тестирования свидетельствует о ее устойчивости.**

- Угол капли воды на тефлоне без крема
- Угол капли воды на тефлоне с кремом после прикладывания к поверхности
- Угол капли воды на тефлоне с кремом после трения по поверхности



## Вывод

Создан новый защитный крем на основе водорастворимого адгезива, который легко приготовить в домашних условиях и который является достойной альтернативой протекторным средствам для собачьих лап, существующим в настоящее время на рынке.

*ГБОУ СОШ № 1297 ЦАО г. Москвы*

**Прогнозирование гемосовместимости  
поверхностей материалов биомедицинского  
назначения методом смачивания**

*Авторы:*

*Аствацатурова Софья, 10 Б*

*Трухачёва Анна, 10 Б*

*Чинь Зиеу Линь, 11 Б*

*Пруд Владислав, 11 Б*

**Руководители:**

Богданова Ю.Г., к.х.н., доцент, с.н.с. химического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

Шабалин В.Г., к.х.н., учитель химии ГБОУ СОШ №1297

Холоднова О.Е., учитель биологии ГБОУ СОШ №1297

# Материалы современной медицины

## **сердечные клапаны**

корпус: пирографит  
створки: углеситалл  
манжеты: полиэфирная ткань,  
пропитанная антибиотиком и гепарином

## **шовные нити**

полиэфиры (лавсан, мерсилен)  
полиамиды (капрон, поликапроамид)  
полиолефины (полипропилен)  
фторполимеры  
(тефлон, поливинилиденфторид)  
биологические материалы

## **катетеры, системы переливания крови зонды, магистрали искусственной почки**

полиуретаны, полиэфиры, поливинилхлорид,  
силиконовый эластомер, полиакрилонитрил

## **контейнеры для хранения крови** тефлон, полипропилен

## **мембраны для гемодиализа**

модифицированная целлюлоза, полиамиды,  
полиэфирсульфон+поливинилпирролидон,  
поливинилхлорид, полиэтилен, тефлон  
полиметилметакрилат, полидиметилсилоксан,  
полиакрилонитрил, полисульфон

## **сосуды**

тефлон, полиуретан  
полиэфиры  
биологические материалы

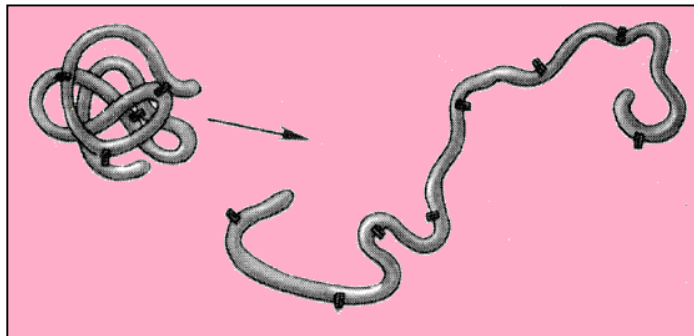
## Основные осложнения после введения имплантата:

тромбообразование, воспалительный процесс, нарушение метаболизма.

### Схема образования тромбов



### Изменение конформации белка на поверхности в результате адсорбции



### Белки плазмы крови

белок	М, КДа	С, г/л	С, моль/л
Альбумин (САЧ)	67	42	$6,2 \cdot 10^{-4}$
Фибриноген	330	3	$5,7 \cdot 10^{-6}$
Гаммаглобулин	160	15	$9,4 \cdot 10^{-5}$

# Развитие экспрессных методик оценки гемосовместимости – путь к оптимизации выбора полимера для медико-биологических исследований

## Определение межфазной энергии в модельной системе «полимер-вода» (Е. Рукенштейн)



❖ *Вода моделирует  
плазму крови*

$$\gamma_{S(W)W} = (1 \div 3) \text{ мДж/м}^2$$



$\gamma_{S(W)W}$  СЛИШКОМ МАЛО



самопроизвольное  
диспергирование, потеря  
устойчивости материала

$\gamma_{S(W)W}$  СЛИШКОМ ВЕЛИКО

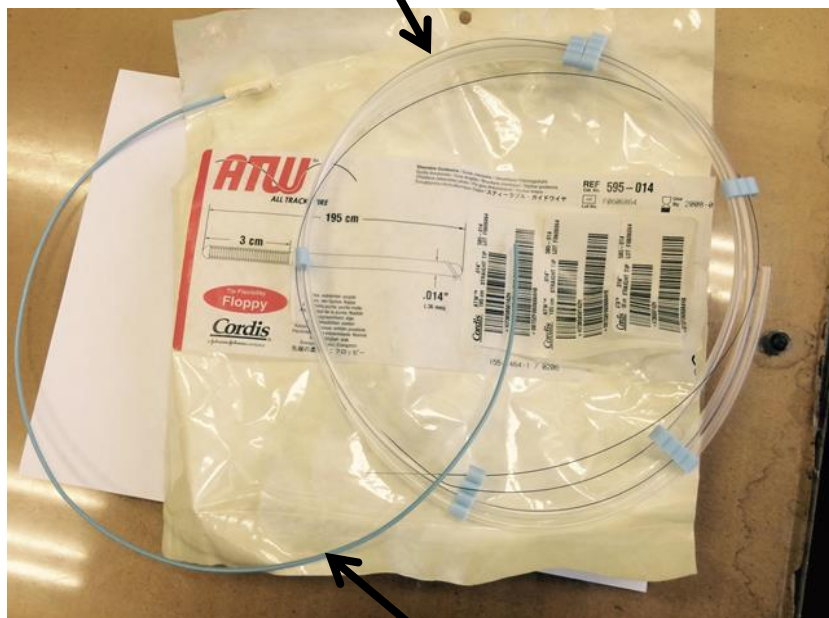


стимул для адсорбции белка

## Цель работы:

- освоить подход Е. Рукенштейна к экспрессной оценке гемосовместимости полимера на основании энергетических характеристик поверхности полимерного материала в модельной системе
- применить его к исследованию материалов, используемых в современной медицине
- сделать заключение о применимости оценки гемосовместимости с помощью подхода Е. Рукенштейна к объектам исследования.

**Катетер диагностический  
коронарный SUPER TORQUE  
(полиуретан)**



**Проводник коронарный  
управляемый ATW  
(покрытие Duraglide/тефлон (PTFE))**

**Объекты исследования:**

Шовные нити (монокрил, кетгут)

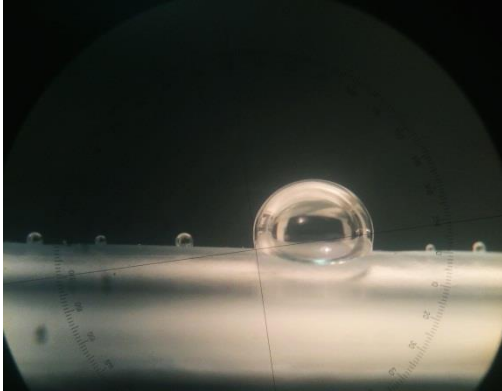
Саморассасывающаяся губка  
SURGICEL



Не дают устойчивых краевых  
углов капель жидкостей

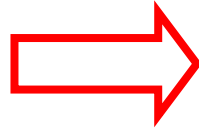
# Схема проведения эксперимента

1) Измерение краевых углов капель  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_2\text{I}_2$  на поверхности полимера



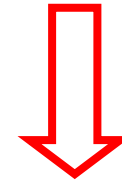
*Фотография капли воды на поверхности полимера (X 25 раз)*

$\theta_{L1}$  и  $\theta_{L2}$



Определение  $\gamma_{SV}^d$  и  $\gamma_{SV}^p$  – дисперсионной и полярной составляющих поверхностной энергии полимера

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SV}^d + \gamma_{SV}^p$$

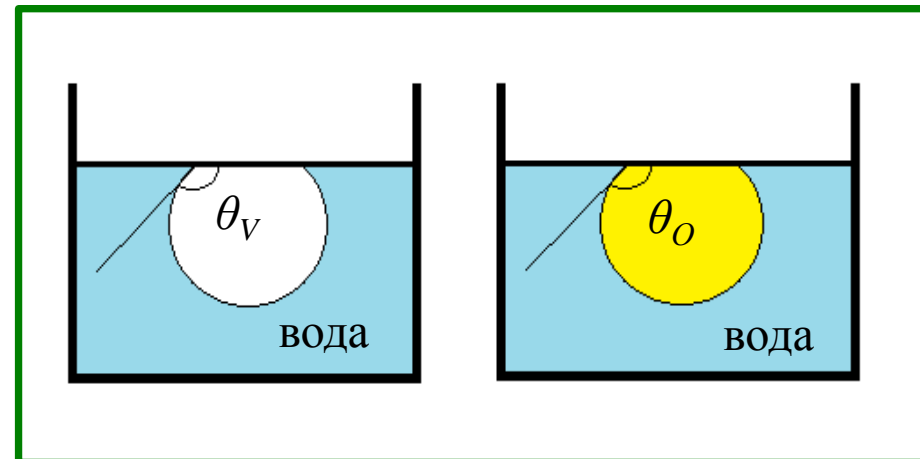
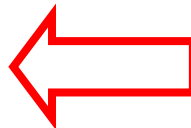


2) Измерение краевых углов после 24 час контакта полимера с водой (схема)

3) Расчет межфазной энергии границы полимер-вода

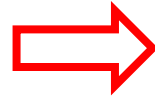
$\gamma_{S(w)w}$   
и сопоставление полученной величины с критериальным значением

$$\gamma_{S(w)w} = (1 \div 3) \text{ мДж/м}^2$$



# Адсорбционное модифицирование поверхности катетеров

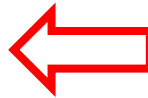
Выдерживание катетеров в растворах  
сывороточного альбумина человека (САЧ)  
 $C = 6 \cdot 10^{-4} M$  в течение 30 мин,  
высушивание 48 час при 20°C



Измерение  
краевых углов воды



Промывание образцов в воде,  
высушивание 48 час при 20°C



Измерение  
краевых углов воды



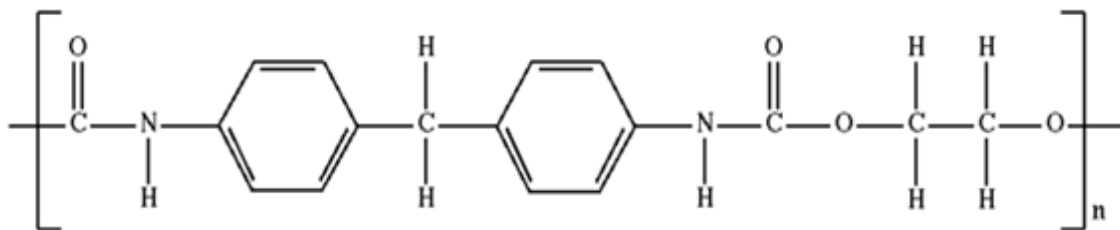
Сопоставление с данными для  
не модифицированной  
поверхности

# Результаты

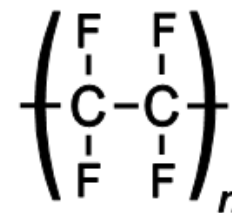
**Краевые углы тестовых жидкостей на поверхности катетеров ( $\theta$ , град),  
величины поверхностной энергии полимеров ( $\gamma_{SV}$ , мДж/м<sup>2</sup>),  
ее полярной ( $\gamma_{SV}^p$ ) и дисперсионной ( $\gamma_{SV}^d$ ) составляющих.**

Образец	$\theta(\text{H}_2\text{O})$	$\theta(\text{CH}_2\text{I}_2)$	$\gamma_{SV}^d$	$\gamma_{SV}^p$	$\gamma_{SV}$
Катетер SUPER TORQUE	63	47	28	16	44
Проводник ATW	63	43	30	15	45

**Поверхности обоих материалов гидрофильны.**



Полиуретан:  
 $\gamma_{SV} = 42$  мДж/м<sup>2</sup>



Тефлон:  
 $\gamma_{SV} = 16$  мДж/м<sup>2</sup>

# Результаты

Краевые углы ( $\theta$ , град) пузырька воздуха ( $\theta_{V(W)}$ ) и капли октана ( $\theta_{O(W)}$ ) на поверхности катетера после ее контакта с водой 24 час, а также рассчитанные значения межфазной энергии ( $\gamma$ , мДж/м<sup>2</sup>) границы полимер-вода.

Образец	$\theta_{V(W)}$	$\theta_{O(W)}$	$\gamma_{S(W)W}$
Катетер SUPER TORQUE	96	119	21
Проводник ATW	94	108	16

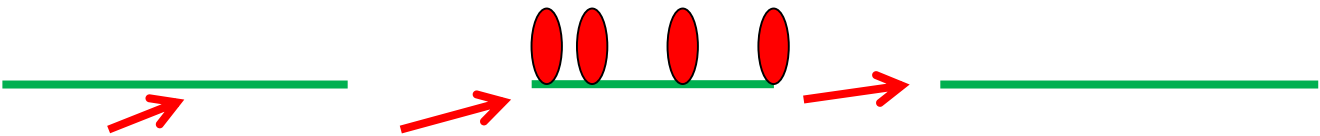
$$\gamma_{S(W)W} = (1 \div 3) \text{ мДж/м}^2$$

Поверхности обоих катетеров плохо совместимы с кровью.  
Ожидается, что белок будет адсорбироваться.

# Результаты

**Влияние адсорбционного модифицирования поверхностей катетеров САЧ:  
значения краевых углов воды ( $\theta$ , град) на поверхностях катетеров  
на разных этапах эксперимента.**

Образец	исходный	модифицированный	промытый
Проводник SUPER TORQUE	63	74	62
Катетер ATW	63	73	63



Адсорбционные слои САЧ полностью удаляются с поверхности катетеров при промывании в воде.

Прогноз на основании  $\gamma_{S(W)W}$  не универсален!

Скорость кровотока: в аорте около 50 см/с, в крупных артериях 40-45, в капиллярах — 0,05-0,07 см/с, в венах — 10-25 см/с, в полых венах — 30-33 см/с.

Скорость кровотока зависит от суммарного просвета кровеносных сосудов.

## Выводы

1. Освоена методика определения межфазной энергии «полимер-вода» с использованием метода смачивания.
2. На примере катетеров «Cordis» экспериментально показано, что существующий подход Е. Руkenштейна к оценке гемосовместимости полимерных материалов не пригоден в случаях, когда полимерный материал контактирует с кровью в динамических условиях.

*Спасибо за внимание!*

*Хороших нам проектов 😊*