

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
Специализированный учебно-научный центр (факультет) — школа-интернат  
имени А.Н. Колмогорова

# **Получение биостабильных композиций на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, наполненного дигидрокверцетином**

ученица 10 «М» класса СУНЦ МГУ им. М. В. Ломоносова  
Кравчук Екатерина Вячеславовна

Научный руководитель:

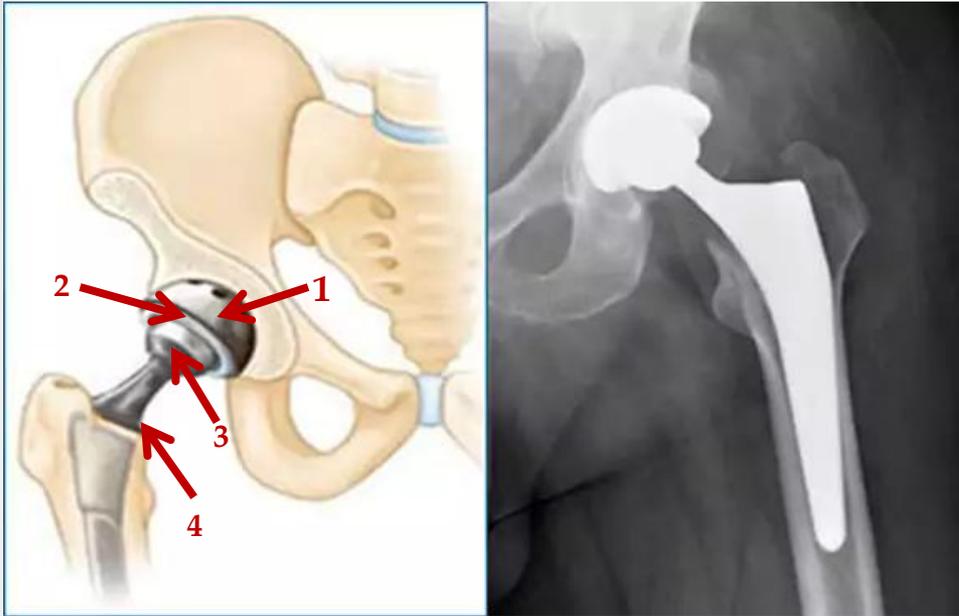
асп., инж.-иссл., ИНЭОС РАН Горошков М.В.

Москва, 2016 г.

# Цели работы

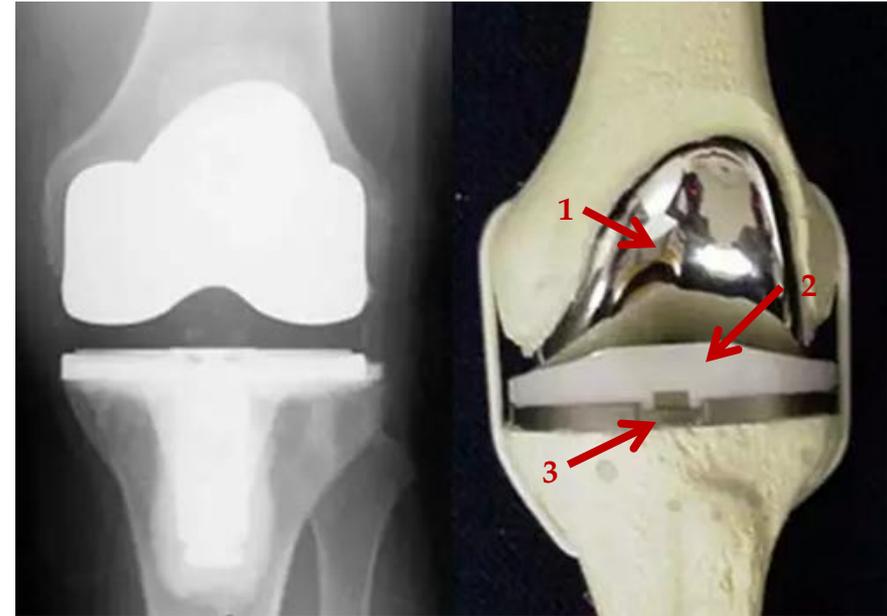
- Получение композиций сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) наполненных стабилизатором-дигидрокверцетином (ДГК)
- Исследование трибологических свойств полученных композиционных материалов, перспективных для использования в трибоимплантологии.

# Эндопротезирование



## **Протез тазобедренного сустава**

- 1- чашка (вертлужный компонент)
- 2-полиэтиленовый вкладыш
- 3- головка
- 4- ножка



## **Протез коленного сустава**

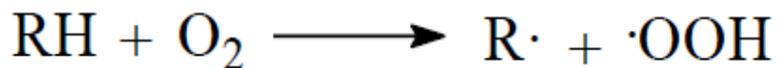
- 1- бедренный компонент
- 2- полиэтиленовый вкладыш
- 3-большеберцовый компонент

# Материалы эндопротезов суставов

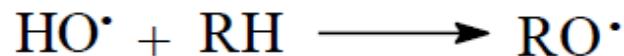
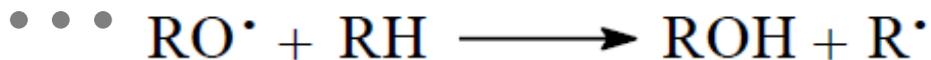
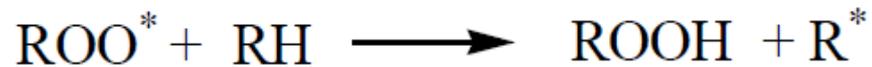
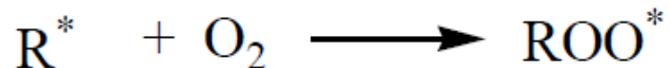
	Бедренный компонент	Вертлужный компонент
Суставной элемент	Металл, керамика	<b>СВМПЭ</b> , керамика, металл
Фиксационный элемент	Металл, металл + керамика, металл + костный цемент	Металл <b>СВМПЭ</b> + костный цемент Керамика

# Окисление полимерных углеводородов

Инициирование цепи



Продолжение (рост) цепи

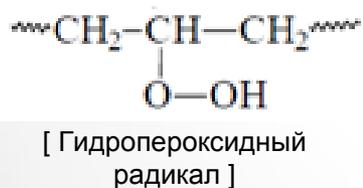


O<sub>2</sub> из воздуха

Реакция 1

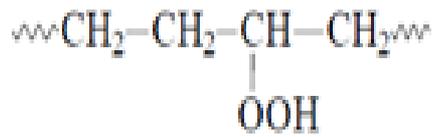


Реакция 2

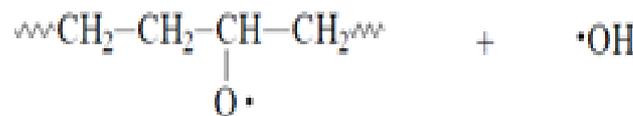


Реакция 3

Кетоны, альдегиды, спирты, эфиры и карбоновые кислоты

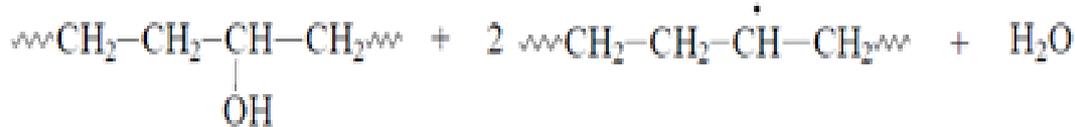


$\Delta$



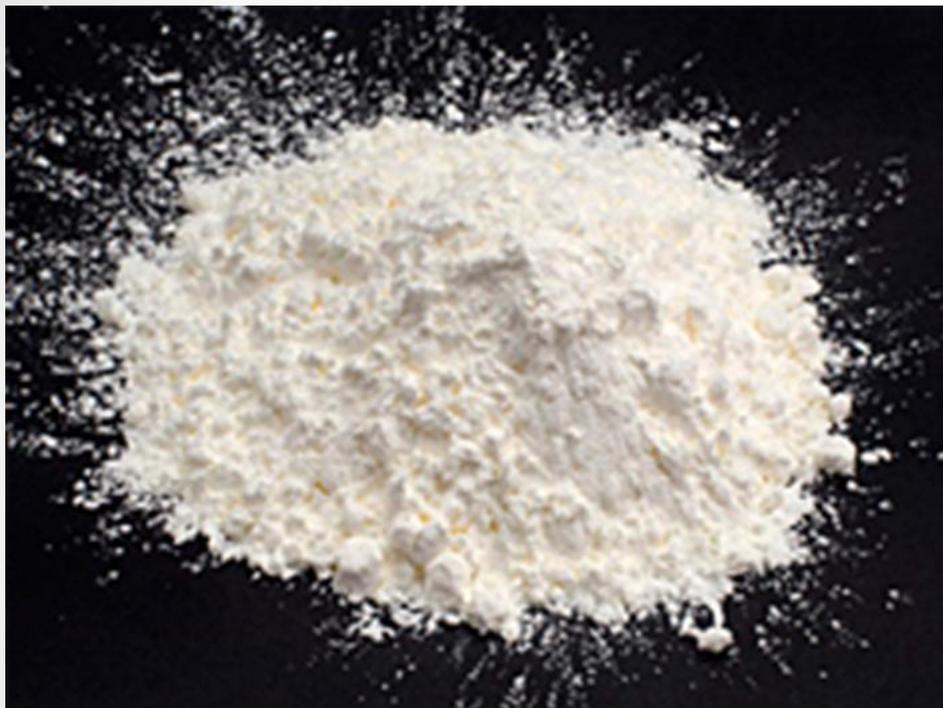
+ СВМПЭ

+ СВМПЭ

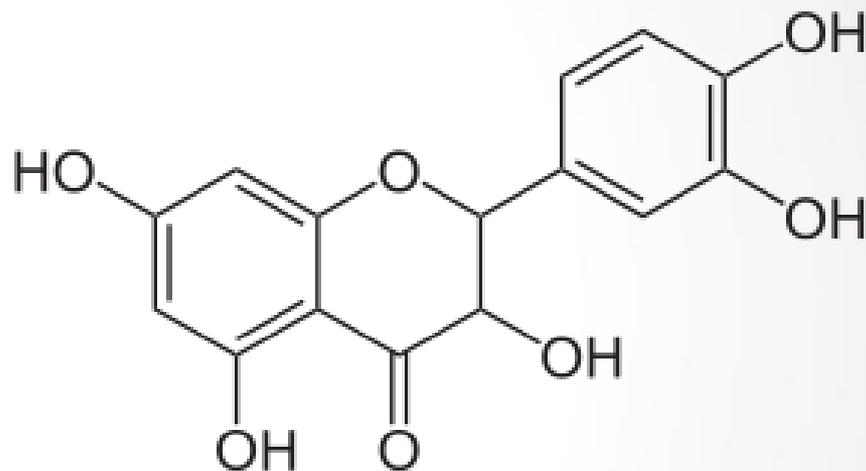


Термическое разложение гидроперекисей до спиртов

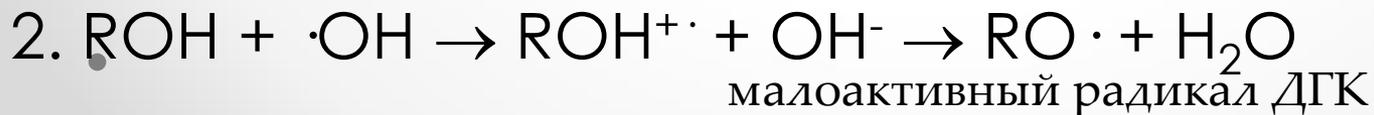
# Дигидроокверцетин - антиоксидант прямого действия



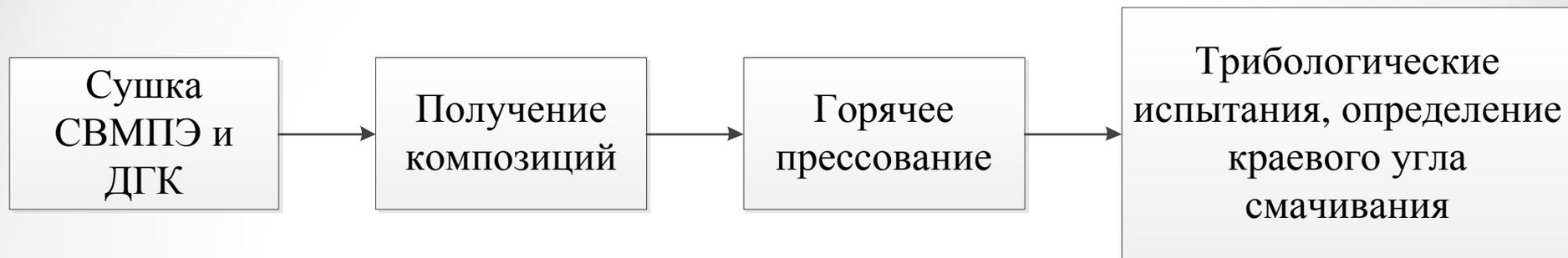
Внешний вид ДГК



Структурная формула ДГК

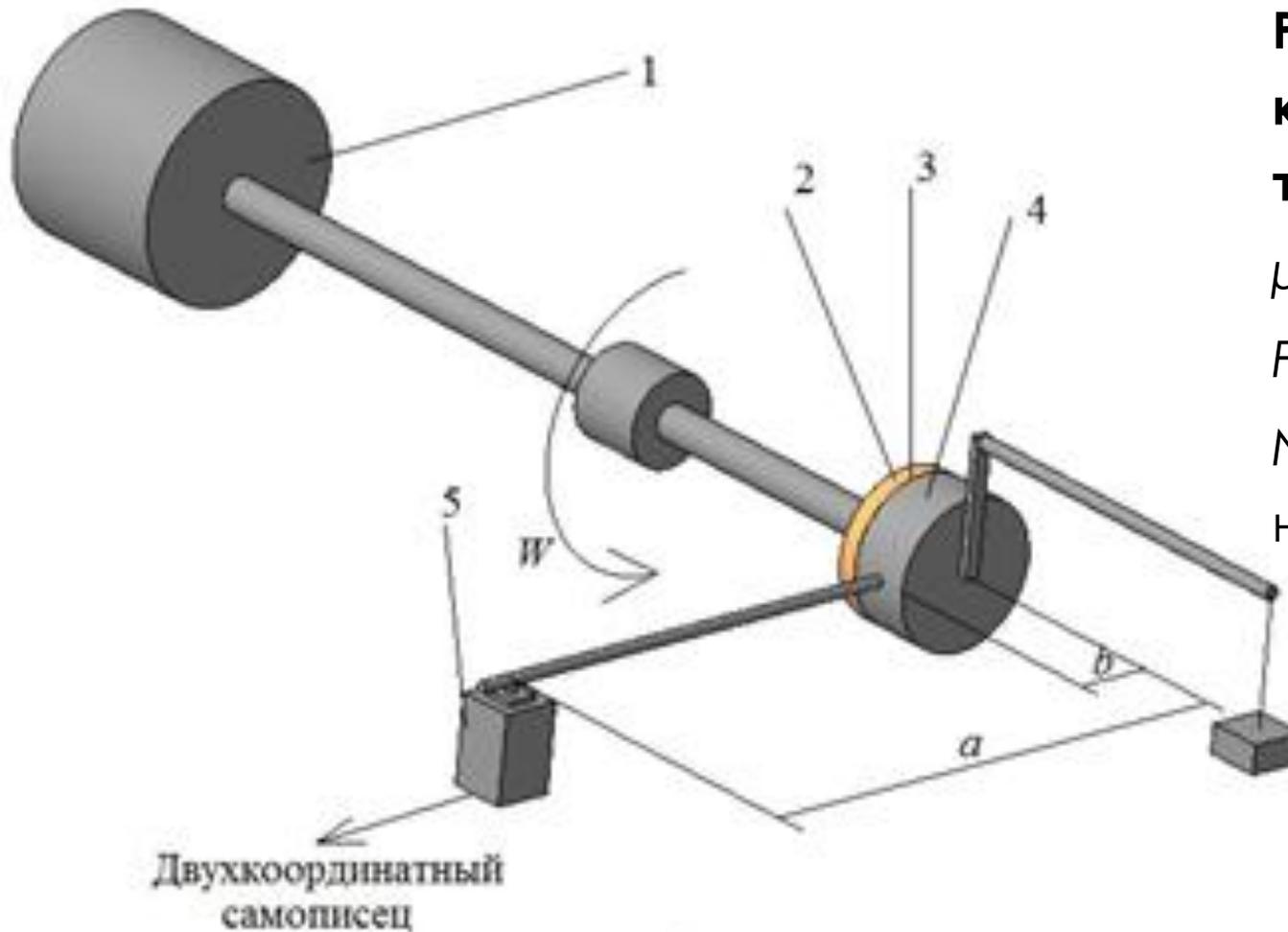


# Получение композиций СВМПЭ с ДГК



1. Смешение в ступке порошкообразного СВМПЭ и ДГК в среде этанола;
2. Сушка полученной смеси в термошкафу в течение 6 часов;
3. Прессование высушенной порошкообразной композиции при  $T = 180^{\circ}\text{C}$  и  $P = 150$  кгс с последующим охлаждением пресс-формы до  $50^{\circ}\text{C}$
4. Снятие давления, распрессовка образца и проведение испытаний

# Испытания на трение



Расчет  
коэффициента  
трения:

$$\mu = F_{tr}/N;$$

$F_{tr}$  – сила трения, Н;

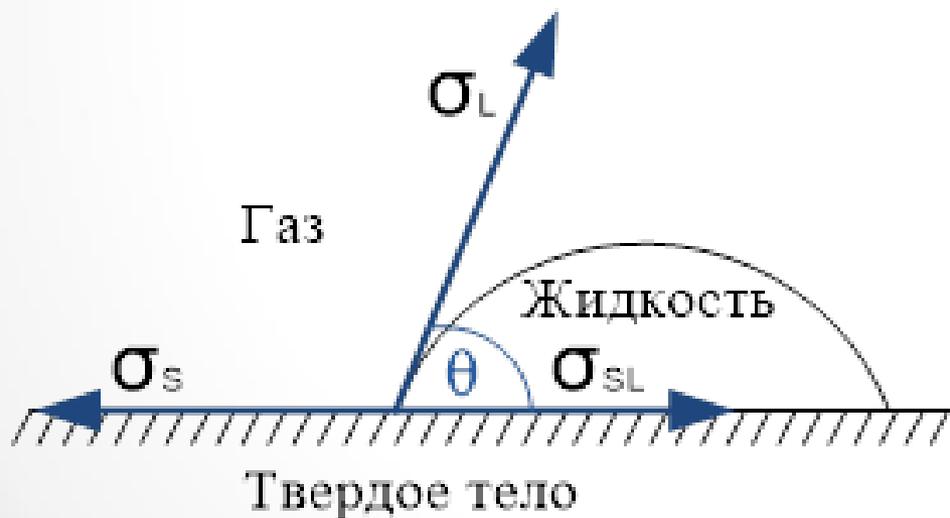
$N$  – нормальная нагрузка, Н

Схема машины трения И-47

1-подвижная бабка; 2- контр-тело; 3- образец;  
4- втулка; 5- датчик

# Определение краевого угла смачивания

Краевой угол смачивания является количественной характеристикой процесса смачивания, его величина определяет межмолекулярное взаимодействие частиц поверхности твёрдых тел с жидкостями

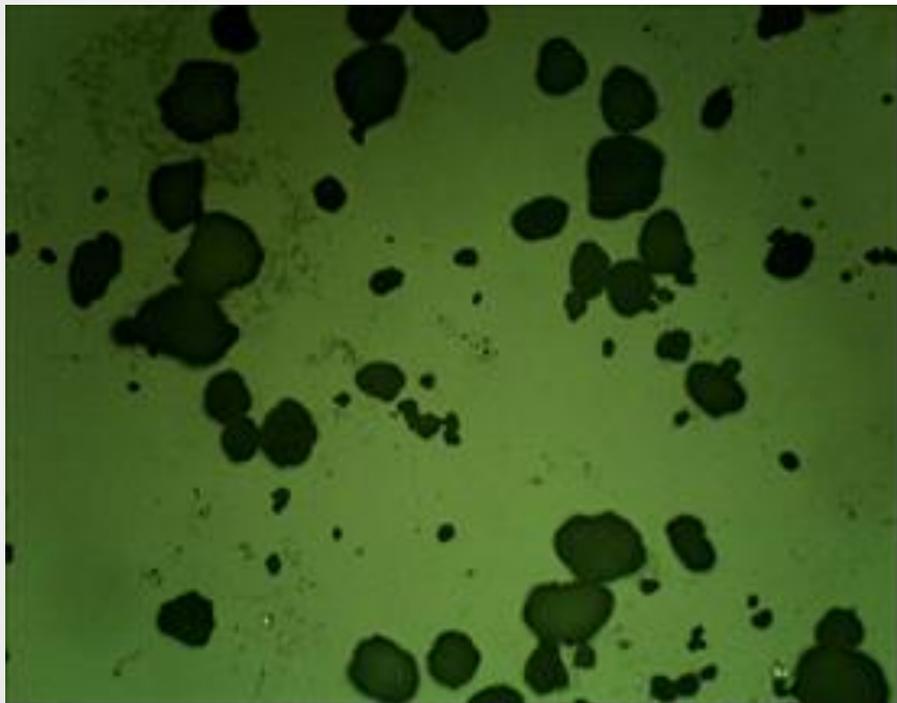


Уравнение Юнга:

$$\cos \theta = (\sigma_s - \sigma_{SL}) / \sigma_L,$$

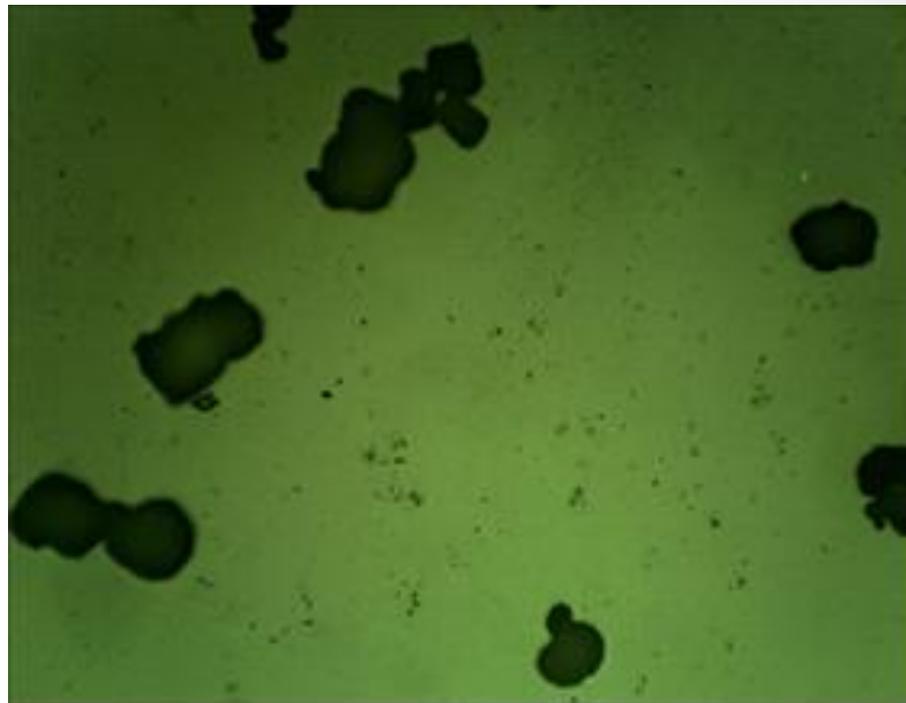
где  $\sigma_s$  и  $\sigma_{SL}$  –  
поверхностные энергии  
твёрдого тела на границе  
с газом и в контакте со  
смачивающей  
жидкостью,  $\sigma_L$  –  
поверхностное  
натяжение жидкости

# Распределение СВМПЭ



*Исходный порошок  
СВМПЭ*

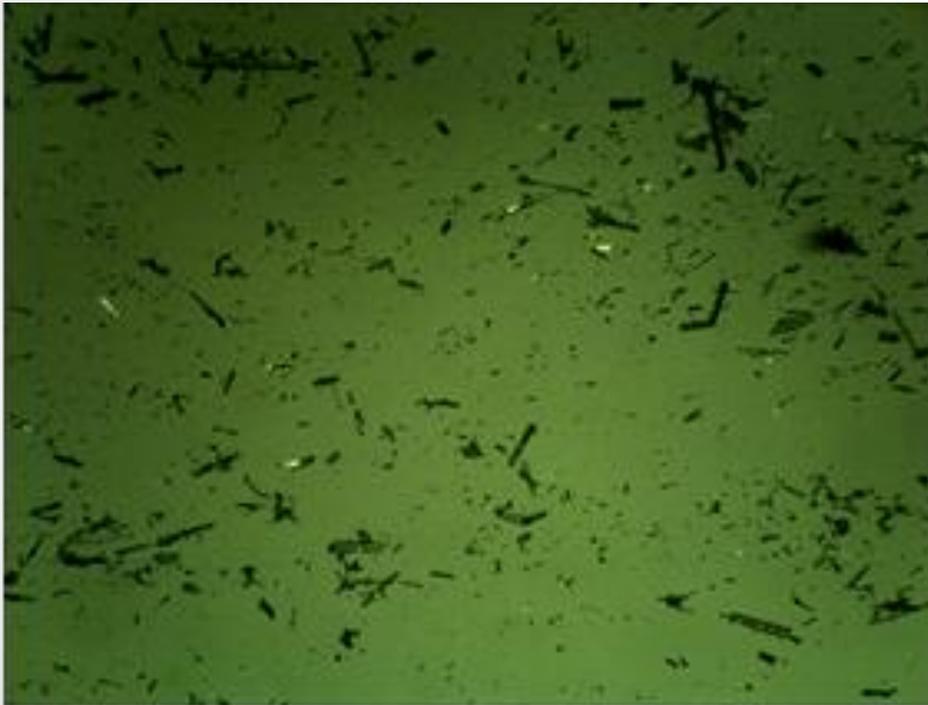
*Размер частиц 15-80 мкм*



*СВМПЭ в спирте*

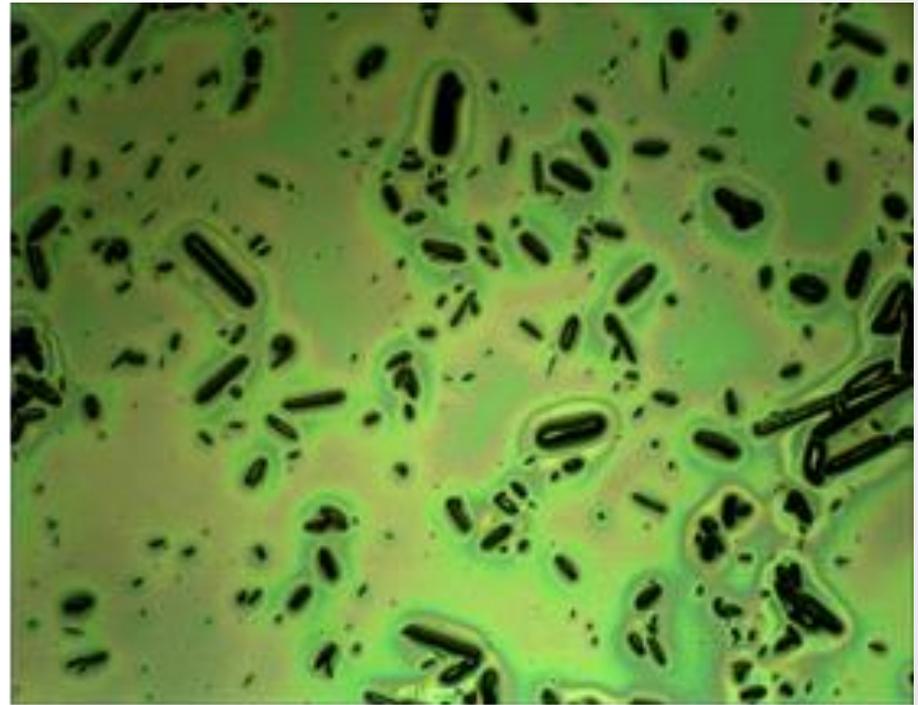
*Размер частиц 100-150 мкм*

# Распределение ДГК



Исходный порошок ДГК

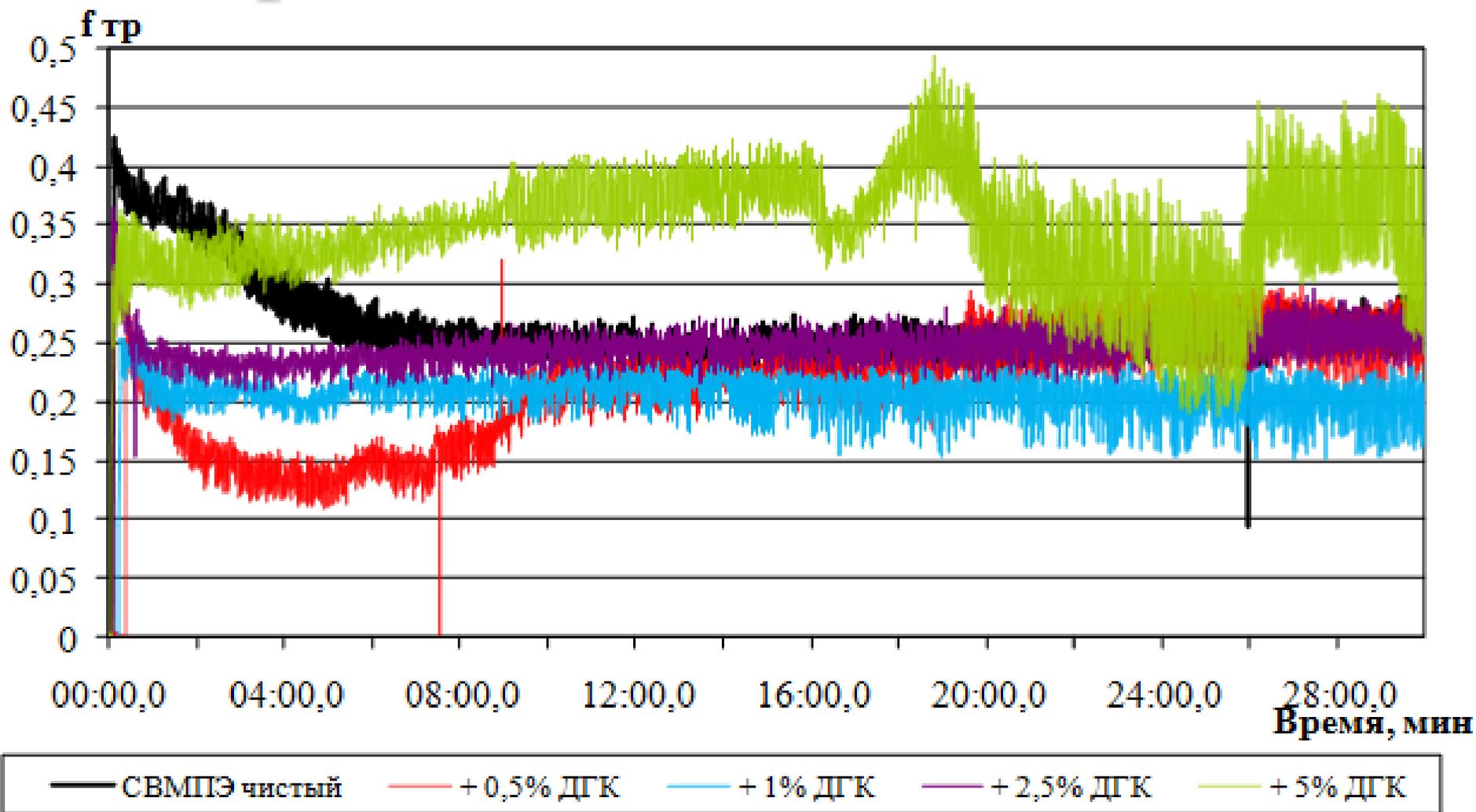
Размер частиц 5-70 мкм



ДГК в спирте

Размер частиц 1- 80 мкм

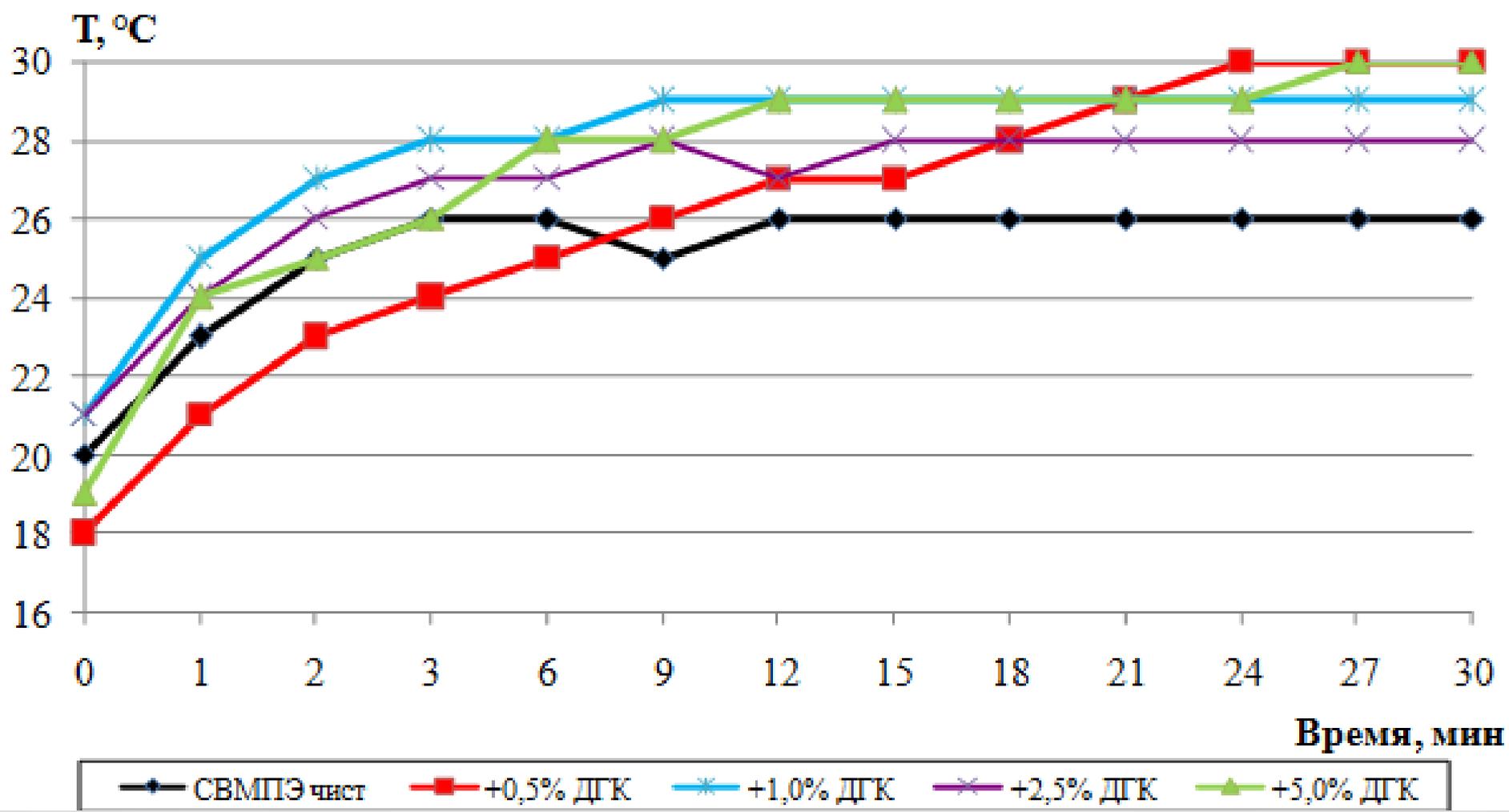
# Фрикционные испытания



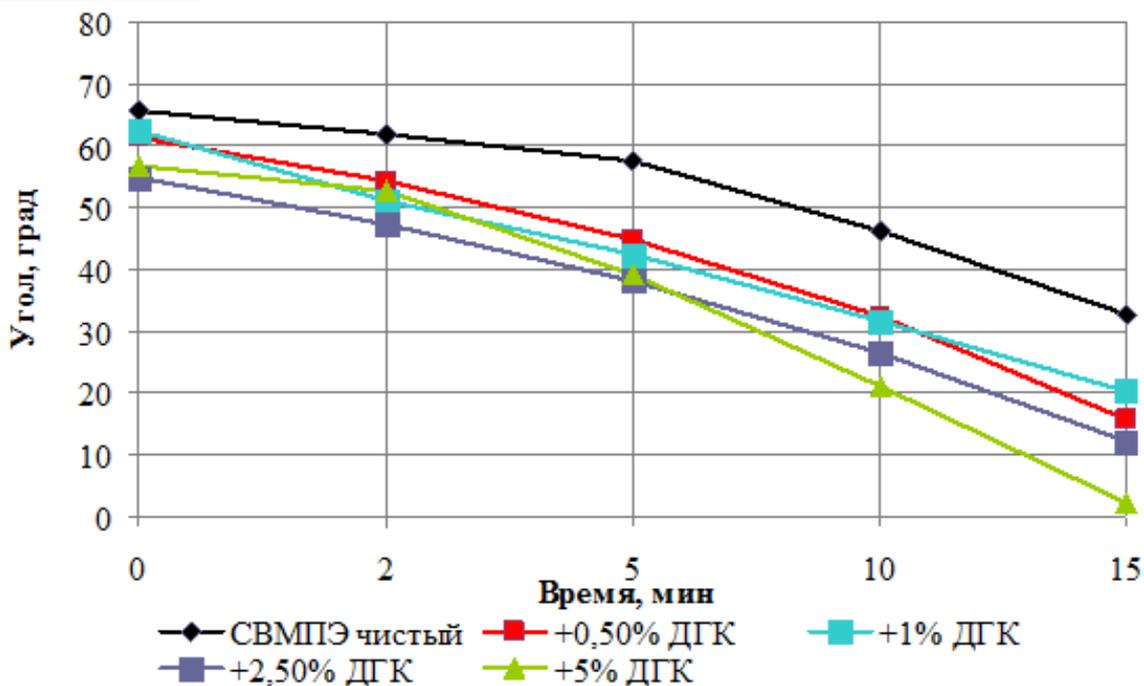
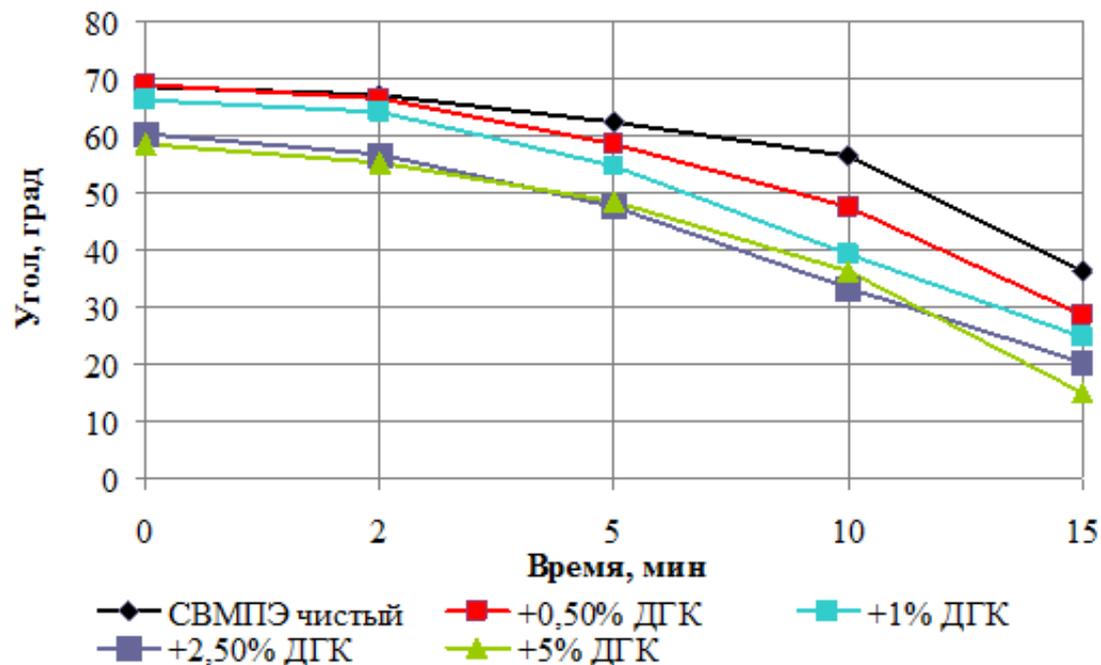
Фрикционные кривые образцов СВМПЭ с различной концентрацией ДГК ( $v = 0,5$  м/с,  $P_{тр} = 0,2$  МПа)

# Изменение фрикционной температуры в ходе эксперимента

## температуры в ходе эксперимента



Краевой угол смачивания до трения →



← Краевой угол смачивания после трения

# Выводы

- 1. Получены образцы композиций СВМПЭ, содержащие различное количество ДГК (0,5-5%).
- 2. Износ за период эксперимента композиций СВМПЭ не наблюдался.
- 3. У наполненного дигидрокверцетином СВМПЭ отсутствует период приработки.
- 4. Введение большого количества ДГК (более чем 0,5%) вероятно, приводит к сорбции им влаги, что может приводить к процессам трибоокисления.
- 5. Исходный ДГК содержит до 10% воды, несмотря на сушку.
- 6. Для подробного изучения возможных процессов трибоокисления при введении ДГК необходимо использование высокотехнологичных и дорогостоящих методов исследования поверхности.
- 7. Для достижения ослабления трибоокисления, вероятно, требуется меньшее количество вводимого ДГК, а также более тщательное смешение компонентов на оборудовании.

# Список использованной литературы

1. Бондалетова Л.И., Полимерные композиционные материалы, 2013.
2. Доронин Ю.Г., Свиткина М.М., Мирошниченко С.Н., Синтетические смолы в деревообработке, 1979.
3. Догадкин Б.А., Химия эластомеров, 1981.
4. Погосян А.К., Оганесян К.В., Исаджанян А.Р. Фрикционный перенос и самосмазывание полимеров. Трение и износ, 2010 . т. 31, № 1.
5. K.Friedrich, Z.Zhang, A. K. Schlarb. Effects of various fillers on the sliding wear of polymer composites, Composites Science and Technology, 2005, vol. 65.
6. D.R. Wheeler. The transfer of polytetrafluoroethylene studied by X-ray photoelectron spectroscopy, Wear, 1981 , vol. 66.
7. Семенов А.П. Высокотемпературные твердые смазочные вещества. Трение и износ. 2007 (28), № 5.
8. В.Е. Галыгин, Г.С. Баронин, В.П. Таров, Д.О. Завражин, Современные технологии получения и переработки полимерных и композиционных материалов, 2012.
9. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С. и др. под ред. А.А. Берлина, Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология, 2008.
10. Крыжановский В.К., Кербер М.Л., Бурлов В.В., Паниматченко А.Д., Производство изделий из полимерных материалов, 2004.
11. Марычев С.Н., Калинин Б.А. Полимеры в медицине, 2001.
12. Севастьянов В.И. Биосовместимость, 1999.
13. Штильман М.И. Полимеры медико-биологического назначения, 2006.
14. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы и антиоксиданты, Вестник РАМН, 1998, №7.
15. Феттес Е., Химические реакции полимеров. Том 2, 1967
16. L. Costa, M.P. Luda, L. Trossarelli and etc. Biomaterials, 1998, vol. 19.
17. Spadaro G., De Grigorio R., Galia A., Valenza A., Filardo G. Polymer, 2000, vol.41.
18. Halliwell B. and Gutteridge J.M.C. Free radicals in Biology and Medicine, 1999.
19. Кугач В.В., Никульшина Н.И., Ищенко В.И. Лекарственные формы флавоноидов. Хим.-фарм. журнал. 1988, Т.22.
20. Барабой В.А. Растительные фенолы и здоровье человека. М.: Наука,1984.
21. Большая советская энциклопедия, 3е издание.

**Спасибо за  
внимание!**

...