

Автор работы: Соболев Маргарита Сергеевна, 10 "Х" класс, СУНЦ МГУ

**« РАЗРАБОТКА НОВЫХ  
АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ  
МЕЗОПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ  
МАТРИЦ »**

Научный руководитель: Скуреева Анна Алексеевна, к.х.н., доцент кафедры химической энзимологии Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Научный консультант: Копнова Татьяна Юрьевна, студентка 5 курса Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

# АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

В современном мире, с развитием технологий и науки, стремительно растет потребность в новых пористых полимерных материалах, полученных недорогими методами и обладающих высокими характеристиками, обуславливающих эффективность их использования.

Это также необходимость более совершенных аналогов, так как каждый материал имеет свои недостатки, которые стоит доработать, или же пространство для усовершенствования.

Рассмотрим достоинства и недостатки аналогов того материала, который мы хотим в итоге получить:

Образец	Преимущества	Недостатки
Пластыри марки Верофарм	Хорошие антибактериальные (АБ) характеристики	Маленькое время эксплуатации (3-4 часа); Невозможно использовать при контакте с водой;
Пластыри АМС-Мед	Пропускает воздух и влагу, не вызывая мацерации кожи, обладает водоотталкивающими свойствами	Селективность действия, неэффективен при контакте с грамотрицательными бактериями.
Волокна Meryl Skinlife	Устойчивость к вымыванию АБ материала	Сложная технология производства; Низкие АБ характеристики

# ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основной задачей стало создание нового антибактериального материала на основе пористого полимера, который обладал бы хорошими показателями абсорбции и имел бы практическое применение в медицине.

Для достижения конечной цели мы должны поставили перед собой следующие задачи:

- 1) С использованием универсальной стратегии крейзинга полимеров сформировать мезопористую структуру в волокнах лавсана.
- 2) Ввести антибактериальный препарат – левофлоксацин в полимерную матрицу путем пассивного влажного импрегнирования.
- 3) Изучить влияние введения в полимерную матрицу ЦД на растворимость ЛФ в этиловом спирте
- 4) Изучить влияние введения в полимерную матрицу ЦД на антибактериальные свойства ЛФ.
- 5) Оценить эффективность применения данного АБ материала в медицинской промышленности

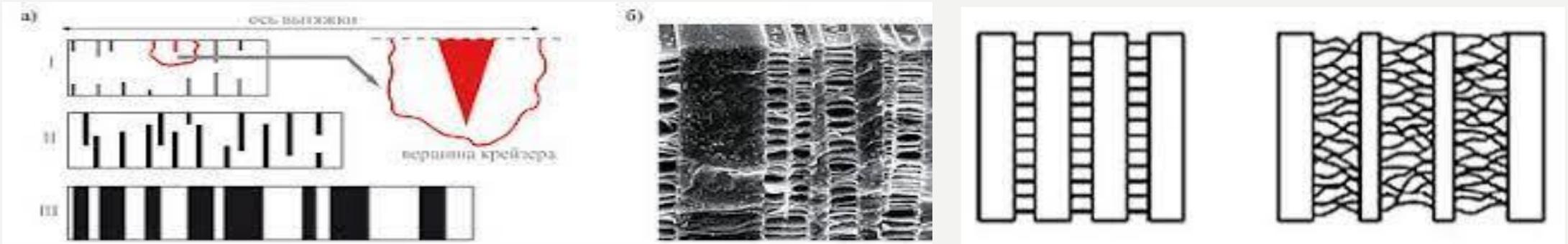
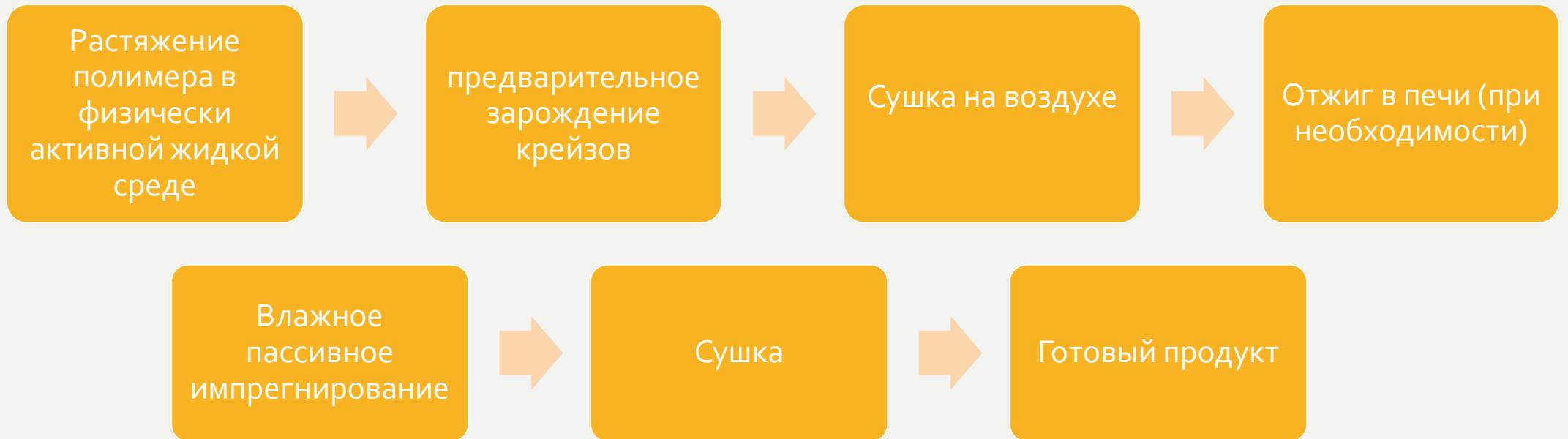
# ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

По итогу выполнения курсовой работы мы ожидаем получить следующие результаты:

- 1) На основе волокон лавсана получить мезопористую матрицу с порами в диапазоне от 2 до 20 нм.
- 2) Загрузить ЛФ и ЛФ+ЦД в полимерную матрицу методом пассивного влажного импрегнирования, тем самым заполнить пустые поры.
- 3) Получить качественное подтверждение полного высвобождения антибактериального препарата из волокон лавсана.



# КРЕЙЗИНГ



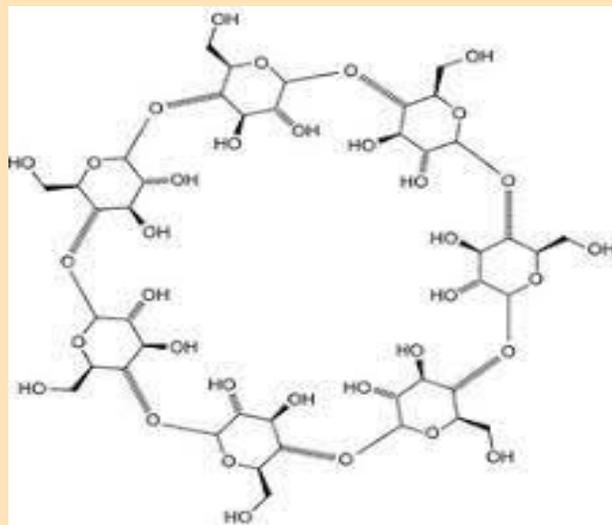
# ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

## Полимерное волокно



В качестве полимерной матрицы мы использовали *волокна лавсана* (Полиэтилентерефталат или же ПЭТ)

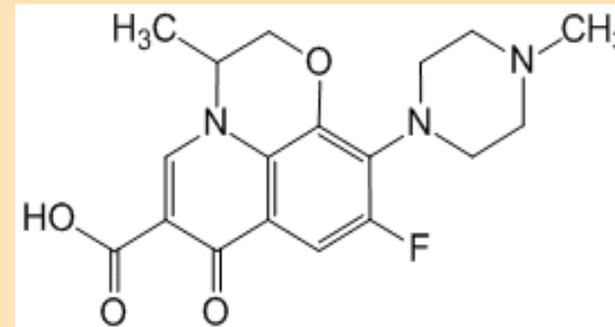
## Полимерная платформа с циклодекстрином



*Циклодекстрин (ЦД)*

Углевод, циклический олигомер глюкозы, обладающий уникальным строением.

## Антибактериальный материал



*Левофлоксацин (ЛФ)*

Препарат из фторхинолонов, обладающий противомикробной активностью и использующийся в медицине в качестве лекарственных средств широкого спектра действия

# КАЛИБРОВКА

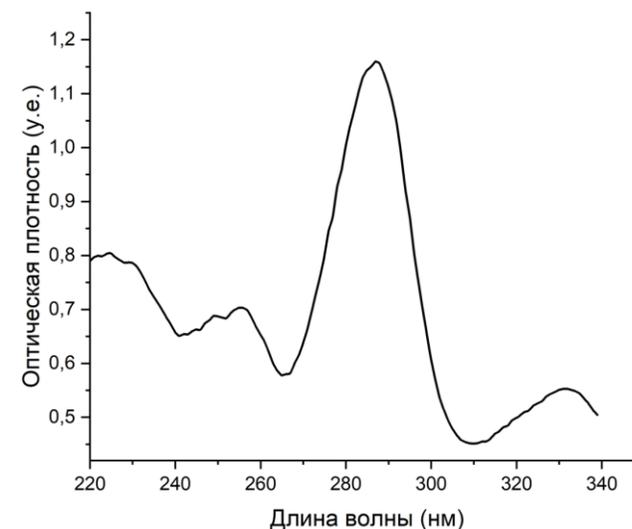
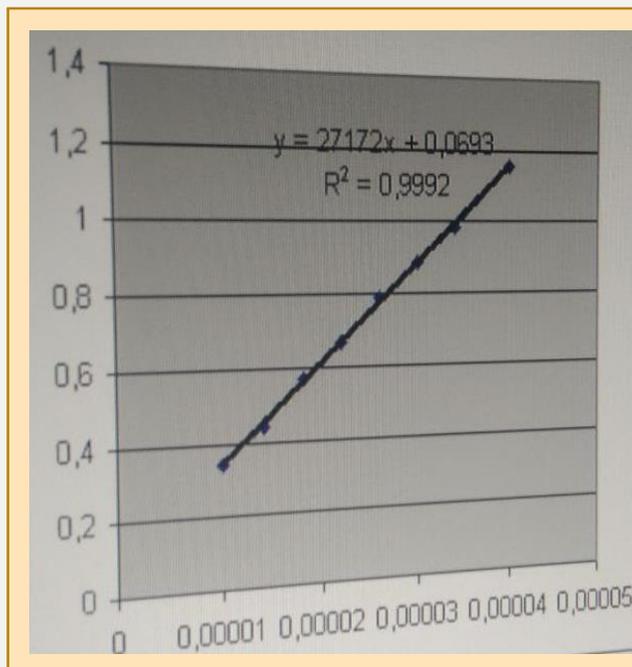
Для калибровки мы приготовили 7 растворов разной концентрации :

	1	2	3	4	5	6	7
V (мкл)	125	175	225	275	325	375	425
C (моль/л)	$1 \cdot 10^{-5}$	$1.4 \cdot 10^{-5}$	$1.8 \cdot 10^{-5}$	$2.2 \cdot 10^{-5}$	$2.6 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$3.4 \cdot 10^{-5}$

После, каждый раствор поместили в УФ-спектрометр и измерили I, а также построили зависимость I от c.

В результате мы получили такое уравнение калибровки:

$$Y = 27172x + 0,0693$$



# ВЛИЯНИЕ ЦД НА РАСТВОРИМОСТЬ ЛФ В ЭТИЛОВОМ СПИРТЕ

Благодаря своей структурной формуле циклодекстрин способен увеличивать растворимость того или иного гидрофобного вещества. Рассмотрим влияние ЦД на растворимость ЛВ в EtOH.

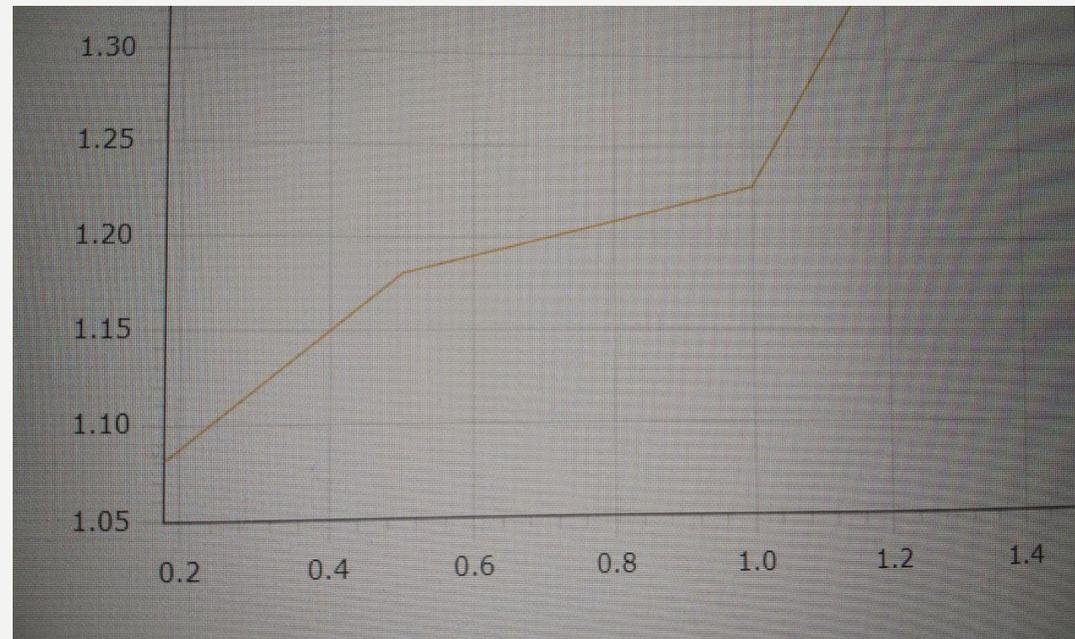


График изменения оптической плотности в зависимости от времени в растворах ЛФ

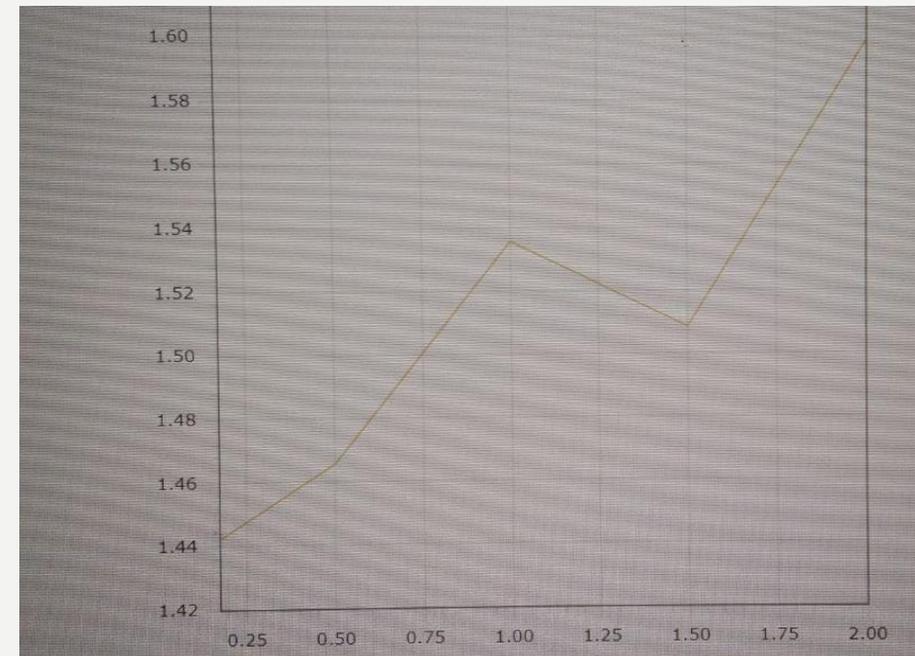


График изменения оптической плотности в зависимости от времени в растворах ЛФ+ЦД

# ЗАГРУЗКА ЛФ И ЛФ+ЦД В ПОЛИМЕРНУЮ МАТРИЦУ

В 6 образцов вытянутого лавсана мы загрузили 1) ЛФ, 2) ЦД, 3) ЛФ+ЦД, 4) сначала в ЦД, потом в ЛФ. Сравним получившиеся привесы:

№	1 - ЛФ	2 -ЛФ	3 -ЦД	4-ЦД, ЛФ	5 - ЛФ+ЦД	6 - ЛФ+ЦД
m до (г)	0,1417	0,0619	0,1534	0,0884	0,0559	0,2020
m после (г)	0,1526	0,0666	0,1701	0,0985	0,0681	0,2345
Привес (%)	7,69%	7,06%	9,8%	10,25%	17,9%	16,1%

По полученным данным мы можем сделать вывод, что ЦД значительно увеличивает загрузку АБ препарата, причем привес в случае одновременного присутствия в растворе будет больше, чем при загрузке поэтапно.

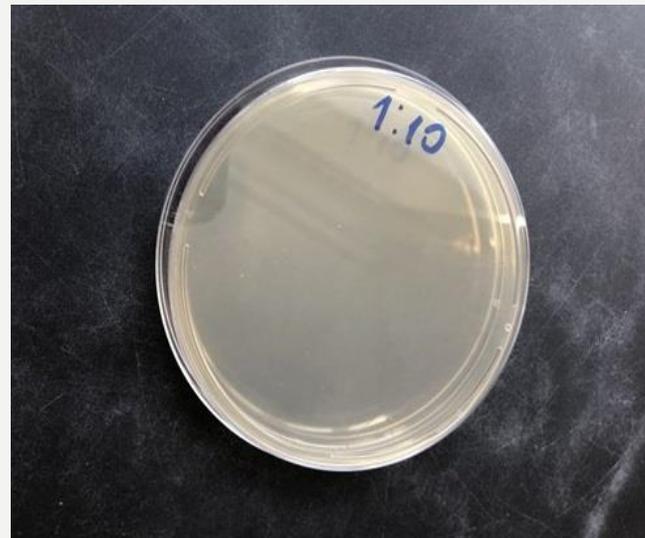


# АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

Чтобы оценить эффективность полученного нами АБ материала, необходимо провести тесты в бактериальной среде.

Для этого мы сделали следующее:

- 1) Подготовили чашки Петри – залили в них LB-среду и оставили в холодильнике.
- 2) Мы приготовили раствор клеток Кишечной палочки штамма 3084
- 3) Посеяли бактерии на чашки Петри и равномерно распределили их по поверхности с помощью шпателя
- 4) Положили по образцу каждого из волокон в АБ среду
- 5) Оставили чашки Петри на сутки

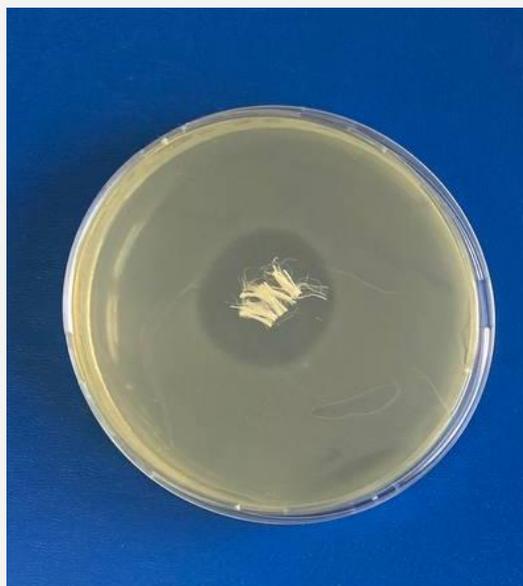


# РЕЗУЛЬТАТ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ТЕСТА

1) ЛФ



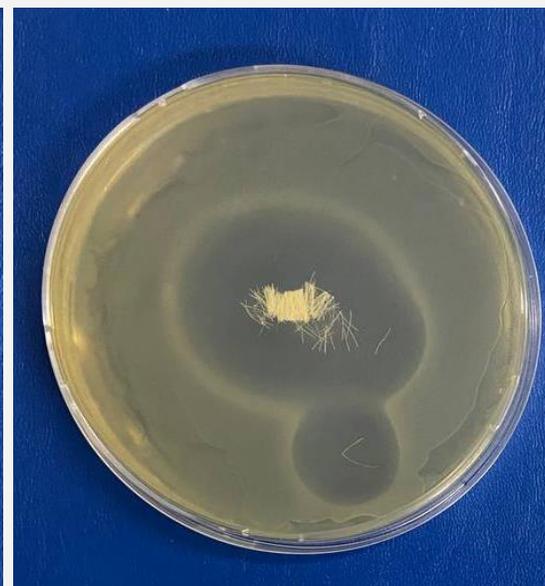
2) ЦД



3) ЛФ+ЦД



4) Сначала ЦД, потом ЛФ



Мы видим доказательство того, что полученные нами волокна обладают АБ свойствами с хорошим высвобождением, причем они увеличиваются в ряду ЦД < ЛФ < ЦД, затем ЛФ < ЛФ+ЦД

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- ✦ В результате данной работы мы получили антибактериальный материал на основе волокон лавсана, растянутых по стратегии крейзинга, в который загружен антимикробный препарат широкого спектра действия – левофлоксацин и циклодекстрин.
- ✦ Во время работы мы использовали несколько методик: стратегию крейзинга, пассивное влажное импрегнирование, посев бактерий и так далее. Ни одна из них не требует дорогого оборудования, сложно достижимых условий или использования неустойчивых или токсичных веществ, что делает получение АБ материала доступным и экологически чистым.
- ✦ **Хорошие медицинские характеристики, доступность производства, экологичность и широкая область применения – всё это обеспечит полученному АБ материалу эффективность в использовании в повседневной жизни.**

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) <https://www.npoplastic.ru/publikacii/polimernye-materialy/polimernye-materialy-s-antimikrobnymi-svojstvami.html>
- 2) <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-pridaniya-antibakterialnyh-svoystv-tekstilnym-voloknam-obzor/viewer>
- 3) <https://istina.msu.ru/publications/article/528126457/>
- 4) <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennyh-metodov-polucheniya-tekstilnyh-materialov-s-antibakterialnymi-svoystvami/viewer>
- 5) <https://biomolecula.ru/articles/tsiklodekstriny-unikalnye-molekuly-dlia-sozdaniia-sovremennykh-lekarstv-i-ne-tolko>
- 6) <https://cyberleninka.ru/article/n/kreyzing-kak-metod-sozdaniya-poristykh-materialov/viewer>
- 7) <https://vistaros.ru/stati/analizatory/vozmozhnosti-spektrofotometricheskogo-titrovaniya.html>
- 8) [http://science-bsea.bgita.ru/2013/mashin\\_2013\\_17/bituckaya\\_vl.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2013/mashin_2013_17/bituckaya_vl.htm)
- 9) [http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/11\\_06/CRAZYING.HTM](http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/11_06/CRAZYING.HTM)