

**XXVI Открытая ученическая научно-практическая  
конференция «Поиск и творчество»**

Секция: медицина и здоровье

**Влияние изменений физической среды на  
микробиологический состав воздуха в закрытом помещении**

Выполнена ученицей  
10 класса  
МАОУ гимназии № 32  
г. Калининграда  
Вялых Екатериной Эдуардовной

Научный руководитель -  
Кудравец Елена Александровна,  
учитель химии МАОУ гимназии №32  
Научный консультант:  
Младший научный сотрудник  
Институт живых систем БФУ им. И.Канта  
Шевченко Маргарита Андреевна

Калининград  
2018

## Оглавление:

1. Введение.....	2
2. Цель, задачи и гипотеза.....	3
3. Литературный обзор.....	3
4. Экспериментальная часть.....	5
5. Методика исследования.....	5
6. Результаты исследования и выводы.....	5-7
7. Список используемой литературы.....	8
8. Приложение.....	9-12

## 1. Введение

Воздух – среда нашего обитания, без него невозможна наша жизнь. Эрисман говорил: “ Чистый воздух составляет одну из первых санитарных и эстетических потребностей человека”. Также он выделил основную роль воздуха для человека: поставщик кислорода, воздух уносит все продукты жизнедеятельности человека, воздух является могучим фактором терморегуляции (конвекция) воздух обладает оздоровительной функцией. Также Эрисман выделил и отрицательные моменты, которые могут быть связаны с воздухом: воздух - путь передачи инфекционных заболеваний. [1]

Достижения современной цивилизации принесли человеку не только блага. От качества воздуха в огромной мере зависит качество жизни. К сожалению, воздух, которым мы дышим в городах и закрытых помещениях, представляет собой коктейль из промышленных выбросов, автомобильных выхлопных газов, пыли, и других ядовитых веществ, а также бактерий и вирусов.

Городские жители ежедневно подвергаются многочисленным атакам бытовых загрязнителей воздуха. Как известно, крупные заводы и фабрики концентрируются именно в больших городах. И отходы этих предприятий попадают в воздух, которым приходится дышать его жителям.

Большую часть жизни люди проводят в закрытых помещениях, где не происходит процесс естественной ионизации. Воздух, которым мы дышим, находясь в квартире, загрязнен сильнее наружного в несколько раз. В воздухе жилых помещений может одновременно присутствовать более 100 химических соединений.

Помимо химических соединений в воздухе помещений находятся аэрозоли, содержащие вирусные и бактериальные инфекции, аллергены (частицы пылевого клеща, цветочная пыльца, волоски и чешуйки кожи домашних животных и человека). Кроме того, в результате работы различных электроприборов в воздухе нарушается естественный, созданный самой природой, уровень ионизации.

Воздух - необходимый человеку, как витамины пищи, а возможно и значительно больше. В атмосферном воздухе СПМ (стафилококки и стрептококки) обнаруживают лишь в 3,7% проб, взятых в местах большого скопления людей. В атмосферном воздухе в основном встречаются три группы микроорганизмов. В отличие от воздуха закрытых помещений, в атмосферном воздухе постоянно происходят процессы самоочищения. Этот процесс происходит благодаря осадкам, инсоляции, температурным воздействиям

и другим факторам. В свою очередь атмосферный воздух сам по себе — фактор очищения воздуха жилых помещений.

Микрофлора воздуха закрытых помещений более однообразна и относительно стабильна. Среди микроорганизмов доминируют обитатели носоглотки человека, в том числе патогенные виды, попадающие в воздух при кашле, чихании или разговоре. Основной источник загрязнения воздуха патогенными видами — бактерионосители.

В воздухе закрытых помещений микробов значительно больше, чем в открытых воздушных бассейнах, особенно зимой, при недостаточном проветривании. Уровень микробного загрязнения зависит главным образом от плотности заселения, активности движения людей, санитарного состояния помещения, в том числе пылевой загрязнённости, вентиляции, частоты проветривания, способа уборки, степени освещённости и ряда других факторов.[7]

## **2. Цель, задачи и гипотеза:**

Большую часть времени мы проводим в классной комнате на уроках и в рекреационных зонах во время перемен. Мониторинг обсемененности зданий спорами микроорганизмов является важным мероприятием в системе охраны здоровья человека. Нами была выдвинута **гипотеза:** изменение физической среды влияет на микробиологический состав воздуха в закрытом помещении, а микробиологический состав воздуха рекреационной зоны меняется в течение дня.

Поэтому мы поставили **цель:** изучить влияние изменяющихся физических факторов среды на микробиологический состав воздуха закрытого помещения (класса) и рекреационной зоны и оценить эффективность применения средств профилактики на положительное изменение его микробиологического состава.

**Предметом** исследования является микробиоценоз закрытых помещений.

**Объект** исследования — зависимость качества воздуха от физической среды и режима работы помещений.

Сформулировали **задачи:**

1. Изучить литературу по теме исследования.
2. Ознакомиться с простейшими методиками, устройством и работой оборудования для бактериологических исследований.
3. Изучить микробиологический состав воздуха классной комнаты при изменении различных параметров воздушной среды, средств индивидуальной защиты, озонатора и фитонцида.

4. Изучить микробиологический состав воздуха рекреационной зоны в течение учебного дня.
5. Провести анализ и оценку полученных данных.
6. Разработать комплекс мероприятий направленных на профилактику аэрогенной передачи возбудителей инфекционных болезней.
7. Внести предложения по улучшению микробиологического состава воздуха закрытых помещений.

**Практическая значимость** исследования состоит в том, что данные по мониторингу качества воздуха позволяют оценить степень опасности нарушения микрофлоры воздуха и принять меры по разработке комплекса мероприятий, направленных на профилактику аэрогенной передачи возбудителей инфекционных болезней.

### **3. Литературный обзор**

Основная задача санитарно-микробиологического исследования воздуха — гигиеническая и эпидемиологическая оценка воздушной среды, а также разработка комплекса мероприятий, направленных на профилактику аэрогенной передачи возбудителей инфекционных болезней. [3]

При оценке санитарного состояния закрытых помещений в зависимости от задач исследования определяют ОМЧ, наличие СПМ (стафилококков, альфа - и бета-гемолитических стрептококков, являющихся показателями контаминации микрофлорой носоглотки человека). В связи с развитием биотехнологической промышленности, использующей различные микроорганизмы-продуценты БАВ, существенно возрос риск выброса в атмосферу больших концентраций микробов, в том числе с изменённым генотипом.

ОМЧ – общее микробиологическое число

СПМ – патогенные микроорганизмы

КОЕ – колониеобразующие единицы

БАВ – биологически активные вещества

Производство некоторых веществ прямо включает периодический выпуск микроорганизмов. Всё это придаёт проблеме контроля за микрофлорой атмосферного воздуха и обеззараживания выбросов биотехнологических предприятий особую актуальность.

Воздух является средой, не пригодной для размножения микроорганизмов. Отсутствие питательных веществ, солнечные лучи и высушивание обуславливают быструю гибель микробов в воздухе. Состав микрофлоры воздуха зависит от микрофлоры почвы и воды, а также от времени года и метеорологических условий.

Воздух больших городов загрязнен микробами в большей степени, чем сельской местности. Воздух лесов, гор, а также воздух над водной поверхностью (озера, моря) содержит еще меньшее количество микроорганизмов. Воздух над тайгой содержит очень незначительное количество микроорганизмов что открытые пробирки с питательным агаром остаются стерильными в течение 8 дней.

Микробная составляющая воздуха имеет непостоянный и локальный характер, то есть микрофлора воздуха зависит от места и времени отбора проб. Летом воздух загрязнен микроорганизмами в 2 раза больше, чем зимой. Благодаря осадкам воздух освобождается от пыли и в нем уменьшается содержание микробов. Однако, видовой состав микробов в воздухе довольно разнообразен. В нем встречаются сотни видов устойчивых к высыханию стафилококков, стрептококков, пигментообразующих бактерий, плесневых грибов.

Количественный и качественный состав микрофлоры претерпевает значительные колебания в зависимости от характера почвенного и водного покрова, общего санитарного состояния местности, сезонных, климатических и метеорологических факторов (интенсивности солнечной радиации, температуры, атмосферных осадков, движения воздушных масс).

При рассмотрении качественного состава микрофлоры воздуха следует различать микрофлору атмосферного воздуха и воздуха жилых помещений. Количество микробов в воздухе помещений зависит от частоты проветривания, способа уборки, степени освещенности и некоторых других условий. В школах, где проводится регулярное проветривание помещений и влажная уборка, количество микробов в 30 раз меньше, чем в непроветриваемых классах.

Максимум загрязненности воздуха совпадает с периодами повышенной активности людей, населяющих помещение, когда количество микробов в воздухе возрастает примерно в 50 раз по сравнению со средними показателями в сутки. Человек, с инфекцией дыхательных путей, служит источником заражения и выделяет в воздух в период болезни огромное количество микроорганизмов. Воздушно капельным путем передаются инфекционные заболевания: корь, скарлатина, коклюш, грипп, дифтерия, туберкулез и др.

Попадая в благоприятную среду, бактерии, микроскопические грибы интенсивно размножаются, образуя видимые невооруженным глазом скопления — колонии. Процесс роста колоний микроорганизмов называется инкубацией. Известно, что на площади  $100 \text{ см}^2$  в благоприятной среде в течение 5 мин осаждаются примерно столько бактерий и спор, сколько находится в  $1 \text{ дм}^3$  ( $0,01 \text{ м}^3$  воздуха).

На сегодняшний день не установлена предельно допустимая норма содержания спор грибов в помещениях. Необходимо принимать во внимание индивидуальные особенности людей, их индивидуальную чувствительность. В региональном отчете Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) за 1990 г. пороговой концентрацией спор в воздухе жилых помещений было предложено считать  $500 \text{ спор/м}^3$  воздуха. Однако, учитывая возможность аллергических реакций, пороговой концентрацией в воздухе помещений предложено считать более 4 колоний плесневых грибов, выросших на питательной среде в чашках Петри ( $d=9 \text{ см}$ ) при экспозиции 1 час.[5]

#### **4. Экспериментальная часть**

Работа выполнялась на базе кабинета химии в гимназии №32 и лаборатории геномики микроорганизмов Института живых систем БФУ им. И. Канта. Работа проводилась в период с 7.12.17 по 12.01.18 и с 12.10.18 по 20.10.18г.

Экспериментальная часть первого исследования с 7.12.17 по 12.01.18 проводилась в ходе занятий (45 мин.) учащихся, в разное время учебного процесса. Исследование проводилось ученицей 11 «Б» класса гимназии №32. Эксперимент включал пять частей при которых менялись внешние факторы среды, использовались маски, фитонцид, так же применялся озонатор, чашки Петри располагались по периметру классной комнаты (см. Приложение 1):

- В ходе первого эксперимента закрытая классная комната с наличием учащихся (24 человека) не подвергалась проветриванию на протяжении всего эксперимента.
- В ходе второго эксперимента закрытое помещение не проветривалось, однако учащиеся (24 человека) находились в масках, в течение, всего урока.
- В ходе третьего эксперимента изучалось влияние лука репчатого фитонцида (лук был расположен по периметру класса) на микрофлору воздуха.
- В ходе четвертого эксперимента закрытая классная комната с наличием учащихся подвергалась действию Облучатель-рециркулятор ДЕЗАР-4 (ОРУБн-3 "КРОНТ») передвижной.

- В ходе пятого эксперимента проводилось изучение влияния проветривания, проведенного перед занятием, на микробиологический состав воздуха.

В эксперименте принимали участие учащиеся 11 «В» класса.

Экспериментальная часть исследования с 12.10.18 по 20 10.18г. проводилась в рекреационной зоне 2-го этажа гимназии течение дня.

## 5. Методика исследований

Методы исследования - седиментационный метод исследования воздуха (метод Коха). Этот метод наиболее старый, его используют только при исследовании воздуха закрытых помещений. Для него применялись чашки Петри (диаметром 8 см) с МПА, время экспозиции (45 мин). Для определения содержания стафилококков (применялись чашки со средой Лурия-Бертани (LB), время экспозиции (45мин). Для определения содержания грибов, использовались чашки со средой Сабуро (длительность экспозиции та же). Чашки Петри располагались по периметру классной комнаты и открывались на время длительности урока (45мин), затем доставлялись в микробиологическую лабораторию, где инкубировались с выявлением видовой принадлежность микроорганизмов, и подсчётом общего микробного числа (ОМЧ). (см. Приложение 2)

## 6. Результаты исследования и выводы

1. Первый эксперимент проводился нами 7.12.17. с 9.25 по 10.10, в классе присутствовали учащиеся 11 «В» класса, в количестве 22 человек. Доставка чашек в лабораторию была проведена 7.12.17. в 11.00. (см. Приложение 3) Полученные результаты:

№ чашки	ОМЧ опыта	Стафилококк золотистый	Плесневые грибы
1	889КОЕ	2КОЕ	0КОЕ
2	733КОЕ	0КОЕ	1КОЕ
3	800КОЕ	0КОЕ	0КОЕ

**Оценка результатов:** результаты свидетельствуют, что в независимости от месторасположения чашек ОМЧ колебалось незначительно от 733КОЕ до 889КОЕ, и было достаточно высоким. Так, по данным ряда литературных источников ОМЧ закрытых помещений в среднем составляет 90-120КОЕ. Выделение из воздуха стафилококков свидетельствует о высоком микробном загрязнении воздуха. Наиболее

высокое количество выделенных патогенных микробов выявлено в чашке №3, располагавшейся на кафедре и №1, расположенной у стены в конце класса. Количество плесневых грибов было незначительным и только в чашке №2 – 1КОЕ.

2. Второй эксперимент проводился 14.12.17 с 9.25 по 10.10, в классе присутствовали учащиеся 11 «В» класса, в количестве 23 человека. Доставка чашек в лабораторию была проведена 14.12.17 в 11.00. Полученные результаты:

№ чашки	ОМЧ опыта	Стафилококк золотистый	Плесневые грибы
1	578КОЕ	0КОЕ	1КОЕ
2	444КОЕ	0КОЕ	2КОЕ
3	533КОЕ	3КОЕ	1КОЕ

**Оценка результатов:** полученные данные свидетельствуют, что ОМЧ в разных местах класса не одинаково, опять наибольшее значение наблюдается в чашках №1 и №3. По сравнению с результатами, представленными из первого эксперимента, в среднем ОМЧ снизилось в 1,5 раза, что свидетельствует о том, что ношение масок является одним из способов по снижению контаминации (инфицированию) воздуха патогенными микроорганизмами. А значит, подтверждает необходимость их применения для профилактики инфекций, передающихся воздушно - капельным путём. 3КОЕ стафилококка было выделено из чашки №3 (находившейся на кафедре). С учетом предполагаемого эффекта использования маски можно предположить либо погрешности в ее применении (например трудность дыхания в связи с заложенностью носа), либо наличие носителей стафилококков среди учащихся, находившихся рядом с расставленными чашками (сидевшими на первых партах). Выделение патогенных микроорганизмов, в наибольшем количестве из чашек расположенных рядом с кафедрой позволяет предположить, что данное место является наиболее опасным в плане реализации заражения воздушно-капельными инфекциями (см. Приложение 4).

3. Третий эксперимент проводился 21.12.17 с 9.25 по 10.10, в классе присутствовали учащиеся 11 «В» класса, в количестве 22 человека. Доставка чашек в лабораторию была проведена 21.12.17 в 11.00. Полученные результаты:

№ чашки	ОМЧ опыта	Стафилококк золотистый	Плесневые грибы
1	44КОЕ	0КОЕ	0КОЕ
2	222КОЕ	0КОЕ	1КОЕ

3	89КОЕ	2КОЕ	0КОЕ
---	-------	------	------

**Оценка результатов:** полученные данные позволяют сделать вывод о том, что влияние фитонцидов на микробиологический состав воздуха достаточно велико. Наибольшее снижение получено в чашке №1 и чашке №3, непосредственно рядом с которыми располагался фитонцид. Выделение колоний стафилококка в Чашке №3, которое нами было отмечено и в предыдущих опытах свидетельствует о возможном наличии носителя данного возбудителя среди учащихся, которые сидят рядом с чашкой. В целом, несмотря на разность в количестве выросших колоний на разных чашках удалось зафиксировать значительное снижение ОМЧ по сравнению с первым и вторым опытом. Так же важно отметить то, что не получено достоверных результатов свидетельствующих о влиянии фитонцидов на плесневые грибы (см. Приложение 4).

4. Четвертый эксперимент проводился 11.01.18 с 9.25 по 10.10, в классе присутствовали учащиеся 11 «В» класса, в количестве 22 человека. Доставка чашек в лабораторию была проведена 11.01.18 в 11.00. Полученные результаты:

№ чашки	ОМЧ опыта	Стафилококк золотистый	Плесневые грибы
1	156КОЕ	0КОЕ	0КОЕ
2	67КОЕ	0КОЕ	0КОЕ
3	22КОЕ	0КОЕ	0КОЕ

**Оценка результатов:** полученные данные позволяют сделать вывод о том, что влияние облучателя на микробиологический состав воздуха крайне велико. Наибольшее снижение получено в чашке №2 и чашке №3, непосредственно рядом с которым располагался облучатель.

5. Пятый эксперимент проводился 12.01.18 с 9.25 по 10.10, в классе присутствовали учащиеся 11 «В» класса. В количестве 21 человека. Доставка чашек в лабораторию бала проведена 12.01.18 в 11.30. Полученные результаты:

№ чашки	ОМЧ опыта	Стафилококк золотистый	Плесневые грибы
1	45КОЕ	0КОЕ	1КОЕ
2	45КОЕ	0КОЕ	0КОЕ
3	67КОЕ	0КОЕ	0КОЕ

**Оценка результатов:** результаты показывают, что проветривание классной комнаты перед уроком в течение 10 минут позволило значительно снизить ОМЧ, по сравнению с первыми двумя экспериментами. Таким образом удалось подтвердить и наглядно доказать необходимость проветривания помещений в период повышенного уровня заболеваемости респираторными инфекциями. В целом, как и в предыдущих экспериментах колебания ОМЧ в независимости от места расположения чашек незначительно. Оно варьировало от 45 КОЕ в чашке №1,2 до 67 КОЕ в чашке №3. Важным моментом является отсутствие выделения патогенных микроорганизмов, что так же подтверждает сделанный ранее вывод. Число стафилококков и грибов равно 0. (см. приложение 4)

6. Шестой эксперимент проводился ??? число? в течение дня в рекреационной зоне второго этажа. Анализ проводился в течение 20 минут после каждой перемены. Чашки Петри располагались на подоконниках рекреации. Во время эксперимента Полученные результаты:

1) Первая серия

№ чашки	ОМЧ опыта	Стафилококк золотистый	Плесневые грибы
1	347КОЕ	0КОЕ	0КОЕ
2	223КОЕ	1КОЕ	0КОЕ
3	100КОЕ	0КОЕ	0КОЕ

В первой чашке выявлено 25 стрептококк

2) Вторая серия

№ чашки	ОМЧ опыта	Стафилококк золотистый	Плесневые грибы
1	378КОЕ	0КОЕ	0КОЕ
2	250КОЕ	1КОЕ	0КОЕ
3	123КОЕ	0КОЕ	0КОЕ

В первой чашке выявлено 6 стрептококк, во второй - 8, в третьей - 3. Выявлена одна кишечная палочка в третьей чашке.

3) Третья серия

№ чашки	ОМЧ опыта	Стафилококк золотистый	Плесневые грибы
1	567КОЕ	0КОЕ	1КОЕ
2	578КОЕ	0КОЕ	0КОЕ
3	590КОЕ	0КОЕ	10КОЕ

В первой чашке 8 стрептококк, во второй - 1

4) Четвёртая серия

№ чашки	ОМЧ опыта	Стафилококк золотистый	Плесневые грибы

1	580КОЕ	0КОЕ	0КОЕ
2	556КОЕ	0КОЕ	2КОЕ
3	574КОЕ	0КОЕ	0КОЕ

В первой чашке 12 грамм отрицательных бацилл

**Оценка результатов:** результаты свидетельствуют, что в независимости от месторасположения чашек ОМЧ колебалось незначительно, и было достаточно высоким. Также наблюдался рост ОМЧ в течение дня. Выделение из воздуха стафилококков свидетельствует о высоком микробном загрязнении воздуха.

#### **Выводы:**

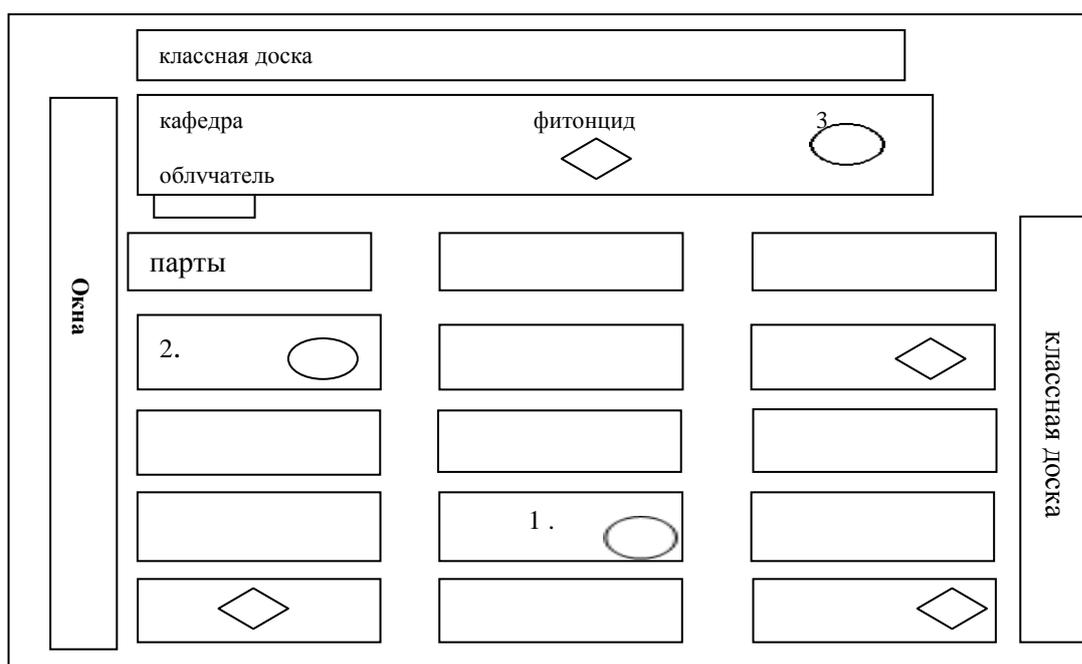
1. Микробиологический состав воздуха класса не является постоянным.
2. На уровень микробной контаминации влияют наличие проветривания, применения масок, облучателя, фитонцида.
3. Наибольший эффект по снижению ОМЧ получен при использовании облучателя в закрытом помещении и проветривания.
4. При использовании масок получено снижение ОМЧ в 1,5 раза, а при предварительном проветривании 15 раз.
5. Комплексное использование проветривания, облучателя и фитонцидов в период повышенного уровня заболеваемости ОРВИ является основами их профилактики в классах школ.
6. Применение масок является весьма проблематичным в связи с возникающими затруднениями дыхания среди учеников.

#### **7. Список литературы**

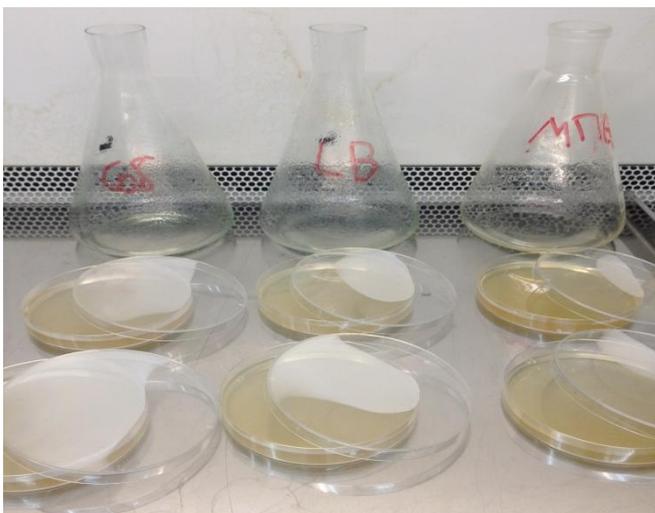
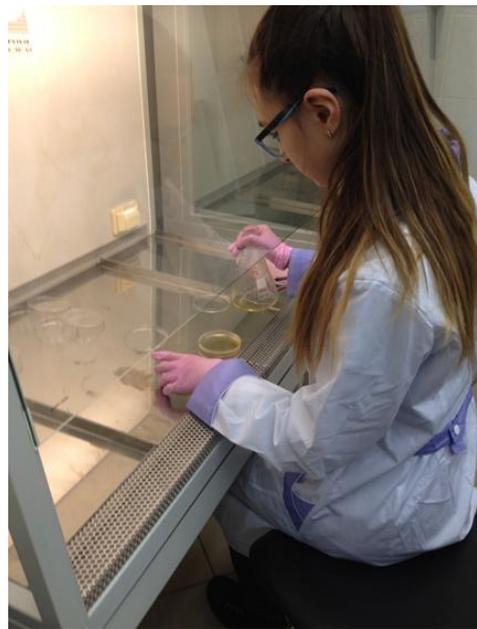
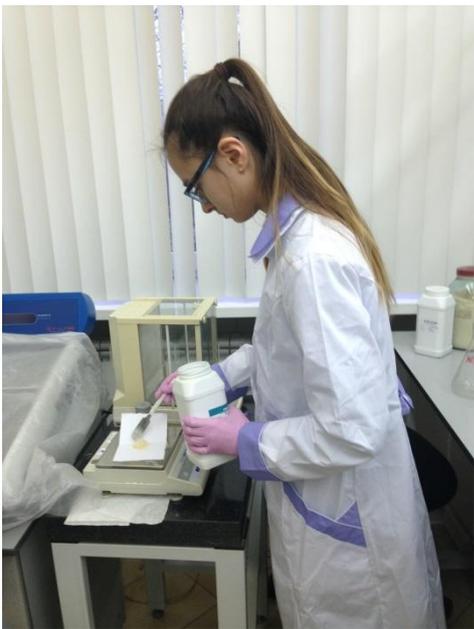
1. Буштуева К. А. Руководство по гигиене атмосферного воздуха - М.; 1976
2. Габович Р.Д. Гигиена. - М.; 1970.
3. Колёсов Д.В., Марш Р.Д. Основы гигиены и санитарии. - М.; 1989
4. Курляндского Б.А., Филова В.А. Общая токсикология - М.: Медицина, 2002
5. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. - М.: Медицина, 1971

6. Новиков Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: учебное пособие для вузов, 2000
7. Пивоваров Ю.П., Королик В.В. и др. - М.: Гигиена и основы экологии человека, 2004
8. Чибисова Н.В.-Калининград: Практикум по экологической химии, 1998
9. Шандала М.Г., Звinyaцковский Я. И. Окружающая среда и здоровье населения, 1988
10. <https://lektsia.com/3x2582.html>
11. <https://slovar.wikireading.ru/2501662>

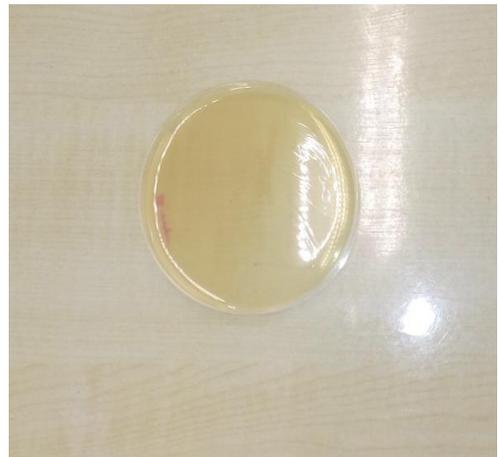
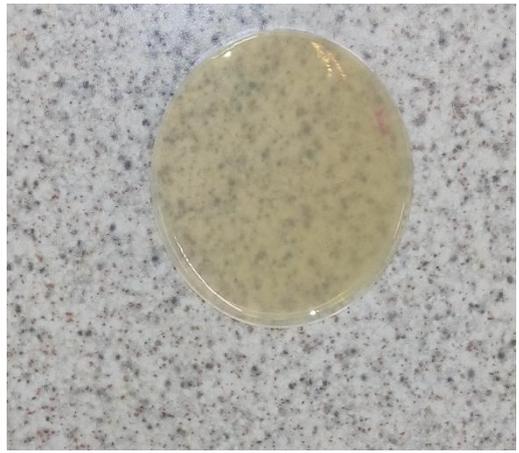
Приложение 1. Расположение чашек Петри, облучателя и фитонцида по периметру классной комнаты



Приложение 2. Подготовка питательной среды.



Приложение 3. Проведение эксперимента



Приложение 4. Подсчет колоний микроорганизмов

