**«Качество воздушной среды закрытых помещений и его мониторинг»**

Авторы: Беляков Артем Артакович, обучающийся 10 «А» класса, Машурян Эрик Эдгарович, обучающийся 10 «А» класса.

Организация: МАОУ «СОШ г. Зеленоградска»

Руководители: Малиновская Ольга Александровна, учитель биологии; Свистунова Дарья Александровна, учитель биологии.

**Введение**

Качество воздушной среды является важным компонентом качества жизни. Ведь воздухом мы дышим круглосуточно и большую часть времени проводим в закрытых помещениях, где и может сформироваться неблагоприятная среда, негативно влияющая на самочувствие и здоровье человека. Данные о качестве воздуха закрытых помещений весьма актуальны, так как в воздухе почти всегда присутствуют патогенные организмы, способные вызвать различные заболевания при высокой концентрации и прочих сопутствующих условиях.

В 2012-2013 годах в нашей школе старшеклассниками уже проводилось исследование степени бактериологического загрязнения воздуха в различных помещениях в осенне-зимний период. С этого времени в школе резко возросло количество учеников, изменилась качественная и количественная нагрузка на учебные кабинеты (увеличилось количество учащихся в классах, а также уроков, проводимых в кабинетах, некоторые из кабинетов были отданы начальным классам).

Целью данного исследования является изучение качества воздушной среды и его динамики в различных помещениях школы в учебный период.

Задачи:

1. Взять пробы воздуха и определить бактериологическое загрязнение в различных помещениях школы в соответствии с  санитарно-гигиеническими нормами.
2. Провести мониторинг состояния воздуха, сравнив полученные данные с данными «контрольных точек» 2012-2013 г.
3. Выявить факторы, которые могли повлиять на величину микробного числа по сравнению с данными 2012-2013, 2016 г.

Перед началом исследования мы выдвинули гипотезу, что наибольшее микробное число окажется в тех помещениях школы, где наблюдается большое скопление людей, а качество воздушной среды в «контрольных точках» ухудшится по сравнению с 2012-2013 г, в связи с возросшей нагрузкой на учебные кабинеты.

**Материал и методика.**

Местом нашего исследования были выбраны следующие помещения МАОУ «СОШ г. Зеленоградска»:

1. Кабинет № 22, начальная школа (не проветривали);

2. Кабинет математики № 21 (проветривали);

3. Туалет на первом этаже;

4. Большой спортзал.

5. Кабинет № 20 (использовали ОРУБ-3-5-«КРОНТ», Дезар-7)

6. Гардероб в фойе школы

7. Столовая

8. Коридор на первом этаже

9. Биологическая лаборатория

Первые четыре помещения использовались так же в качестве «контрольных точек» для мониторинговых исследований.

Взятие проб воздуха осуществлялось в 2017 годах, в период с сентября по май включительно. Пробы брали в середине каждого месяца исследований (14-16 числа), в послеурочное время (после 6 урока, примерно в 14.30). Влажная уборка помещений перед взятием проб не проводилась.  
 Объект исследования – воздух в данных помещениях. Предмет исследования – бактериологическое загрязнение.

Для нашей работы мы использовали метод оседания по Коху (метод седиментации). Для заражения опытные чашки Петри с питательной средой (МПА) ставили на горизонтальную поверхность, открывали и выдерживали в течение 10 минут для осаждения бактерий из воздуха помещений. Одну чашку Петри контрольного варианта не открывали вовсе. Контрольные и зараженные чашки Петри с посевами помещали в термостат на 24 часа (при темп. 37° ) и дополнительно выдерживали 48 часов на рассеянном свету при комнатной температуре.

Через 3 дня в каждой чашке Петри подсчитывалось количество колоний, проводилось их описание, определялось общее микробное число (по формуле Омелянского), которое сравнивалось с табличными значениями – таким образом определялось бактериологическое загрязнение воздуха изучаемых помещений. (см. Приложение 1, 2).

Утилизация отработанного микробиологического материала производилась путем замачивания зараженных чашек Петри в дезинфицирующем растворе (1 таблетка хлорамина на 1 л воды). Все работы с микроорганизмами производились с применением индивидуальных защитных средств – медицинских халатов, перчаток, одноразовых масок.

**Результаты исследования, их анализ**

При проведении исследования в 2017г году были получены нижеприведенные результаты (см. *Приложение 3*). Анализ результатов проводился по двум направлениям: 1) определение ОМЧ в разных помещениях школы в течение учебного периода; 2) сравнение полученных данных с контрольными точками (в качестве контрольных точек были взяты те помещения, по которым проводились исследования в предыдущие годы).

В кабинете № 22 (без проветривания) микробное число в 2017 году колебалось от 1529 (май, сентябрь) до 2484 (декабрь), в кабинете № 21 (с проветриванием) микробное число составило от 1019 (май) до 1401 (февраль). В туалетной комнате микробное число колебалось от 1240 (май) до 1975 (декабрь). В спортзале минимальное микробное число было равно 892 (май), а максимальное – 4012 (декабрь). В кабинете № 20 (с использованием ОРУБ-3-5-«КРОНТ») значение микробного числа находилось в пределах от 510 (май) до 746 (февраль). В гардеробе значение микробного числа менялось от 1210 (май) до 2484 (январь), а в столовой от 1847 (май) до 4012 (декабрь). В коридоре школы показатели ОМЧ колебались от 701 (май) до 1146 (апрель, ноябрь), а в биологической лаборатории от 510 (январь, май, сентябрь) до 637 (февраль, ноябрь, декабрь). Показатели ОМЧ отражены на рис.1

Рис.1. Показатели ОМЧ за 2017 год.

Анализируя полученные данные, мы видим следующие тенденции - наибольшее общее микробное число (ОМЧ) во всех исследуемых помещениях наблюдалось в период с ноября по февраль. Скорее всего, это связано с тем, что уменьшается регулярность и продолжительность проветривания в связи с холодной погодой, а также появляется большее количество учеников, страдающих инфекционными заболеваниями. Наименьшее микробное число во всех исследуемых помещениях наблюдалось в мае.

Самыми загрязненными помещениями (с наибольшим микробным числом) в нашей школе оказались столовая и спортивный зал. Однако мы видим, что в сентябре и мае ОМЧ там минимально. В случае со спортзалом мы это можем объяснить тем, что спортивные учебные занятия в этих месяцах проводятся, в основном, на открытом воздухе. Это позволяет нам предположить, что высокие показатели ОМЧ в другие месяцы связаны с большой загруженностью помещения, со спецификой проведения занятий (спортивные упражнения повышают интенсивность дыхания и потоотделения, что может спровоцировать более активное выделение микроорганизмов у не совсем здоровых учеников, которые, однако, пришли на учебное занятие). Подвижные игры и упражнения поднимают в воздух пылевые частицы, которые так же содержат микроорганизмы. Режим проветривания в спортивном зале, к сожалению, не всегда соблюдается. В случае со столовой мы предполагаем, что свою роль сыграла постоянная загруженность помещения, т.к. обучающиеся начальной школы занимаются по своему режиму и приходят завтракать и обедать во время уроков обучающихся среднего и старшего звена. Кроме того, в столовой всегда тепло и достаточно влажно, что тоже могло оказаться благоприятными факторами для микроорганизмов. Так же, возможно, свою роль оказало то, что столовая (пищевой блок) начинает работать раньше остальной школы и, к моменту взятия проб, время рабочей нагрузки на помещение там было больше. Столовая – это единственное помещение, где нами были обнаружены плесневые грибы.

В коридоре показатели ОМЧ относительно невысокие. Вероятно, это связано с тем, что нагрузка на школьный коридор достаточно кратковременная и интенсивно осуществляется только в период перемен, а во время уроков (которые занимают большую часть учебного времени) она незначительна. Кроме того, в коридорах школы в течение учебного дня несколько раз проводится влажная уборка.

Достаточно высокие показатели ОМЧ наблюдаются в кабинете № 22 (без проветривания) и в гардеробе, где отсутствуют окна и проветривание так же не осуществляется по объективным причинам. Кроме того, в гардеробе хранится верхняя одежда и уличная обувь обучающихся, которые не всегда должным образом заботятся об их чистоте.

Кабинеты №21 и №22 имеют одинаковую площадь, но различную учебную нагрузку – в кабинете №21 занимаются учителя математики а в кабинет № 22 учащиеся начальной школы (4 и 1 класс). Количество растений и их видовой состав в данных кабинетах приблизительно одинаков. Но при этом мы видим, что ОМЧ сильно отличается. Это объясняется тем, что в рамках исследования в дни взятия проб в кабинете № 22 после 11. 00 проветривание не осуществлялось, в кабинете № 21 проходило по графику.

Самые низкие показатели ОМЧ оказались в биологической лаборатории и в кабинете №20. В кабинете №20 использовался ОРУБ-3-5-«КРОНТ» (Дезар-7 – Облучатель-рециркулятор воздуха ультрафиолетовый бактерицидный). Для IV категории помещений (детские игровые комнаты, школьные классы, бытовые помещения промышленных и общественных зданий с большим скоплением людей при длительном пребывании) количество КОЕ общей микрофлоры в 1м3 при использовании Дезар-7не нормируется [6]. Тем не менее, мы видим существенное снижение ОМЧ в кабинете, где использовался данный прибор, по сравнению с другими помещениями. В лаборатории же незначительная учебная нагрузка – одновременно занимаются не больше 14 обучающихся и занятия проходят не каждый день, другие учителя данный кабинет не используют.

Осуществляя мониторинг и сравнивая результаты исследования в 2012г, 2013г, 2016г и 2017г (см. *Приложение 4, рис. 2*) в контрольных точках можно увидеть, что основные тенденции сохраняются: в декабре – самое большое ОМЧ во всех помещениях, спортивный зал – самый «грязный». Но при этом показатели ОМЧ в 2013 г снижаются, за исключением кабинета в котором проветривание не проводилось в рамках эксперимента, а в 2016 и в 2017 годах опять незначительно повышаются (исключая кабинет с проветриванием, там колебания ОМЧ незначительны). В туалетной комнате мы наблюдаем резкое повышение ОМЧ в 2017 году по сравнению с предыдущими годами исследования. По данным технического персонала школы никаких изменений в графике уборке данного помещения, составе моющих и чистящих средств не происходило. Возможно, такое повышение ОМЧ связано с внутренними неполадками сантехнического оборудования и канализационных труб, т.к. в последний год в школе достаточно часто чувствовался неприятный запах из туалетных комнат (вне зависимости от места их расположения).

Спортивный зал

Туалетная комната

Без проветривания

Рис. 2. Сравнение показателей ОМЧ за годы исследований.

Мы предполагаем, что повышение в 2017 году ОМЧ связано в первую очередь, с увеличением количества учащихся в МАОУ СОШ г. Зеленоградска (рис.3).

Рис. 3. Количество обучающихся МАОУ «СОШ г. Зеленоградска» с 2011 по 2017 год.

Менее всего меняется ОМЧ в кабинете с проветриванием в течение всего периода исследования. Это можно объяснить тем, что проветривание является наиболее эффективным методом улучшения качества воздушной среды школьных помещений вне зависимости от увеличения антропогенной нагрузки в кабинете.

Таким образом, наша гипотеза подтвердилась - наибольшее ОМЧ оказалось в помещениях с повышенной загруженностью (столовая, спортивный зал и гардероб), а качество воздушной среды несколько ухудшилось. Сравнивая полученные данные с табличными критериями чистоты воздуха (см. *Приложение 2*) мы видим, что в целом воздух в помещениях чистый.

**Выводы**

1. Качество воздушной среды в исследуемых помещениях соответствует санитарно-гигиеническим нормам.
2. Мониторинг качества воздуха выявил отрицательную динамику – величина общего микробного числа увеличилась.
3. На величину микробного числа влияют такие факторы как проветривание помещения, его «загруженность», специфика проводимых занятий и использование бактерицидных приборов.

**Список используемой литературы**

1. Микробиологические исследования окружающей среды: учебное пособие для студентов специальности 050102 – «Биология» высших учебных заведений /М. В.Ларионов, Е. Б. Смирнова, Н. В. Ларионов, С. В. Кабанина. – Саратов: Наука, 2010.
2. Шапиро Я.С. Микроорганизмы: вирусы, бактерии, грибы. СПб. : Элби-СПб., 2003
3. Шапиро Я. С. Микробиология : 10-11 классы : учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / Я. С. Шапиро. – М. : Вентана-Граф, 2008.
4. Федорос Е. И., Нечаева Г. А. Экология в экспериментах : учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений. – М. : Вентана-Граф, 2007.
5. Курбанова А.Э., Бахтоярова М.С. «Бактериологическое исследование воздуха закрытых помещений в осенне-зимний период»: V Региональная конференция Всероссийского конкурса юношеских исследовательских работ имени В.И.Вернадского, 2014.
6. Инструкция по эксплуатации ОРУБ-3-5-«КРОНТ», Дезар-7 [Электронный ресур] // Dezar.Super: информационно-справочный портал URL: http://dezar.su/voprosy-i-otvety(дата обращения:28.12.2016).

**Приложения**

*Приложение 1*

Лист лабораторного исследования

1. Указать места взятия пробы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
2. Подсчитать число колоний в чашках Петри и рассчитать общее микробное число (ОМЧ) воздуха по формуле Омелянского В. Л. согласно которой на поверхность площадью 100 см2 в течение 5 мин оседает столько микробов, сколько их содержится в 10 дм3 воздуха. Количество микроорганизмов (*Х*) в 1 м3 воздуха рассчитывают так:

          А х 5 х100 х 1000   
Х = ————————  
              Сх10хВ

Х – количество микроорганизмов в 1м3 воздуха;

А – количество колоний в чашке Петри;

В - площадь чашки Петри ( ≈ 78,5, при d =10 см )

С – экспозиция посева (10 мин).

(Ларионов, Смирнова, Ларионов, Кабанина, 2010).

*Приложение 2*

Таблица 1. Микробиологические критерии чистоты воздуха помещений (по Я.С. Шапиро, 2003)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Качество воздуха | Всего микроорганизмов в 1 м3 воздуха | |
| летом | зимой |
| Чистый | 1500 | 4500 |
| Загрязненный | 2500 | 7000 |

*Приложение 3*

Таблица 3. Количество колоний и значения ОМЧ в исследуемых помещениях в 2017 году

| Место взятия пробы | Количество колоний /ОМЧ по месяцам исследования | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| январь | февраль | март | апрель | май | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| Кабинет № 22 | 36/  2293 | 35/  2229 | 34/  2166 | 30/  1911 | 24/  1529 | 25/  1592 | 29/  1847 | 35/  2229 | 39/  2484 |
| Кабинет № 21 | 21/  1338 | 22/  1401 | 20/  1274 | 18/  1146 | 16/  1019 | 18/  1146 | 17/  1083 | 18/  1146 | 20/  1274 |
| Туалет | 22/  1401 | 26/ 1656 | 21/  1338 | 20/  1274 | 19/  1210 | 20/  1274 | 22/  1401 | 25/  1592 | 31/  1975 |
| Спортзал | 42/  2675 | 50/  3185 | 35/  2229 | 30/  1911 | 14/  892 | 15/  955 | 38/  2420 | 55/  3503 | 63/  4012 |
| Кабинет №20 | 10/  637 | 12/  746 | 11/  701 | 10/  637 | 8/ 510 | 10/  637 | 9/  573 | 11/  701 | 11/  701 |
| Гардероб | 39/  2484 | 38/  2420 | 36/  2293 | 33/  2229 | 19/  1210 | 20/  1274 | 28/  1783 | 38/  2420 | 37/ 2357 |
| Столовая | 50/  3185 | 55/  3503 | 51/  3248 | 48/  3057 | 29/  1847 | 30/  1911 | 49/  3121 | 60/  3821 | 63/  4012 |
| Коридор | 16/  1019 | 17/  1083 | 16/ 1019 | 18/  1146 | 11/  701 | 13/  828 | 16/  1019 | 18/  1146 | 17/  1083 |
| Биолабо-  ратория | 8/  510 | 10/  637 | 9/  573 | 9/  573 | 8/  510 | 8/  510 | 9/  573 | 10/  637 | 10/  637 |

*Приложение 4*

Таблица 2. Количество колоний и значения ОМЧ в контрольных точках в 2012, 2013, 2016 и 2017 г

| Место взятия пробы | Месяц взятия пробы | Количество колоний и  ОМЧ по годам исследования | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2012 г | 2013 г | 2016 г | 2017 г |
| Кабинет № 22 (без проветривания) | Сентябрь | 27/1720 | 25/1592 | 24/1529 | 25/1592 |
| Октябрь | 26/1656 | 24/1529 | 26/1656 | 29/1847 |
| Ноябрь | 35/2229 | 29/1847 | 34/2166 | 35/2229 |
| Декабрь | 38/2420 | 35/2229 | 36/2293 | 39/2484 |
| Кабинет № 21 (с проветриванием) | Сентябрь | 18/1146 | 13/828 | 17/1083 | 18/1146 |
| Октябрь | 21/1338 | 15/955 | 16/1019 | 17/1083 |
| Ноябрь | 17/1083 | 17/1083 | 18/1146 | 18/1146 |
| Декабрь | 22/1401 | 20/1274 | 19/1210 | 20/1274 |
| Туалетная комната | Сентябрь | 13/828 | 6/382 | 14/892 | 20/1274 |
| Октябрь | 14/892 | 12/764 | 13/828 | 22/1401 |
| Ноябрь | 7/446 | 12/746 | 13/828 | 25/1592 |
| Декабрь | 19/1210 | 14/892 | 14/892 | 31/1975 |
| Спортивный зал | Сентябрь | 8/510 | 9/573 | 10/637 | 15/955 |
| Октябрь | 37/2357 | 31/1975 | 35/2229 | 38/2420 |
| Ноябрь | 49/3121 | 35/2229 | 51/3248 | 55/3503 |
| Декабрь | 53/3375 | 42/2675 | 57/3631 | 63/4012 |