

УДК 616.931–053.2

## ФОНТАНЫ УКРАИНЫ ОТКРЫТЫЕ ОЧАГИ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: ПРИЧИНЫ, АНАЛИЗ СИТУАЦИИ, РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Мартынов А.В., Мануйлов\* М.Б., Степанова\*  
И.И., Маньковский\*\* В.В., Московкин\*\*\* В.М.

ГУ «Институт микробиологии и иммунологии имени  
И.И. Мечникова АМН Украины»

\*Национальный технический университет «ХПИ»

\*\*ОК ПТБ № 7, Диспансерное противотуберкулезное  
отделение № 6 г. Харькова

\*\*\*Белгородский государственный университет,  
Российская Федерация

**Постановка проблемы.** Ухудшение экологической ситуации в крупных городах Украины, в частности многократное превышение концентраций пыли в приземном воздушном слое, привело к всплеску числа людей страдающих сердечно-сосудистыми и легочными заболеваниями. В свою очередь содержание пыли в воздухе находится в прямой зависимости от количества автотранспортных средств и их качества, что наблюдается и в наших городах: машин становится все больше, а их состояние вызывает множество вопросов. Необходимость скорейшего решения проблемы запыленности очевидна, но на практике, применение кардинальных подходов к управлению ситуацией, а это – минимизация транспортных потоков, запрет на эксплуатацию устаревших машин, значительное увеличение зон озеленения и т.п., весьма проблематично по экономическим, социальным и временным причинам. Приведенное и стало основным стимулом массового строительства фонтанов во многих городах мира, в том числе и городах Украины, что естественно – так как основное санитарное предназначение фонтанов заключается в очистке воздуха от пыли: осадимых аэрозолей автотранспортного, промышленного, эрозийного и вторичного происхождения. В связи с тем, что проточное водоснабжение фонтанов практически не производится (так как необходимы доступные природные источники питьевых вод), то их работа производится в режиме рециркуляции. Причем в странах ЕС, США, Японии и т.д. воды систем оборотного водоснабжения обязательно обеззараживаются, в Украине решение приведенной проблемы носит рекомендательный характер, что ставит вопрос об эпидемиологической безопасности фонтанов расположенных на улицах и площадях наших городов, в офисных, гостиничных и других помещениях.

**Актуальность работы.** В 2007 году МОЗ Украины в Приказе № 483 от 08.08.07 г. отнесло фонтаны к потенциальным источникам инфицирования населения легионеллезом. Исследования авторов статьи, проводившиеся в 2008-2010 г.г. в г. Харькове показали наличие в водах фонтанов микобактерий туберкулеза, при общей характеристике вод как «высокое свежее фекальное заражение». Данное позволило отнести фонтаны к открытым очагам инфекционных заболеваний оказывающих существенное влияние на эпидемиологическую ситуацию в городах. В связи со значительным увеличением

числа фонтанов и учитывая их способность к аккумуляции практически всего видового состава микробов обитающих в городах (в том числе и патогенных), вероятность возникновения чрезвычайных эпидемиологических ситуаций с каждым годом возрастает, что уже является вопросом национальной безопасности страны.

**Цель и задачи исследования.** Принятие оптимальных решений по ликвидации открытых очагов инфицирования формируемых фонтанами требует определения причинно-следственных связей приводящих к микробиологическому заражению вод систем рециркуляции с анализом существующей ситуации и с учетом прогнозных оценок. Наряду с этим необходимо изучение влияния микробных туманов, образующихся в процессе работы фонтанов, на эпидемиологическую ситуацию в городах. Но основная задача исследований заключается в разработке Технических Условий эпидемиологической безопасности фонтанов и их реализации в виде технологии обеззараживания вод систем оборотного водообеспечения, адаптированной к местным условиям и отвечающей природоохранному законодательству Украины.

**Пути инфицирования вод систем оборотного водоснабжения фонтанов.** В начале эксплуатации чаши фонтанов заполняются питьевой водой из городских водопроводов, которые служат и для подпитки компенсирующей потери на испарение, разбрызгивание и формирование искусственных туманов. Установка аппаратов обеззараживания в фонтанах Украины сегодня не предусмотрена, что делает их воды уязвимыми при микробиологическом заражении. Рассмотрим пути по которым микробы поступают в воды фонтанов.

Постоянным источником внесения микроорганизмов в воды фонтанов являются вторичные осаждаемые аэрозоли – частицы пыли, осевшие на городских территориях, где они подверглись микробообсеменению выделениями людей, в том числе представителей групп риска – бездомных, нелегальных иммигрантов и т.п., домашних и бродячих животных, но под действием ветра, вернувшиеся во временное взвешенное состояние [1]. К данной категории относятся и аэрозоли эрозийного происхождения – частички почвы, поднятые ветром в приземные слои воздуха. Инфицированная пыль в процессе работы фонтанов задерживается и накапливается в чашах, в которых микроорганизмы развиваются, чему способствуют высокие среднесуточные температуры и присутствие в водах органики, содержащейся в осадимых аэрозолях [1, 2]. В связи с тем, что при сильных порывах ветра речь идет о тучах пыли переносимых на десятки километров, то можно внести предположение об аккумуляции в чашах фонтанов практически всего видового состава микробов обитающих в загрязненных накапливающихся на городских территориях, включая и участки являющиеся крайне не благоприятными в санитарно-эпидемиологическом плане: открытые торговые точки, базары, места сбора пищевых и бытовых отходов, не санкционированные помойки, мусорки и т.д. Рассмотренный путь заражения вод систем рециркуляции относится ко всем без исключения фонтанам независимо от места их нахождения – в помещении или на открытом воздухе. Отличия

заканчиваются только в уровне инфицирования и загрязнения вод, при аналогичности видового состава бактерий, вирусов и грибов.

Второй путь инфицирования вод обусловлен очень важной особенностью городских фонтанов расположенных на открытом воздухе, а именно их полной доступностью для птиц, городских животных и представителей групп риска, в том числе и бездомных людей. Для последних фонтаны являются единственными источниками воды для купания и стирки одежды, что приводит к дополнительному сильному заражению и загрязнению вод. Периодически нагрузки возникают и при массовом купании молодежи и детей в фонтанах, что не только может негативно отразиться на их здоровье, но и оказывает влияние на микробиологические показатели вод. Рассмотренный путь микробиологического заражения не является постоянным, но в период жарких дней он, безусловно, становится доминирующим в инфицировании и загрязнении вод фонтанов.

#### **Воздушно-капельный путь бытового инфицирования населения микробными туманами фонтанов.**

На практике заразиться микробами, содержащимися во вторичных осадимых аэрозолях маловероятно, так как они имеют размеры от 15-20 до 100-120 мкм [1, 2], а слизистые носа и носоглотки задерживают все твердые частицы с размерами более 8-10 мкм, при этом бактерии и вирусы инактивируются [3]. Более того, если избегать непосредственного контакта с представителями групп риска и максимально дистанцироваться от мест их проживания и встреч, то вероятность инфицирования для остального населения городов не очень и велика. По настоящему высокая степень опасности, для всех без исключения жителей, наступает при внесении микробообсемененных загрязнений в воды фонтанов, в которых микробы, размножаясь, покидают твердые частицы и, захватываясь насосами, формирующими струи, создают искусственные микробные туманы - облака мельчайших капелек воды содержащих бактерии и вирусы. Причем капельки туманов в отличие от твердых частиц, имея даже очень большие размеры - 100 и более мкм, беспрепятственно проникают в организм людей, что и приводит к инфицированию населения воздушно-капельным путем [4]. Важной особенностью искусственных туманов является их высокая мобильность, т.е. возможность перемещения капелек воздушными потоками на значительные расстояния от места нахождения фонтана, что формирует площади инфицирования. Например, усредненный фонтан с объемом чаши 100 м<sup>3</sup>, при высоте подачи струй 15 м, с учетом слабого ветра со скоростью 14-15 м/час, согласно СНиП 3.05.04.-858 «фонтаны», выбрасывает 107,1 литра воды в виде аэрозоля и способен рассеивать водные туманы в радиусе 4262 метров от источника [4].

Безусловно, основным вопросом эпидемиологической безопасности фонтанов является определение и прогноз видового состава микробов в водах систем рециркуляции и в капельках образующихся туманов. Исследования 2008-2010 г.г., проводившиеся в г. Харькове, несмотря на далеко не полный характер показали присут-

ствие в оборотных водах и капельках аэрозолей туберкулезных палочек (содержание КУБ 2+), бактерий группы кишечной палочки (индекс БГКП 600-800) [4, 5], на фоне активного развития в чашах сине-зеленых водорослей и нитчатых цианобактерий. МОЗ Украины в Приказе № 483 от 08.08.07 г. признало фонтаны потенциальными источниками инфицирования населения городов легионеллезом. Возвращаясь к проблеме туберкулеза необходимо отметить, что в последнее время все больше людей с открытыми формами данного заболевания стали появляться в группах хорошо обеспеченных граждан среднего и высокого достатка, у детей обеспеченных родителей, а это признак, указывающий на существование открытых очагов инфицирования доступных для всех социальных слоев общества. К сожалению, такими очагами являются фонтаны расположенные как на открытом воздухе, так и в помещениях по всей территории нашей страны, выше отмечалось – обязательное обеззараживание вод фонтанов в Украине не предусмотрено. Повышенная опасность вызвана еще и тем, что во многих случаях туберкулез вызывается полирезистентными бактериями, соответственно классические подходы к лечению пациентов не дают позитивных результатов, причем даже невозможно своевременно провести диагностику до момента появления органических поражений легких и других органов. Кроме туберкулеза в фонтанах могут накапливаться вирусы и многие другие микроорганизмы, которые распространяются аэрозольным путем, отсюда и непонятные вспышки легочных заболеваний в летний период в крупных городах. Но, в прогнозных оценках, исходя из единого источника микробиологического заражения вод - загрязнений накапливающихся за бездождевые периоды на урбанизированных территориях [6], видовой состав бактерий, вирусов и грибов, обитающих в водах фонтанов должен быть очень близок к микробиологии поверхностного дождевого стока отводимого с городских водосборов. А он, по определению ученых всех стран мира, подпадает под категорию сточных вод характеризующихся, по химическому и микробиологическому составу, как «разбавленные хозяйственно-бытовые стоки фекальных канализаций» [7]. Соответственно видовой состав микробов, в том числе и патогенных, населяющих воды фонтанов может быть крайне разнообразен и в полной мере отражать, эпидемиологическую ситуацию, сложившуюся в том или ином городе нашей страны. Поэтому речь идет не только об опасности заражения людей туберкулезом или легионеллезом, но и возможности инфицирования менингококковым менингитом, пневмококковой пневмонией, холерной палочкой и многими другими патогенными бактериями и вирусами. В случае возникновения крайне не благоприятных эпидемиологических ситуаций в городах фонтаны могут стать аккумуляторами, а посредством микробных туманов и источниками распространения таких смертельных заболеваний как легочная форма сибирской язвы (например, при разконсервации могильников со

спорами сибирской язвы [8] в процессе проведения строительных работ) и легочная форма чумы.

**Методика предварительного анализа эпидемиологической опасности фонтанов.** В некоторых случаях для улучшения эстетического вида фонтанов принимаются меры по повышению прозрачности и по возвращению водам естественного цвета, которые заключаются в периодической замене воды в чашах или в механическом удалении сине-зеленых водорослей. Естественно, проведение данных мероприятий не влияет на видовой состав микробов, и фонтаны остаются эпидемиологически опасными. Приведенное ставит вопрос – как по ограниченному числу признаков провести предварительный анализ степени опасности фонтана для жизни и здоровья граждан?

Исходя из данных натурных исследований [4,5] и основываясь на литературных источниках [9,10] в формировании прозрачности и цвета вод, фонтанов доминирующую роль играет фактор микробиологического заражения. Во вторичных осаждаемых аэрозолях, с высокой степенью вероятности, присутствуют споры нитчатых цианобактерий (вызывающих эффект «цветения вод») и споры сине-зеленых водорослей. Как описывалось выше попав, в водную среду микробы начинают размножаться, что при высоких среднесуточных температурах приводит к росту их биомассы в геометрической прогрессии до наступления стационарной фазы, которая достигается цианобактериями и сине-зелеными водорослями за 48-60 часов. С данного момента вода приобретает характерную цветность, высокую мутность, специфический «болотный» запах, а стенки чаш фонтанов покрываются слизью. Приведенное указывает на высокую зараженность воды и на создавшиеся благоприятные условия для развития многих видов бактерий, вирусов и грибов, в том числе и патогенных. Сформулируем положения предварительного анализа степени эпидемиологической опасности фонтанов:

Вариант № 1. Вода фонтана имеет зеленовато-коричневый цвет, высокую мутность, «болотный» запах и стенки чаши покрыты слизью.

Общая характеристика: вода фонтана имеет высокую степень зараженности и в ней, с высокой вероятностью, присутствуют микобактерии туберкулеза, возможно содержание легионелл и других патогенов. Приведенная ситуация возникает в случае отсутствия обеззараживания воды, при этом не производится ни периодическая, ни регулярная замена вод. Соответственно, образующиеся в процессе работы фонтана капельки аэрозолей содержат патогенные микроорганизмы, инфицирующие население воздушно-капельным путем.

Вывод: фонтан является открытым очагом инфекции, а степень его опасности определяется при выделении видового состава патогенов в лабораториях СЭС или специализированных учреждений.

Вариант № 2. Вода прозрачная, не имеет цвета, но на стенках чаши присутствует слизь и возможен слабый «болотный» запах.

Общая характеристика: вода инфицирована и существует вероятность присутствия микобактерий ту-

беркулеза, легионелл, других патогенов. Такая картина наблюдается, если полная замена «старой» воды в чаше фонтана на питьевую, производится с периодичностью, не превышающей 24-х часов.

Вывод: эпидемиологическая опасность для людей при работе фонтана присутствует, а ее уровень уточняется в процессе проведения микробиологических анализов.

Вариант № 3. Вода прозрачная, не имеет запаха и цвета, на стенках чаши отсутствует слизь.

Общая характеристика: вода имеет микробиологические показатели питьевой и образующиеся капельки аэрозолей безопасны для здоровья людей. Приведенное означает, что в системе рециркуляции фонтана предусмотрено обеззараживание, или фонтан работает в проточном режиме при выполнении условия: весь объем чаши замещается питьевой водой 6-8 раз в течение суток.

Вывод: эпидемиологически фонтан безопасен.

**Технические Условия обеспечения эпидемиологической безопасности фонтанов.** Безусловно, игнорирование международных санитарных правил несет в себе непосредственную угрозу жизни и здоровью сотен тысяч людей, причем с каждым годом опасность возрастает, что связано как с увеличением количества фонтанов (что неизбежно), так и в большей степени с появлением новых видов патогенных микроорганизмов, попадающих в нашу страну с миграционными потоками из эпидемиологично неблагополучных регионов мира ряда стран Африки, Юго-Восточной и Центральной Азии и т.д.

Для решения проблемы ликвидации рассматриваемого пути бытового инфицирования необходимо сформулировать положения Технических Условий учитывающие международный опыт и отвечающих Санитарным Правилам, действующим в нашей стране.

Технические Условия:

Во-первых, при использовании оборотного водоснабжения фонтанов обязательно должно осуществляться обеззараживание вод.

Во-вторых, воды фонтанов должны отвечать микробиологическим показателям питьевых, отраженных в ДСанПіН № 383 «вода питна».

В-третьих, применение средств обеззараживания не должно приводить к образованию в капельках искусственных туманов химических соединений в концентрациях превышающих предельно-допустимые нормы установленные Санитарными Правилами Украины.

В-четвертых, концентрации, образующиеся в процессе обеззараживания газов или газообразных соединений, не должны превышать предельно-допустимые нормы отраженные в Санитарных Правилах Украины.

В-пятых, фонтаны, работающие в режиме оборотного водоснабжения не могут быть источниками питьевой водой.

**Технология обеззараживания вод систем рециркуляционного водоснабжения фонтанов.** В большинстве стран мира обеззараживание вод систем рециркуляции производится с помощью аппаратов

ультрафиолетового излучения. Но ни воды городских водопроводов, ни тем более загрязненные в процессе работы фонтанов воды (при очистке воздуха от пыли), по физико-химическим показателям не соответствуют требованиям, предъявляемым к водам, подаваемым в УФ-реакторы [11]. Как следствие необходима доочистка вод до требуемых показателей, а это требует установки системы фильтров и аппаратов ионообменной обработки вод, что в условиях уже существующих фонтанов не реально, так как необходимо строительство наземных или подземных помещений для размещения оборудования. Приведенное и стало причиной поиска альтернативных технологий отвечающих Техническим Условиям, но экономически приемлемых для фонтанов как находящихся на открытом воздухе, так и в помещениях.

В основе разработанной НТУ «ХПИ» и ГУ «ИМИ им. И. И. Мечникова АМНУ» технологии лежит способ обеззараживания вод ионами серебра и меди, получаемых электрохимическим способом, который достаточно известен и применяется десятки лет [12]. Механизм действия рассматриваемого метода так же изучен: за доли секунды катионы серебра и меди образуют электростатическое соединение на отрицательно заряженных участках стенок клетки микроорганизма. Эти соединения изменяют проницаемость стенки клетки так, что прием питательных веществ становится невозможным (наступает бактериостатический эффект). При проникновении серебра и меди внутрь клетки микроба, ионы оказывают воздействие на содержащиеся в белковых веществах серосодержащие аминокислоты, которые необходимы для фотосинтеза, в результате фотосинтез невозможен и клетка отмирает [12]. На рисунке 1 приведена принципиальная технологическая схема обеззараживания и очистки вод систем рециркуляционного водоснабжения фонтанов, а в пояснениях указывается назначение каждого из элементов с указанием основных технологических параметров процесса. На рисунке 2 приведена принципиальная технологическая схема обслуживания аппаратов обеззараживания и очистки вод фонтанов (краткие пояснения к элементам технологической цепочки приведены ниже), ее предназначение заключается в обеспечении выполнения положений природоохранного законодательства Украины по отведению загрязненных вод в водные объекты или в городскую канализацию, важным вопросом является и утилизации загрязняющих веществ получаемых в процессе проведения регенерации фильтрующих загрузок. Иначе говоря, процесс обеззараживания вод фонтанов может рассматриваться только комплексно, т.е. технологические схемы, приведенные на рис.1 и рис.2 надо рассматривать как единое целое. Краткая характеристика элементов технологических схем:

**Передвижной аппарат шокового обеззараживания** - используется при запуске фонтанов в эксплуатацию в начале сезона, обеспечивая дезинфекцию поверхностей чаш и оборудования с консервацией микробиологических показателей на уровне ДСанПиН № 383 "вода питна" за счет насыщения вод фонтанов ионами серебра до концентрации 0,35 мг/л

и меди до 2,5 мг/л за 1-2 часа работы аппарата [13]. Передвижной аппарат может применяться и для проведения профилактических мероприятий, например в случае подстраховки регламентированных микробиологических показателей, при массовом использовании фонтанов людьми для купания с учетом высоких среднесуточных температур. Предупреждение - так как в аппарате электрохимическое растворение электродов происходит при силе тока до 50 А и напряжении до 24 В, то необходимо соблюдение условий техники безопасности, а сами работы желательно проводить в ночное время или рано утром.

**Стационарный аппарат обеззараживания вод** - поддерживает концентрацию ионов серебра в интервале 0,25-0,27 мг/л и меди в интервале 1,5-2,0 мг/л, работает в дискретно-непрерывном режиме в течение задаваемого периода времени - для фонтанов, расположенных на открытом воздухе - это сезон (7 месяцев); для фонтанов, расположенных в помещениях - 12 месяцев, после чего производится замена отработанных электродов на новые. Растворение электродов в аппарате в основном происходит при силе тока 0,25 А и напряжении 2,7 В, что полностью безопасно для людей, купающихся в фонтанах и т.п. [14,15,16].

**Передвижная фильтрационная установка** - используется в среднем 1 раз в месяц, обеспечивая требуемые показатели прозрачности воды фонтанов, задерживая взвешенные частицы, имеющие размеры более 15 мкм [17].

**Аппарат десеребрения и демеднения** - обеспечивает снижение концентрации серебра и меди, находящихся в воде в виде ионов и сорбированных на взвешенных частицах со значениями 0,5 -0,55 мг/л Ag и 3,0-3,5 мг/л Cu до показателей, регламентированных природоохранным законодательством: ПДК серебра - не более 0,05 мг/л и ПДК меди - не более 1,0 мг/л, при отведении вод в природные водные объекты или городские очистные сооружения [18].

**Аппарат регенерации катионита** - обеспечивает регенерацию катионитовой загрузки с дальнейшим ее использованием в процессе демеднения и десеребрения вод. При этом серебро и медь переводятся в раствор азотной кислотой, из которого с помощью **аппарата выделения серебра и меди** производится перевод ионов в порошкообразную массу металла [18].

**Система регенерации фильтрующей загрузки** - обеспечивает подготовку пенополиуретановой загрузки фильтра к дальнейшей эксплуатации путем промывки и многократного отжатия в специальной камере. Образующийся высококонцентрированный фильтрант аккумулируется в емкости с дальнейшим обезвреживанием [17]. **Система обезвоживания и сушки фильтранта** - предназначена для переработки фильтранта в шлам, что достигается за счет первичного обезвоживания на иловой площадке с дальнейшей сушкой полученных отходов в специальной камере [17].

**Аппарат выделения серебра и меди** - обеспечивает выделение серебра и меди из шлама в раствор азотной кислоты, из которого электрохимическим способом производится перевод ионов в

порошкообразную массу металла. Образующиеся отходы представляют собой твердый бытовой мусор, являющийся экологически безопасным, и может вывозиться за пределы города обычным порядком. Порошок серебра и меди переплавляется, очищается и используется для изготовления электродов аппаратов обеззараживания [18].

Соответствие представленной технологии Техническим Условиям.

Во-первых: воды системы рециркуляционного водообеспечения обеззараживаются двухстадийным способом - «шоковое воздействие» и стационарная обработка вод.

Во-вторых: микробиологические показатели вод обеспечиваются на уровне питьевых, так при проведении опытно-промышленных испытаний 2009 г. на Харьковских фонтанах «ГАТОБ», воды соответствовали требованиям ДСанПиН «вода питна» (микробиологические анализы вод проводились лабораторией Харьковской областной СЭС МОЗ Украины) [2,4].

В-третьих: максимальное суточное поступление в организм человека серебра и меди с капельками аэрозоля, при пребывании в непосредственной близости от фонтана в течении 12 часов (максимальный период работы фонтанов) составляет: серебро 55,6 мкг (ПДК серебра в литре воды 50мкг), меди 0,306 мг (ПДК меди в литре воды 1,0 мг), соответственно никакого негативного влияния на организм человека происходить не может [12].

Определение максимального поступления серебра и меди в организм человека, при вдыхании капелек аэрозолей, образующихся при работе фонтана.

а) Исходная информация: рассматривается усредненный фонтан с объемом чаши 100 м<sup>3</sup> и высотой подачи струй 15 м, режим работы - за суточный цикл (12 часов) весь объем воды чаши 6-тикратно проходит цикл: форсунки формирующие струи – чаша - форсунки и т.д.

б) Основные характеристики образующихся аэрозолей: диапазон размеров капелек 5-100 мкм. Скорость гравитационного осаждения капелек определяется по формуле [19]:

$$V(d) = 3,017 \cdot 10^{-5} \cdot d^2, \quad (1)$$

где V(d) - имеет размерность, м/с; d - диаметр капель, мкм.

Потери на формирование искусственных туманов и испарение составляют 20 л на 1 м<sup>3</sup> воды участвующей в процессе работы фонтана (СНиП 3.05.04-358 «фонтаны»).

в) Максимальное содержание аэрозоля в воздухе задается следующими условиями:

- скорость ветра принимается минимальной (фактор задающий наименьшую площадь рассеивания

аэрозолей), 1-й по баллам Бофорда (категория тихого ветра), со скоростью 3,6 км/час;

- аэрозоли представлены монодисперсной системой со средневзвешенными размерами капель 70 мкм, что задает минимальный перенос капель от источника формирования.

г) При расчете ужесточим требования, предположив нулевые потери воды на испарение, тогда за 1 минуту формируется 16,7 литров воды в виде капель с содержащих 5875 мкг серебра (концентрация серебра в воде фонтана 0,35 мг/л) и 41,75 мг меди (концентрация меди 2,5 мг/л). Считаем, что все капельки аэрозолей в периоде взвешенного состояния находятся на уровне дыхательных путей человека.

Тогда при заданной скорости ветра расстояние от фонтана до границы действия аэрозолей (точки осаждения капелек на поверхность земли) составляет 72 м, а площадь рассеивания охватывает 432 м<sup>2</sup>, при объеме воздуха насыщенного аэрозолями 756 м<sup>3</sup>. Соответственно содержание ионов серебра и меди в 1 м<sup>3</sup> воздуха, в зоне действия фонтана, составят: серебро 7,73 мкг и меди 0,055 мг. Среднее потребление воздуха для человека составляет 10 л в минуту, что за период пребывания у фонтана составит: по серебру 55,6 мкг, по меди 0,396 мг.

В-четвертых: при электрохимическом растворении электродов поддерживаются такие плотности тока, при которых выделение электролизных газов практически не возможно [20].

## Заключение

В статье изучен путь бытового инфицирования населения воздушно-капельным путем микробными туманами, образующимися в процессе работы фонтанов водообеспечение которых производится рециркуляционным способом, без проведения обеззараживания. Приведенная ситуация оказывает существенное влияние на общую эпидемиологическую ситуацию в городах и является одним из главных факторов расширения эпидемии туберкулеза в Украине. На основании проведенных исследований были сформулированы положения Технических Условий обеспечивающих эпидемиологическую безопасность фонтанов, что позволило определить требования к технологиям используемым в процессах обеззараживания вод систем оборотного водоснабжения. Представленное стало основой для разработки технологии обеззараживания оборотных вод ионами серебра и меди, получаемых электрохимическим способом, отвечающей требованиям Технических Условий и природоохранного законодательства. Технология прошла апробацию на ряде фонтанов г. Харькова и показала свою эффективность, отвечающую международным стандартам, при значительном экономическом преимуществе.

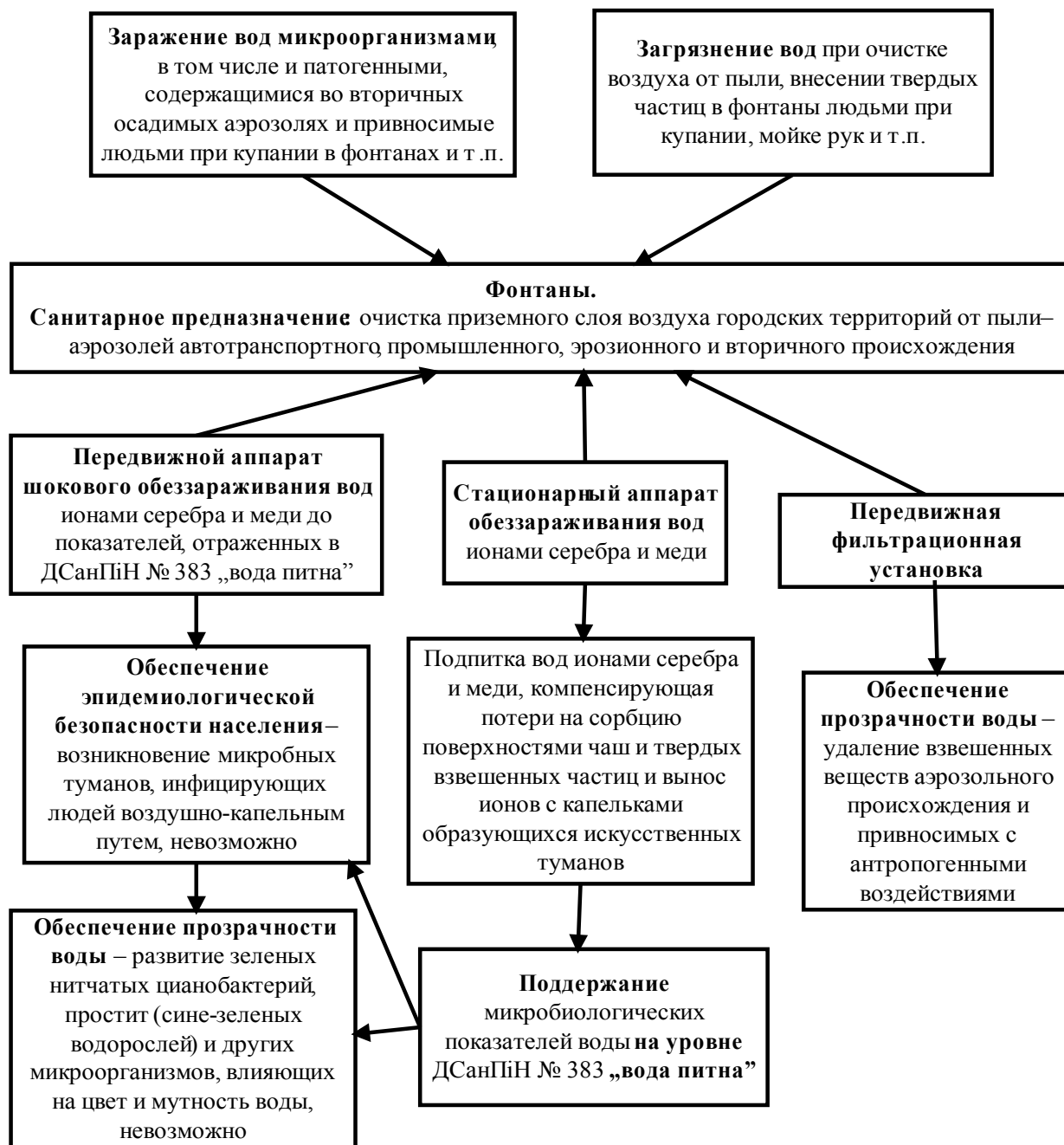


Рис.1 Технологическая схема обеззараживания и очистки вод фонтанов работающих в режиме рециркуляции.

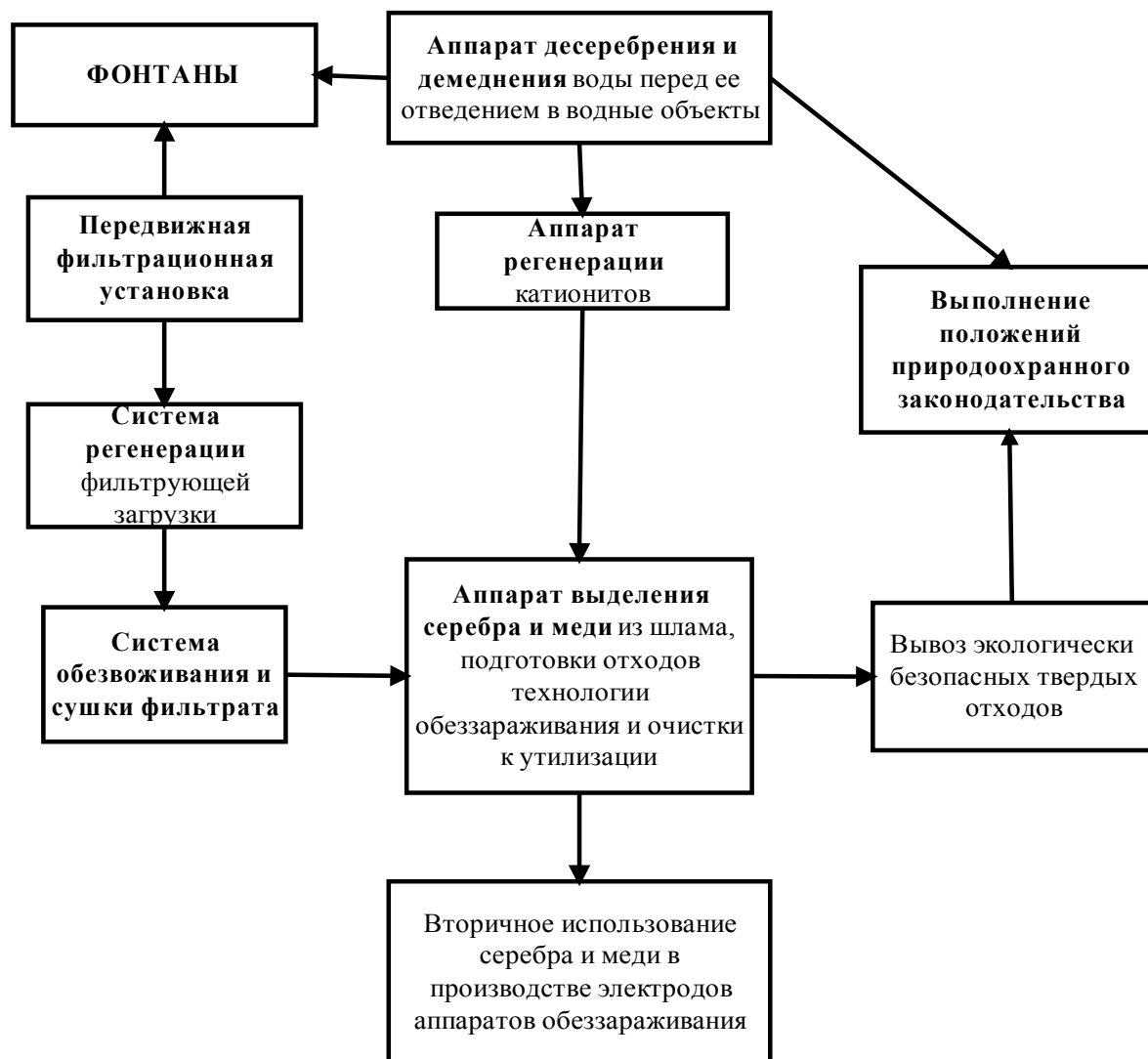


Рис. 2 Технологическая схема обслуживания аппаратов обеззараживания и очистки вод фонтанов.

#### Список литературы:

1. Хват В.М. Об аэрозольном загрязнении поверхностного стока на урбанизированных территориях / В.М.Хват, В.М.Московкин, М.Б.Мануйлов [и др.] // Метеорология и гидрология.- № 2.-1996. - С. 99-103.
2. Московкин В.М. Влияние загрязнений, формирующихся на урбанизированных территориях, на эпидемиологическую и экологическую ситуации / В.М.Московкин, М.Б.Мануйлов // Экология урбанизированных территорий. - № 1. – 2010. - С.18-31.
3. Кротков Ф.Г. Медицинская служба гражданской обороны / Кротков Ф.Г.-М.: Медицина, 1975.-334 с.
4. Бучнев В.А. Об эпидемиологической безопасности граждан, посещающих места отдыха, оборудованные фонтанами / В.А.Бучнев, М.Б.Мануйлов, Н.Н.Куковицкий [и др.] // Науковий вісник будівництва.-вип.49.-2008. - С.24-31.
5. Мануйлов М.Б. Воздействие загрязнений, формирующихся на урбанизированных территориях, на экологическую и эпидемиологическую ситуации / М.Б.Мануйлов, В.М.Московкин, А.В.Мартынов [и др.] // Исследовано в России: Моск. физико-техн. ин-т. -Т.12.-2009. - С.204-226.
6. Мануйлов М.Б. Формирование загрязняющих веществ на городских территориях за без дождевые периоды времени / М.Б.Мануйлов, Е.С.Большакова // Науковий вісник будівництва.- вип.49.- 2004.- С. 24-31.
7. Молоков М.В. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок / МолоковМ.В., Шифрин В.Н. - М.: Стройиздат, 1977. – 67 с.
8. Manuylov M.B. Infected surfaces of vehicles as possible way of people's infection by bird flu pathogenic culture / M.B.Manuylov, I.I.Mavrov, V.M.Moskovkin // Quantitative Biology > Other, arXiv : 0707.1238. – 2007. – 8 p.
9. Стейниер Р. Мир микробов (том 1) / Стейниер Р., Эдельберг Э., Ингрэм Дж., пер. с англ. Е.Н.Кондратьевой. – М.: Мир. – 319 с.
10. Таубе П.Р. Химия и микробиология воды / Таубе П.Р., Баранович А.Г. – М.: Высшая школа, 1983. – 297 с.

11. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды (издание четвертое переработанное и дополненное) / Кульский Л.А. – К.: Наукова думка, 1982. – 564 с.
12. Кульский Л.А. Серебряная вода (издание шестое дополненное и переработанное) / Кульский Л.А. – К.: Наукова думка, 1971. – 138 с.
13. Мануйлов М.Б. Совершенствование систем регулирования электрохимических водоочистных установок / М.Б.Мануйлов, И.Т.Гороновский, В.В.Теселкин [и др.] // Химия и технология воды. – Том 11. - № 4. - 1989. – С. 375-378.
14. Мануйлов М.Б. Вопросы обеспечения безопасности отечественных технологий оборотного водоснабжения пунктов мойки транспортных средств / М.Б.Мануйлов, О.И.Дмитрук, В.Н.Лутай [и др.] // Науковий вісник будівництва. – вип. 44. – 2007. – с. 206-221.
15. Мануйлов М.Б. Пути решения проблемы оборотного водоснабжения промышленных предприятий / М.Б.Мануйлов, Н.Н.Куковицкий // Вестник национального технического университета «ХПИ». - № 31. – 2007. – С. 113-117.
16. Мануйлов М.Б. Некоторые аспекты безопасного локального водоснабжения населения / М.Б.Мануйлов, Н.Н.Куковицкий, В.Ю.Донченко // Вестник национального технического университета «ХПИ». - № 13. – 2008. – С. 133-137.
17. Мануйлов М.Б. Новая технология отведения и очистки поверхностного стока, образующегося на селитебных территориях и промышленных площадках предприятий / М.Б.Мануйлов, А.Г.Шутинский, В.М.Авин [и др.] // Вестник национального технического университета «ХПИ». - № 3. – 2003. – С. 49-57.
18. Кондратьев К.Я. К вопросу изучения дисперсного состава атмосферных аэрозолей и расчета их осаждения / К.Я.Кондратьев, В.М.Хват, В.М.Московкин [и др.] // Доклады АН СССР. – Том 303. - № 3. – 1988. – 501-505.
19. Байрачный Б.И. Ресурсосберегающие электрохимические процессы переработки и обезвреживания выбросов тяжелых металлов и токсичных газов // Б.И.Байрачный, М.Б.Мануйлов, Ю.И.Коваленко [и др.]. – Материалы 1-й Международной научно-практической конференции «Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии. Проблемы и перспективы».- Тезисы докладов, Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова. – 2009.- С. 25-26.
20. Кубасов В.А. Основы электрохимии / Кубасов В.А., Зарецкий С.А. – М.: Химия, 1079. – 192 с.

**ФОНТАНЫ УКРАИНЫ ОТКРЫТЫЕ ОЧАГИ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: ПРИЧИНЫ, АНАЛИЗ СИТУАЦИИ, РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ**  
**Мартынов А.В., Мануйлов М.Б., Степанова И.И., Маньковский В.В., Московкин В.М.**

В статье изучены причинно-следственные связи объясняющие закономерность заражения вод систем оборотного водоснабжения фонтанов патогенными

микробами и доказана необратимость формирования пути бытового инфицирования населения воздушно-капельным путем образующимися микробными туманами. Исследования микробиологического заражения вод позволили получить информативные признаки предварительного анализа эпидемиологической опасности фонтанов и дали возможность выделить доминирующий фактор риска – высокое содержание микробактерий туберкулеза в капельках аэрозолей. На основе собранной базы данных были сформулированы Технические Условия обеспечения безопасности граждан от всех возможных негативных воздействий фонтанов, реализованные в виде технологии обеззараживания оборотных вод ионами серебра и меди отвечающей международным санитарным правилам нормативам МОЗ Украины и природоохранному законодательству

**ФОНТАНИ УКРАЇНИ ВІДКРИТІ ВОГНИЩА ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ: ПРИЧИНИ, АНАЛІЗ СИТУАЦІЇ, РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ**  
**Мартынов А.В., Мануйлов М.Б., Степанова И.И., Маньковский В.В., Московкин В.М.**

У статті вивчені причинно-наслідкові зв'язки пояснюючу закономірність зараження вод систем оборотного водопостачання фонтанів патогенними мікробами й доведена необоротність формування шляхи побутового інфікування населення повітряно-краплинним шляхом микробними туманами, що утворюються. Дослідження мікробіологічного зараження вод дозволили одержати інформативні ознаки попереднього аналізу епідеміологічної небезпеки фонтанів і дали можливість виділити домінуючий фактор ризику - високий зміст микробактерій туберкульозу в крапельках аерозолів. На основі зібраної бази даних були сформульовані Технічні Умови забезпечення безпеки громадян від всіх можливих негативних впливів фонтанів, реалізовані у вигляді технології знезаражування оборотних вод іонами срібла й міді що відповідає міжнародним санітарним правилам нормативам МОЗ України й природоохоронному законодавству

**UKRAINIAN FOUNTAINS OPEN HEARTH INFECTIOUS DISEASES: CAUSES, SITUATION ANALYSIS, SOLUTION**  
**Martynov A.V., Manuilov M.B., Stepanova I.I., Mankovsky V.V., Moskovkin V.M.**

The paper examined the causal links that explain the pattern of contamination of water systems of water recycling fountains by pathogens and proved the irreversibility of the formation of the path of infection of domestic population of by airborne droplets, formed by microbial fogs. Studies of microbiological contamination of water allowed to obtain informative features for preliminary analysis of epidemiological danger of fountains and provided an opportunity to identify the dominant factor – high levels of Mycobacterium tuberculosis in aerosol droplets. On the basis of the collected databases were formulated technical conditions to ensure the security of the collected databases were formulated technical conditions to ensure the security of citizens from all possible negative impacts of fountains,



realized in the form of water disinfection technology working with silver and copper, which consistent with international sanitary rules, regulations Ministry of Health Care of Ukraine and environmental legislation.

**Keywords:** fountains, infection, inactivation, silver – copper electrolysis