

**А.М. МАНУЙЛОВ**, студент, НТУ «ХПИ»,  
**И.И. СТЕПАНОВА**, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»,  
**Н.Н. КУКОВИЦКИЙ**, мл. научн. сотруд., НТУ «ХПИ»,  
**А.В. МАРТЫНОВ**, докт. фарм. наук, проф.,  
ГУ «Институт микробиологии и иммунологии им. И.И. Мечникова  
НАМН Украины», Харьков,  
**В.В. МАНЬКОВСКИЙ**, диспансерное противотуберкулезное отделение  
№ 6, ОК ПТБ № 7, Харьков

## **РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОД ГОРОДСКИХ ФОНТАНОВ**

У роботі представлені причинно-наслідкові зв'язки формування мікробіоценозу вод фонтанів та фактори, що створюють шляхи епідеміологічної небезпеки громадян. Наведені основні положення розробки технології знезараження вод у системах рециркуляційного водопостачання фонтанів, яке здійснюється за допомогою модифікованих апаратів ультрафіолетової обробки та з використанням наночасток срібла й міді.

В работе представлены причинно-следственные связи формирования микробиоценоза вод фонтанов и факторы, что создают пути эпидемиологической опасности граждан. Приведенные основные положения разработки технологии обеззараживания вод в системах рециркуляционного водоснабжения фонтанов, которое осуществляется с помощью модифицированных аппаратов ультрафиолетовой обработки и с использованием наночастиц серебра и меди.

The cause-and-effect relations of forming of microbiocenosis of waters of fountains and trading post are in-process presented, that create the ways of epidemiology danger of citizens. The brought substantive provisions over of development of technology of disinfestation of waters in the recycling water of fountains, which comes true by means of the modified vehicles of ultraviolet treatment and with the use of nanoparticles of silver and copper.

**Постановка проблемы.** Выполнение санитарных норм по запыленности воздуха городских территорий стало причиной массового строительства фонтанов, как в городах Украины, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Но, в отличие от постсоветских стран, в США, Японии, странах ЕС и т.д. воды фонтанов обязательно обеззараживаются, причем единственным разрешенным способом является обработка вод в аппаратах ультрафиолетового излучения (в настоящее время столь строгие ограничения пересматриваются).

**Актуальность работы.** Как показывает опыт более чем 30-ти летнего использования ультрафиолетового обеззараживания в развитых странах и, не смотря на постоянный контроль микробиологического состава вод (так в Германии мониторинг производится еженедельно) довольно часто происходят несчастные случаи (до нескольких десятков в год).

Например, в 2001 году при проведении ежегодной выставки цветов в Голландии фонтаны, работавшие в павильонах, убили 38 человек, заразив их легионеллой воздушно-капельным путем.

Последний случай массового инфицирования легионеллезом произошел в поместье Хью Хефнера владельца PlayBoу в начале 2011 года, когда из 700 приглашенных 170 человек стали жертвами искусственных бактериальных туманов, образовавшихся в процессе работы фонтанов.

Причем во всех случаях причина – нарушения в работе систем ультрафиолетового обеззараживания, что приводит к развитию микроорганизмов в водах и как следствие к инфицированию людей. В 2007 году и МОЗ Украины в Приказе № 483 от 08.08.07 г. отнесло фонтаны к источникам инфицирования людей легионеллезом, что ставит задачу совершенствования уже существующих систем обеззараживания вод и разработки новых методов водоподготовки.

**Цель и задачи исследования.** Разработка новых и усовершенствование существующих технологий водоподготовки, систем рециркуляции фонтанов, требует изучения причинно-следственных связей объясняющих заражение вод и формирование путей бытового инфицирования граждан.

Кроме того, сам выбор метода обеззараживания должен основываться на анализе обстоятельств, приведших к гибели и заражению людей с целью обеспечения гарантированной эпидемиологической безопасности граждан.

**Инфицирование вод систем обратного водоснабжения фонтанов.** Заражение вод фонтанов происходит непрерывно, при очистке воздуха от осадимых аэрозолей, в том числе и вторичных – частичек пыли осевших на участках городских территорий, где они подверглись микробообсеменению выделениями людей (в том числе и представителей группы риска), домашних и бродячих животных.

Под действием ветра или при движении транспорта зараженная пыль возвращается во временное взвешенное состояние и попадает, при очистке воздуха, в чаши фонтанов (напомним – аэрогенным путем самой инфицированной пылью заразиться нельзя [1]).

Второй, периодический, но очень весомый фактор заражения – это использование чаш фонтанов людьми для купания, мойки рук и т.д., кроме того, в воды микробы вносятся собаками, птицами и другими животными, использующими чаши как поилки. Если обеззараживание не производится, то препятствий для развития и размножения микроорганизмов нет.

Соответственно любой желающий может визуально убедиться в наличии в чашах фонтанов Украины, России и других стран СНГ микробов: сине-зеленых водорослей и цианобактерий (вызывают эффект «цветения» вод), что указывает и на присутствие легионелл [2].

**Пути бытового инфицирования населения.** В процессе работы фонтанов происходит образование огромного количества мельчайших капелек воды (искусственных туманов), которые разносятся воздушными потоками на сотни метров, инфицируя людей воздушно-капельным путем (подробнее в [3]).

Безусловно, можно инфицироваться и через желудочно-кишечный тракт при утолении жажды из чаш фонтанов или через ворота инфекции (порезы, микротравмы, ссадины и т.п.) при купании, но все же доминирует воздушно-капельный путь [2, 3].

Приведенные случаи бытового инфицирования граждан происходят только в случае заражения вод фонтанов патогенными бактериями, вирусами и грибами.

**Требования к системам обеззараживания вод.** Основываясь на материалах приведенных в [2, 3] и в Санитарных Правилах Украины (СПУ), Технические Условия (ТУ) предъявляемые к технологиям обеззараживания вод имеют вид:

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 технологий обеззараживания не должно приводить к образованию в капельках искусственных туманов и брызгах химических соединений в концентрациях превышающих предельно-допустимые установленные СПУ;

в-четвертых, концентрации газов или газообразных соединений образующихся в процессе обеззараживания не должны превышать предельно-допустимые установленные СПУ;

в-пятых, фонтаны, работающие в режиме рециркуляции, не могут быть источниками питьевого водоснабжения населения.

**Технология обеззараживания вод при рециркуляционной работе фонтанов.** В настоящее время необходимые микробиологические показатели достигаются при 6-ти кратном прохождении всего объема воды в чаше через аппарат УФ обеззараживания в течение суток (непрерывный режим работы).

В аппарате воды облучаются ультрафиолетом с оптимальной длиной волны 253,7 нм и мощностью не менее 16 мДж/см<sup>2</sup> (норматив NSF) или не менее 30 мВт·с/м (ГОСТ 2161, СССР).

При этом необходимо соблюдение следующих условий: концентрация общего железа не превышает 0,3 мг/л; концентрация сероводорода не более 0,05 мг/л; содержание взвешенных веществ не более 10 мг/л; концентрация марганца не более 0,05 мг/л; жесткость воды не более 2,5 мг-экв/л, при микробиологическом заражении не более 1000 БГКП (бактерий группы кишечной палочки) в литре воды (коли-индекс) [4].

Для выполнения приведенных требований вода должна проходить очистку в непрерывном цикле перед подачей на УФ реактор.

Рассматривая причины сбоев в работе УФ аппаратов необходимо отметить: сам метод обеззараживания не обладает эффектом последействия, т.е. если в обработанную воду попадают микробы, то за период времени более 4-х часов они начинают размножаться и вода становится зараженной (напомним – вода должна в сутки 6-тикратно проходить через УФ реактор).

Причин этому может быть много: перегорела УФ лампа, произошло ее «старение», образовался налет на кварцевой прозрачной трубке, в которой размещается УФ лампа, или на отражателе УФ камеры, в любом случае мощность ультрафиолетового излучения отсутствует или стала ниже регламентированной, а это значит, фонтан может превратиться в очаг инфекции.

Решение проблемы авторы статьи видят в модернизации УФ реактора имеющего следующие конструктивные особенности: вода в процессе обеззараживания проходит через зазор – «труба в трубе» (между корпусом реактора и прозрачной кварцевой трубкой в которой размещена УФ лампа), в котором она подвергается воздействию прямых и отраженных УФ лучей.

При этом внутренняя поверхность корпуса реактора, выполненного из нержавеющей стали, полируется до зеркального состояния (является отражателем).

Контроль мощности излучения осуществляется с помощью датчика ус-

танавливаемого в специальном отверстии сделанном в корпусе реактора (объектив датчика выполняется из кварцевого стекла) [4].

Но, для стабильной работы аппарата необходимо замедлить скорость образования налета, иметь возможность его оперативного удаления, при постоянной и достоверной информации о мощности излучения.

Указанная выше проблема решается путем изготовления корпуса реактора из кварцевого стекла (кварцевой трубы), внешняя поверхность которой покрывается слоем алюминия (вакуумным или другим способом) либо другим металлом способным отражать УФ лучи, т.е. в результате такой модификации образуется зеркало, обращенное к УФ лампе.

В данном случае на поверхностях («труба в трубе») происходит равномерный рост налета (материал один – кварцевое стекло), а его критическое значение контролируется датчиком, установленным на внешней поверхности реактора (удаляется лишь фрагмент алюминиевого покрытия).

Данный подход позволяет возвращать необходимый эффект отражения внутренней поверхности корпуса и нужную прозрачность трубки с УФ лампой пользуясь обычными моющими средствами, в отличие от варианта применения полированной нержавеющей стали, восстановление зеркальной поверхности которой производится только на специальном оборудовании.

Но возможны ситуации, когда информация о мощности УФ излучения по каким-либо причинам вовремя не поступила.

Предполагая наиболее худшее развитие событий необходимо предусмотреть возможность пролонгации эффекта обеззараживания вод, что по нашему мнению можно осуществлять за счет введения в систему рециркуляции нано-частиц Ag и Cu помещаемых в саморастворяющихся капсулах [5] (принципиальная технологическая схема приведена на рисунке).

Концентрации серебра и меди, при рассматриваемом варианте, составляют 0,25 мг/л Ag и 2,5 мг/л Cu в момент «шокового» обеззараживания (произошло заполнение чаши и необходима дезинфекция ее поверхностей).

В дальнейшем, после выхода на стационарный режим (через 25 – 30 суток), содержание Ag и Cu поддерживаются на уровне 0,125 мг/л и 1,25 мг/л – значения, обеспечивающие бактериостатический режим [4].

Потери наночастиц Ag и Cu на сорбцию поверхностями чаш и оборудования, на вынос с каплями и брызгами воды (т.е. при снижении до 0,1 мг/л по Ag и до 1,0 мг/л по Cu – граничные значения), компенсируются периодическим внесением расчетного объема капсул в воды чаш фонтанов.

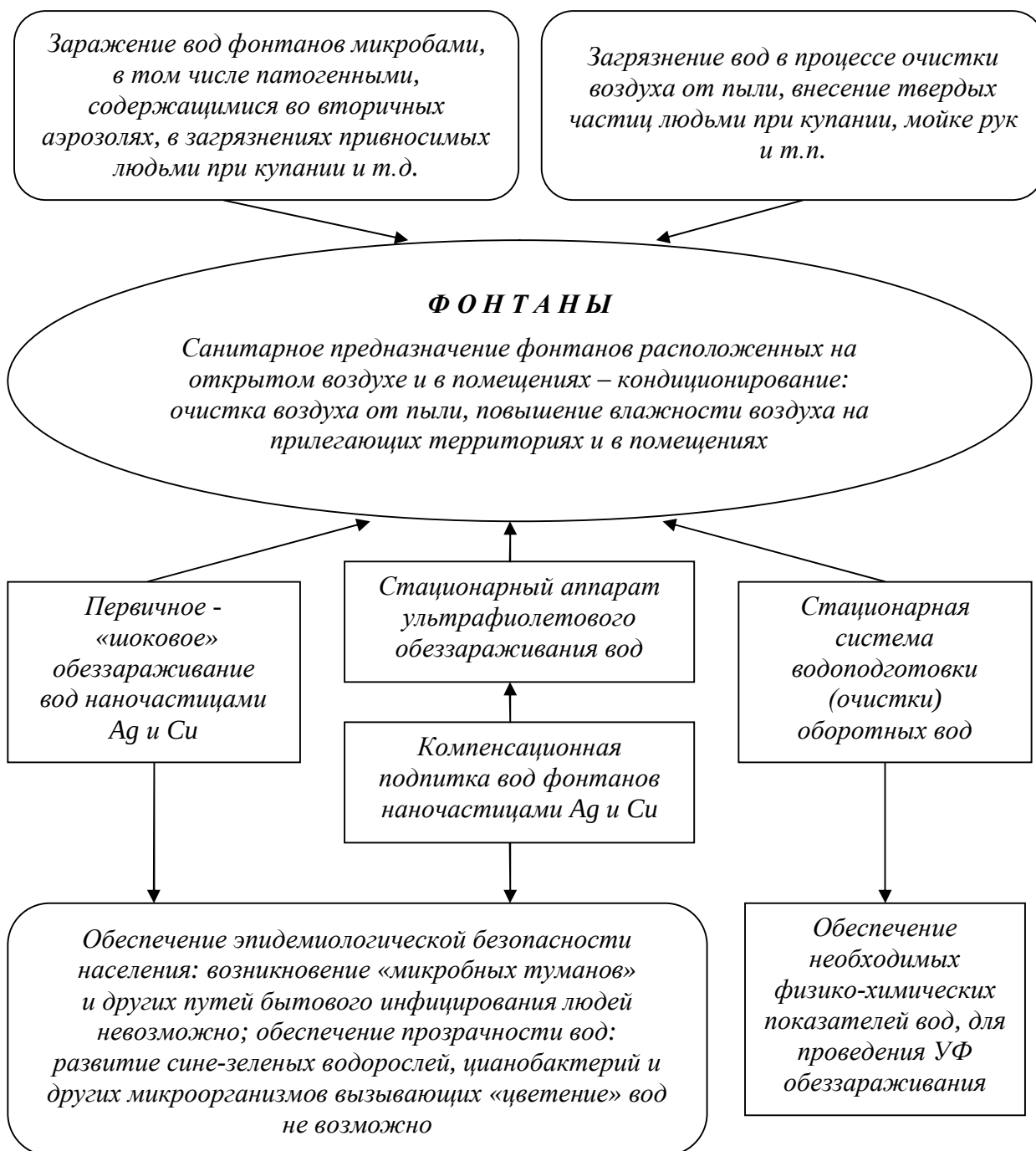


Рис. Принципиальная схема комплексного обеззараживания вод УФ излучением в комбинации с применением наночастиц Ag и Cu

### Заключение.

В представленной работе приведены причины заражения вод фонтанов патогенными микроорганизмами, пути бытового инфицирования ними населения. Предложен принципиальный подход к решению проблемы обеспечения гарантированной эпидемиологической безопасности граждан от всех возможных негативных воздействий фонтанов, что достигается за счет модерни-

зации УФ аппаратов и дополнительного обеззараживания вод наночастицами серебра и меди. Технология отвечает положениям Технических Условий и может найти применение при модернизации (повышении надежности) уже существующих систем обеззараживания, или использоваться самостоятельно.

**Список литературы:** 1. Кротков Ф.Г. Медицинская служба гражданской обороны / Ф.Г. Кротков. – М.: Медицина, 1975. – 334 с. 2. Наказ МОЗ України № 483 від 08.08.07. Епідеміологія, лабораторна діагностика та профілактика легіонельозу: методичні рекомендації. – К.: МОЗ України, 2007. – 7 с. 3. Инфекции дыхательных путей. Эпидемиологический надзор за легионеллезной инфекцией: методические указания МУ 3.1.2.2412-08. – М: Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации, 2008. – 27 с. 4. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды / Л.А. Кульский. – [4-е изд., доп. и перераб]. – К.: Наукова думка, 1982. – 564 с. 5. Золотухина Е.В. Обеззараживание воды нанокompозитами на основе пористого оксида алюминия и соединений серебра / [Е.В.Золотухина, Б.А.Спиридонов, В.И.Федянин и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2010. – Том 10, № 1. – С. 78 – 85.

*Поступила в редакцию 25.10.11*

УДК 504.556

**В.В. ЯКОВЛЄВ**, докторант, ХНАМГ, Харків

## **ІНЖЕНЕРНІ ЗАХОДИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ КОЛОДЯЗНИХ ВОД**

Розглядається проблема низької якості колодязних вод, якою для господарсько-питних цілей користується чверть населення України. Запропонована система екологічних і санітарно-технічних заходів для підвищення якості колодязних вод. Розглянуті методи водопідготовки, доступні у побутових умовах.

Рассматривается проблема низкого качества колодезной воды, которой для хозяйственно-питьевых целей пользуется четверть населения Украины. Предложена система экологических и санитарно-технических мероприятий для повышения качества колодезных вод. Рассмотрены методы водоподготовки, доступные в бытовых условиях.

Paper treats the issue of poor quality of well water. Quarter of the Ukraine population is using well water for drinking purposes. The system of ecological and sanitary measures for improving the well water quality has been proposed in the paper. Technics of water conditioning available in a residential have been considered in the paper.