

sprayer are in range of 2.5–4 mm. The effective radius is  $D_s = 2.5$  mm. It was found that the flow thickness does not depend on the slot height ( $h$ ), however it determines minimum value of  $h$ . It is recommended that the slot height be 2-3 times the flow thickness. A uniform atomization occurs only if a uniform flow thickness is ensured on the impact surface.

**Keywords:** flat sprayer, intra-soil application, flow thickness, mineral fertilizers, impact surface, Ansys Fluent.

МРНТИ 70.27.15

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2024/53>

*А.С. Бердишев<sup>1</sup>, А.Е. Байболов\*<sup>2</sup>, З.З. Джумабаева<sup>1</sup>, Ж.А. Шымыр<sup>3</sup>, Г.А. Ахметканова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»  
Национального исследовательского университета, г.Ташкент, Узбекистан,  
[berdyshev66@bk.ru](mailto:berdyshev66@bk.ru), [zulfizarxonzulfizarxon@gmail.com](mailto:zulfizarxonzulfizarxon@gmail.com)

<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан,  
[asan.baibolov@kaznaru.edu.kz](mailto:asan.baibolov@kaznaru.edu.kz), [gulnar.akhmetkanova@kaznaru.edu.kz](mailto:gulnar.akhmetkanova@kaznaru.edu.kz)

<sup>3</sup>Международный Таразский инновационный институт имени Шерхана Муртазы, г.Тараз,  
Казахстан, [shymyr.zhalel@gmail.com](mailto:shymyr.zhalel@gmail.com)

## ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, НЕЙТРАЛИЗУЮЩЕЙ ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

### *Аннотация*

Данная научная статья посвящена обеспечению чистой питьевой водой сельскохозяйственных объектов и населения, и направлена на предложение оптимального научно-технического решения. Предлагается автономная система водоснабжения, использующая солнечную энергию, очищающую и обеззараживающую воду ультрафиолетовыми лучами. Для нейтрализации подземных вод создан специальный автономный ультрафиолетовый облучатель. Его основными элементами являются электромагнитный очиститель, ультрафиолетовая лампа и паяльная панель. Для эффективного использования солнечной энергии были протестированы 3 различных режима солнечной панели в зависимости от азимута солнца и угла его положения относительно горизонта. При этом было подтверждено, что наибольшая мощность получается в этом азимутальном направлении. Для подбора оптимальной дозы ультрафиолетового облучения воду активировали колифагом МС-2 – одним из наиболее устойчивых к дезинфекции микроорганизмов. В ходе эксперимента мелодии были идентифицированы. Минимальная доза 100% нейтрализации воды от первичной обработки взвешенных частиц электромагнитным очистителем составляет 111 МВт\*с/см<sup>2</sup>. Доза УФ-обеззараживания сырой воды составляет 135 МВт\*с/см<sup>2</sup>. После внедрения модельного устройства УФ-обеззараживания последующие периодические исследования проб воды подтвердили эффективность и надежность этой автономной системы очистки подземных вод.

**Ключевые слова:** Питьевая вода, автономная система водоснабжения, артезианский колодец, грунтовые воды, ультрафиолетовое излучение, очистка воды, дезинфекция.

### *Введение*

Невыгодная ситуация сложилась в сельской местности, где только треть сельского населения имеет доступ к безопасным системам централизованного водоснабжения и строительство новых экономически нецелесообразно. В связи с этим обеспечение

эпидемиологической безопасности питьевой воды для жителей сельских округов является одной из основных задач государства и научного сообщества страны [1,2,3].

В большинстве регионов сельское население использует подземные питьевые воды. Эти воды имеют более высокие органолептические, химические и бактериологические показатели, чем поверхностные воды [2].

Однако их качество не может в полной мере отвечать требованиям санитарно-эпидемиологической службы по микробиологической дезинфекции.

В настоящее время недостаточно изучены вопросы разработки устройств систем контроля источников УФ-излучения, позволяющих обеспечить обеззараживание и очистку воды с широкими возможностями практического использования, высокой эффективностью и надежностью [1,2,4,5].

Кроме того, большой научный и практический интерес представляет возможность использования солнечной энергии в качестве источника питания ультрафиолетовых ламп. В связи с этим актуальной задачей народного хозяйства является изучение возможности широкомасштабного практического использования единичных пространственных приборов и систем контроля ультрафиолетового излучения, позволяющих обеззараживать воду с высокой эффективностью, результативностью и высокой надежностью.

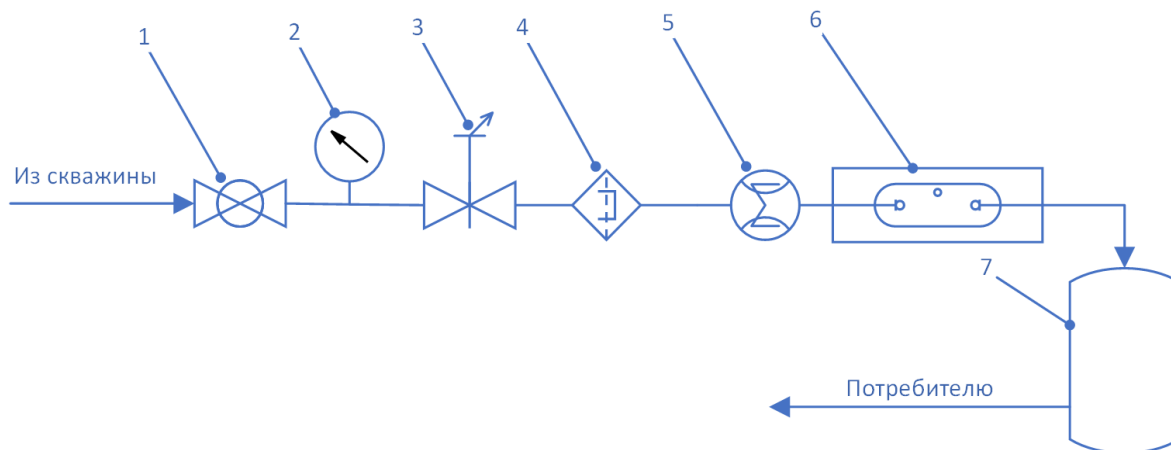
Еще одной важной проблемой сельской местности являются частые отключения и не симметрия напряжения централизованного электроснабжения, что заставляет людей искать альтернативные источники электроэнергии.

### ***Методы и материалы***

Одним из методов обеспечения эпидемиологически безопасной питьевой водой отдаленных сельских территорий является использование систем очистки воды на основе ультрафиолетового излучения с автономными источниками питания от солнечных батарей [1,2,6,7].

Использование солнечной энергии в системе энергоснабжения представляется актуальным. Однако суточная, месячная и годовая неравномерность солнечной радиации заставляет нас искать пути ее разумного использования. В частности, использование аккумуляторных батарей, регулирование энергии с помощью контроллеров, а также применение эффективных преобразователей энергии в цепях питания ультрафиолетовых ламп обеспечивают высокую надежность и эффективность автономной системы ультрафиолетового обеззараживания. В связи с этим актуальными задачами являются теоретические исследования и разработка систем ультрафиолетового обеззараживания подземных вод с технологически простой и высокоэффективной солнечной фотоэлектрической системой электропитания [2,3,6,8].

Цель исследований – разработать принципы совершенствования технологии обеззараживания подземных питьевых вод ультрафиолетовым излучением и обосновать автономную систему энергообеспечения источников ультрафиолетового излучения.



**Рисунок 1** – Технологическая схема автономного устройства для обеззараживания подземных вод

1-клапан подвода воды, 2-датчик давления, 3-электромагнитный клапан, 4-электромагнитный водоочиститель, 5-счетчик расхода воды, 6-камера с ультрафиолетовой лампой, 7-резервуар для хранения очищенной воды

Водоочиститель, оснащенный системой ультрафиолетового обеззараживания, предназначен для подключения к артезианским скважинам. Принцип работы системы описывается следующим образом:

1. Насосы, расположенные в артезианской скважине, подают воду к впускному клапану;
2. Специальный датчик всегда показывает давление воды;
3. Подача воды контролируется дистанционно с помощью электромагнитного клапана;
4. Вода очищается от взвешенных частиц с помощью электромагнитного очистителя;
5. Счетчик очищенной воды;
6. Камера, содержащая ультрафиолетовые лампы и очищающая воду от бактерий;
7. Резервуар для хранения очищенной воды.

На основе имитационной модели разработана первая версия автономной системы УФ-обеззараживания с использованием солнечных батарей.



**Рисунок 2** – Устройство для обеззараживания воды на основе ультрафиолетовых ламп.

В состав системы вошли следующие элементы [4,6,9]:

- УФ-лампа мощностью 30 Вт и 12 В;
  - четыре УФ-солнечные панели соединены параллельно и обеспечивают суммарную пиковую мощность 400 Вт;
  - три литий-ионных аккумулятора соединены параллельно, общей емкостью 160 Ач и напряжением 12 В;
  - контроллер управления К-200;
  - модель инвертора РП-500-3м
- Были зафиксированы следующие показатели системы:
- $I_{кт}$  – ток короткого замыкания;
  - $U_{си}$  – только рабочее напряжение;
  - $f$  – коэффициент заполнения солнечных элементов (QВ) вольт-амперная характеристика (ВАХ);
  - $\eta$  – эффективность QВ;
  - $W_{max}$  – максимальная мощность QВ;
  - $W_{опт}$  – Мощность QВ в оптимальной точке нагрузки.

### **Результаты и обсуждение**

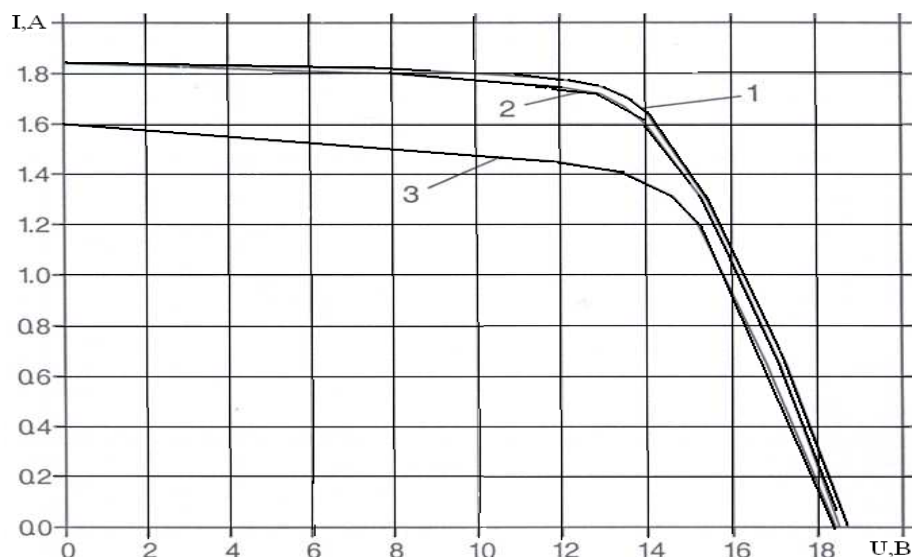
Измерения этих фотоэлектрических параметров, а также температурных характеристик солнечных элементов проводились под воздействием солнечного света. Процедура определения параметров включает контроль рабочей температуры панели, для чего использовались специальные терморезистивные пленочные датчики, размещенные на обратной стороне панели. Также параметры солнечных батарей в 3-х разных режимах определяются в зависимости от температуры воздуха в солнечный день и направления солнца:

- режим I: точная ориентация Солнца по азимуту и зениту (поверхность QВ строго перпендикулярна приходящему солнечному потоку);
- режим II: направление азимута на Солнце, но поверхность QВ находится под углом 42° к горизонту.
- режим III по азимуту на юг и поверхность QВ расположена под углом 42° относительно горизонта.

Характеристики солнечных элементов при регулировании второго режима были измерены 13 июля 2021 г. в 14:00 (табл. 1).

**Таблица 1** – Экспериментальные параметры солнечной панели в режиме 2

Параметры	Значение измерения
$E_0$ плотность потока солнечного излучения, Вт/М <sup>2</sup>	848
Температура панели QВ работа, °С	54,6
Температура воздуха: $T_x$ , °С	44
Температура воздуха за панелью $T'$ , °С	38
Ток короткого замыкания $I_{кт}$ , А	1,84
$U_{си}$ только рабочее напряжение,	18,7
Коэффициент заполнения ВАХ, $f$	0,67
Эффективность. солнечная батарея, % $\eta$	10,4
Максимальная мощность SB $W_{max}$ , Вт	34,4
В оптимальной точке загрузки SB мощность $W_{опт}$ , Вт	23,1
$KB_{инш}$ средняя рабочая температура панели, °С	54,6



**Рисунок 3** – Сравнение нагрузки VAX QB в режимах I, II и III

На рис. 3 представлен сравнительный анализ нагрузочных характеристик в трех положениях QB. хорошо видно, что кривые нагрузки 1 и 2 практически неотличимы друг от друга, что показывает эффективность использования одноосного (азимутального) наблюдения при установке солнечных батарей под углом к земной поверхности. Сравнение этих кривых подчеркивает положительный эффект отслеживания азимута, который помогает увеличить мощность QB и, следовательно, всей солнечной электростанции.

Кроме того, были проведены эксперименты с целью оценки изменения характеристик солнечных элементов в течение суток в направлении QB (азимут на юг, угол наклона к горизонту 42°). Проведенные эксперименты подтвердили высокие энергетические свойства солнечных элементов и была успешно проведена верификация имитационной модели. В заключение отметим, что эти SB представляют собой подходящий вариант для интеграции в интегрированную систему.

Разным бактериям и вирусам для их инактивации требуются разные дозы ультрафиолетового излучения.

В связи с этим были отобраны две пробы через разные промежутки времени для корректировки интенсивности УФ-излучения.

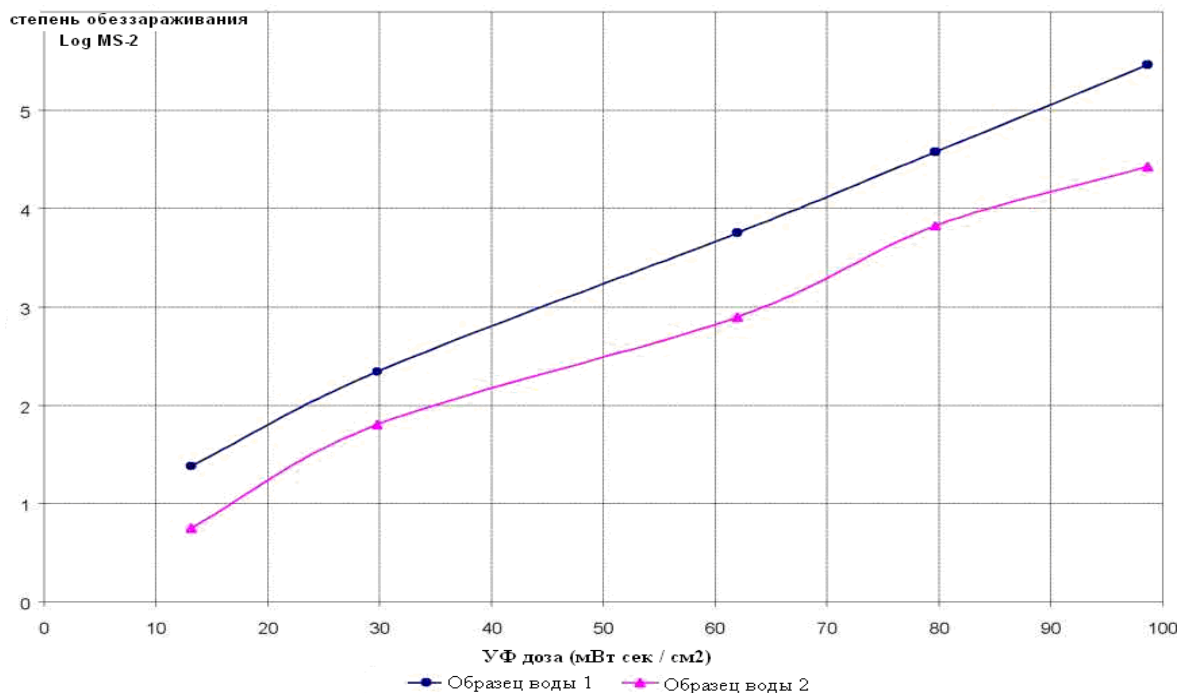
Полученные пробы воды были отправлены в лабораторию Кибрайского районного отдела Ташкентского областного управления комитета санитарно-эпидемиологического благополучия и здравоохранения Министерства здравоохранения Республики Узбекистан. Анализ показал, что доминирующим микроорганизмом является колифаг МС-2 [2,6,7].

Затем в лаборатории НИУ «ТИИИМСХ» для определения минимальной дозы ультрафиолетового излучения образцы воды подвергались воздействию ультрафиолетового излучения в различных дозах (табл. 2).

**Таблица 2** – Дозы, необходимые для инактивации МС 2 [10]

МС-2 Лог инактиватсяи	1-образец (МВт*с/см2)	2-образец (МВт *с / см2)
1	3.9	15.3
2	25.3	39.3
3	46.7	63.3
4	68	87.4
5	89.5	111.4
6	111.0	135.5





**Рисунок 4** – Минимальные дозы ультрафиолетового излучения, необходимые для инактивации.

Данные, представленные на рисунке 4, показывают минимальные дозы ультрафиолетового излучения, необходимые для инактивации. Особый интерес представляет вторая проба воды, требующая повышенной дозы УФ-излучения. Такая ситуация объясняется увеличением концентрации железа, превышающей рекомендованное значение (железо в данной пробе (0,45-0,65) мг/л. Тем не менее бактериологические показатели воды оставались в пределах установленных норм.

После внедрения модельного устройства УФ-обеззараживания последующие периодические исследования проб воды подтвердили эффективность и надежность этой автономной системы очистки подземных вод.

### **Выводы**

Для нейтрализации подземных вод создан специальный автономный ультрафиолетовый облучатель. Его основными элементами являются электромагнитный очиститель, ультрафиолетовая лампа и паяльная панель.

Для эффективного использования солнечной энергии были протестированы 3 различных режима солнечной панели в зависимости от азимута солнца и угла его положения относительно горизонта. При этом было подтверждено, что наибольшая мощность получается в этом азимутальном направлении.

Для подбора оптимальной дозы ультрафиолетового облучения воду активировали колифагом MS-2 – одним из наиболее устойчивых к дезинфекции микроорганизмов. В ходе эксперимента мелодии были идентифицированы. Минимальная доза 100% нейтрализации воды от первичной обработки взвешенных частиц электромагнитным очистителем составляет 111 МВт\*с/см². Доза УФ-обеззараживания сырой воды составляет 135 МВт\*с/см².

### **Список литературы**

1. Бердышев А.С., Ибрагимов М, Ли-Фан М. Способ обеззараживания воды / -опубл. в Расмий ахборотнома, – Ташкент, 1998. – №3 – С. 126-131.

2. A.S.Berdishev Z.Z.Djumabayeva A.A.Abdullaev A.Mussabekov Study on the determination of the parameters of the electric purifier ICECAE 2021 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939 (2021) 012023 doi:10.1088/1755-1315/939/1/012023
3. Bokiev, N. Nuralieva, S. Sulstonov, A. Botirov, and U. Kholiknazarov, "Diversification of energy supply to the agricultural sector in the conditions of Uzbekistan," in E3S Web of Conferences, 2021, vol. 264. doi: 10.1051/e3sconf/202126404022.
4. А.А.Турдибаев, Н.А. Айтбаев Обеззараживание питье-вой воды в электроразрядных реакторах с метал-лической загрузкой / Замонавий таълим тизимини ривожлантириш ва унга қаратилган креатив ғоялар, таклифлар ва ечимлар: мавзусидаги 24-сонли респу-блика илмий-амалий онлайн конференцияси. – Тош-кент, 2021. – Б. 94-97.
5. Berdishev A, Djumaboyeva Z 2020 Evaluation of the effectiveness of electromagnetic treatment of well water E3S Web of Conferences 209 07016.
6. A.S.Berdishev Z.Z.Djumabayeva A.A.Abdullaev A.Mussabekov Electrotechnology of Increasing the Efficiency of Treatment of Drinking Water AIP Conference Proceedings, (2023) AIP Conference Proceedings, 2612, art. no. 020037, .
7. A.S.Berdishev Z.Z.Djumabayeva A.A.Abdullaev A.Mussabekov Study on the traveling magnetic field water purifier ICECAE 2021 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939 (2021) 012022 doi:10.1088/1755-1315/939/1/012022.
8. Бердышев А.С. Исследование воздействий электромагнитных полей на -процесс обеззараживания воды // Журнал «Вестник науки», Акмолинский сельскохозяйственный институт. – Акмола, 2006. – №4. –С. 311-313.
9. А.С. Бердишев, А.А.Турдибаев, Н.А. Айтбаев Обеззараживание жидкости методом электрогидравлического удара // "Ўзбекистонда фанлараро инновациялар ва илмий тадқиқотлар" журнали. – Тошкент, 2021. – Б. 176-186.
10. A.S.Berdishev Z.Z.Djumabayeva A.A.Abdullaev A.Mussabekov Electrotechnology of Increasing the Efficiency of Treatment of Drinking Water AIP Conference Proceedings, (2023) AIP Conference Proceedings, 2612, art. no. 020037.

### References

1. Berdyshev A.S., Ibragimov M, Li-Fan M. Sposob obezzarazhivaniya vody / -opubl. v Rasmij akhborotnoma, – Tashkent, 1998. – №3 – S. 126-131.
2. A.S.Berdishev Z.Z.Djumabayeva A.A.Abdullaev A.Mussabekov Study on the determination of the parameters of the electric purifier ICECAE 2021 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939 (2021) 012023 doi:10.1088/1755-1315/939/1/012023
3. Bokiev, N. Nuralieva, S. Sulstonov, A. Botirov, and U. Kholiknazarov, "Diversification of energy supply to the agricultural sector in the conditions of Uzbekistan," in E3S Web of Conferences, 2021, vol. 264. doi: 10.1051/e3sconf/202126404022.
4. А.А.Турдибаев, Н.А. Айтбаев Обеззараживание питье-вой воды в электроразрядных реакторах с метал-лической загрузкой / Замонавий таълим тизимини ривожлантириш ва унга қаратилган креатив ғоялар, таклифлар ва ечимлар: мавзусидаги 24-сонли респу-блика илмий-амалий онлайн конференцияси. – Тошкент, 2021. – Б. 94-97.
5. Berdishev A, Djumaboyeva Z 2020 Evaluation of the effectiveness of electromagnetic treatment of well water E3S Web of Conferences 209 07016.
6. A.S.Berdishev Z.Z.Djumabayeva A.A.Abdullaev A.Mussabekov Electrotechnology of Increasing the Efficiency of Treatment of Drinking Water AIP Conference Proceedings, (2023) AIP Conference Proceedings, 2612, art. no. 020037, .
7. A.S.Berdishev Z.Z.Djumabayeva A.A.Abdullaev A.Mussabekov Study on the traveling magnetic field water purifier ICECAE 2021 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939 (2021) 012022 doi:10.1088/1755-1315/939/1/012022.

8. Berdyshev A.S. Issledovanie vozdeystvij ehlektromagnitnykh polej na -procsess obezzarazhivaniya vody // ZHurnal «Vestnik nauki», Akmoliskij sel'khozyajstvennyj institut. – Akmola, 2006. – №4. –С. 311-313.
9. A.S. Berdishev, A.A.Turdibaev, N.A. Ajtbaev Obezzarazhivanie zhidkosti metodom ehlektrogidravlicheskogo udara // "Ўzbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar" zhurnali. – Toshkent, 2021. – B. 176-186.
10. A.S.Berdishev Z.Z.Djumabayeva A.A.Abdullaev A.Mussabekov Electrotechnology of Increasing the Efficiency of Treatment of Drinking Water AIP Conference Proceedings, (2023) AIP Conference Proceedings, 2612, art. no. 020037.

*А.С. Бердишев<sup>1</sup>, А.Е. Байболов<sup>\*2</sup>, З.З. Джумабаева<sup>1</sup>, Ж.А. Шымыр<sup>3</sup>, Г.А. Ахметканова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ұлттық зерттеу университетінің «Ташкент суару және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты», Ташкент қ., Өзбекстан, [berdyshev66@bk.ru](mailto:berdyshev66@bk.ru), [zulfizarxonzulfizarxon@gmail.com](mailto:zulfizarxonzulfizarxon@gmail.com)

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан, [asan.baibolov@kaznaru.edu.kz](mailto:asan.baibolov@kaznaru.edu.kz), [gulnar.akhmetkanova@kaznaru.edu.kz](mailto:gulnar.akhmetkanova@kaznaru.edu.kz)

<sup>3</sup>Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты, Тараз қ., Қазақстан, [shymyr.zhalel@gmail.com](mailto:shymyr.zhalel@gmail.com)

## УЛЬТРАКҮЛГІН СӘУЛЕЛЕНУ АРҚЫЛЫ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫН БЕЙТАРАПТАНДЫРАТЫН АВТОНОМДЫ СУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ

### *Аңдатпа*

Бұл ғылыми мақала ауыл шаруашылығы объектілері мен халықты таза ауыз сумен қамтамасыз етуге арналған және оңтайлы ғылыми-техникалық шешімді ұсынуға бағытталған. Күн энергиясын, ультракүлгін сәулелермен тазартатын және дезинфекциялайтын суды пайдаланатын автономды су жүйесі ұсынылады. Жер асты суларын бейтараптандыру үшін арнайы автономды ультракүлгін сәулелендіргіш жасалды. Оның негізгі элементтері-электромагниттік тазартқыш, ультракүлгін шам және дәнекерлеу панелі. Күн энергиясын тиімді пайдалану үшін күн азимутына және оның көкжиекке қатысты орналасу бұрышына байланысты күн панелінің 3 түрлі режимі сыналды. Бұл ретте ең үлкен қуаттың осы азимуттық бағытта алынатыны расталды. Ультракүлгін сәулеленудің оңтайлы дозасын таңдау үшін су дезинфекцияға төзімді микроорганизмдердің бірі-MS – 2 колифагымен белсендірілді. Эксперимент барысында әуендер анықталды. Ілінген бөлшектерді электромагниттік тазартқышпен бастапқы өңдеуден суды 100% бейтараптандырудың минималды дозасы 111 МВт\*с/см<sup>2</sup> құрайды. Шикі суды УК-дезинфекциялау дозасы 135 МВт\*с/см<sup>2</sup> құрайды. Ультракүлгін сәулеленудің модельдік құрылғысы енгізілгеннен кейін, су сынамаларын кейінгі мерзімді зерттеулер осы автономды жер асты суларын тазарту жүйесінің тиімділігі мен сенімділігін растады.

**Кілттік сөздер:** ауыз су, автономды су жүйесі, артезиан құдығы, жер асты сулары, ультракүлгін сәуле, суды тазарту, дезинфекция.

*A.Berdishev<sup>1</sup>, A.Baibolov<sup>\*2</sup>, Z.Dzhumabaeva<sup>1</sup>, J.Shymyr<sup>3</sup>, G.Akhmetkanova<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" of the National Research University, Tashkent, Uzbekistan, [berdyshev66@bk.ru](mailto:berdyshev66@bk.ru), [zulfizarxonzulfizarxon@gmail.com](mailto:zulfizarxonzulfizarxon@gmail.com)

<sup>2</sup>Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, [asan.baibolov@kaznaru.edu.kz](mailto:asan.baibolov@kaznaru.edu.kz), [gulnar.akhmetkanova@kaznaru.edu.kz](mailto:gulnar.akhmetkanova@kaznaru.edu.kz)

<sup>3</sup>International Taraz Innovation Institute named after Sher Khan Murtaza, Taraz, Kazakhstan, [shymyr.zhalel@gmail.com](mailto:shymyr.zhalel@gmail.com)



## INVESTIGATION OF AN AUTONOMOUS WATER SUPPLY SYSTEM THAT NEUTRALIZES GROUNDWATER USING ULTRAVIOLET RADIATION

### *Abstract*

This scientific article is devoted to providing clean drinking water to agricultural facilities and the population, and is aimed at offering an optimal scientific and technical solution. An autonomous water supply system using solar energy, purifying and disinfecting water with ultraviolet rays is proposed. A special autonomous ultraviolet irradiator has been created to neutralize groundwater. Its main elements are an electromagnetic cleaner, an ultraviolet lamp and a soldering iron. For efficient use of solar energy, 3 different modes of the solar panel were tested, depending on the azimuth of the sun and the angle of its position relative to the horizon. At the same time, it was confirmed that the highest power is obtained in this azimuthal direction. To select the optimal dose of ultraviolet irradiation, the water was activated with coliphage MS-2, one of the most resistant microorganisms to disinfection. During the experiment, the melodies were identified. The minimum dose of 100% neutralization of water from the primary treatment of suspended particles with an electromagnetic cleaner is  $111 \text{ MBt} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$ . The dose of UV disinfection of raw water is  $135 \text{ MW} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$ . After the introduction of a model UV disinfection device, subsequent periodic studies of water samples confirmed the effectiveness and reliability of this autonomous groundwater treatment system.

**Keywords:** Drinking water, autonomous water supply system, artesian well, groundwater, ultraviolet radiation, water purification, disinfection.