

УДК 614.849
МРНТИ 81.92.17

**А. Б. Кусаинов, М. М. Альменбаев, Ж. К. Макишев,
И. А. Захаров, П. В. Максимов**

*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики
Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

ФОРМИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ БАЗЫ ДАННЫХ ПОЖАРНЫХ ГИДРАНТОВ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ AR-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы формирования и анализа базы данных пожарных гидрантов как ключевого элемента обеспечения эффективности AR-ориентированных систем поиска источников противопожарного водоснабжения. Представлены результаты обработки и систематизации данных обследования гидрантов на территории г. Кокшетау. Выполнен статистический анализ технического состояния, проведена классификация дефектов, дана оценка пригодности существующей базы для использования в цифровых системах навигации. На основе полученных результатов предложены направления совершенствования учета и интеграции данных в AR-систему GeoHydrants.

Ключевые слова: пожарный гидрант, база данных, противопожарное водоснабжение, AR-технологии, GeoHydrants, техническое состояние, анализ дефектов, цифровизация.

Успех тушения пожара на начальном этапе в значительной степени определяется оперативностью обнаружения и ввода в действие ближайших источников противопожарного водоснабжения [1]. Руководитель тушения пожара (РТП) должен в кратчайшие сроки не только определить их местоположение, но и оценить пригодность к использованию, а также маршруты следования от места пожара к источнику водоснабжения, что в условиях плотной городской застройки, транспортной загруженности, ограниченной видимости и высокого психологического напряжения является сложной задачей.

Современные тенденции цифровизации деятельности противопожарных служб предполагают широкое внедрение геоинформационных систем и технологий дополненной реальности (AR) для автоматизации процессов поиска водоисточников [1]. В рамках проводимого исследования разработана и обоснована AR-ориентированная методика поиска водоисточников, реализованная в программном продукте GeoHydrants. Проведенный многокритериальный анализ показал, что данный подход, сочетающий алгоритмическую оптимизацию выбора и наглядность дополненной реальности, является наиболее перспективным для применения в условиях возникновения пожара в городских условиях по сравнению с традиционными и ГИС-методами [2].

Ключевым условием эффективности любой цифровой системы является качество исходных данных. Неточные или устаревшие сведения о местоположении гидранта, его неисправности или отсутствии сводят на нет все преимущества высокотехнологичной навигации [1, 2]. Это определяет актуальность настоящего

исследования, целью которого является формирование и всесторонний анализ базы данных пожарных гидрантов г. Кокшетау для последующей интеграции в AR-систему GeoHydrants.

Научная новизна работы заключается в комплексном подходе к анализу ведомственной базы данных, включающем не только статистическую обработку, но и оценку пригодности данных для использования в AR-ориентированных системах, а также разработку требований к актуализации информации в цифровых навигационных сервисах противопожарного назначения.

Исходным материалом для исследования послужили результаты обследования источников наружного противопожарного водоснабжения, проведенного территориальными подразделениями Департамента по чрезвычайным ситуациям Акмолинской области. В ходе обследования была сформирована ведомственная база данных, содержащая сведения о пожарных гидрантах, расположенных на территории г. Кокшетау и прилегающей территории [3].

Каждая запись в базе данных содержит следующие данные:

- географические координаты (адресная привязка и значения широты/долготы);
- значение давления/напора (в МПа);
- эксплуатационное состояние (пригодность);
- код дефекта (при наличии);
- текстовое описание дефекта;
- дата последней проверки;
- организация-балансодержатель.

Обработка данных включала несколько этапов:

Нормализация и очистка. Приведение координат к единому формату (десятичные градусы), исправление синтаксических ошибок, выявление и маркировка дублирующихся записей.

Классификация технического состояния. Группировка записей по состоянию («исправен», «не исправен», «частично работоспособен», «отсутствует доступ») и проведение частотного анализа кодов дефектов.

Статистический анализ. Расчет доли исправных и неисправных гидрантов, определение наиболее распространенных типов дефектов, оценка полноты заполнения полей базы данных.

Пространственный анализ. Построение карт распределения гидрантов с использованием ГИС для выявления зон с недостаточной обеспеченностью исправными водоисточниками.

В результате обработки исходных материалов была сформирована база данных, содержащая 778 записей о пожарных гидрантах на территории г. Кокшетау. Распределение пожарных гидрантов по категориям технического состояния (исправен, неисправен, частично исправен, отсутствует доступ) приведено на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что из общего количества обследованных пожарных гидрантов 62,9 % находятся в исправном состоянии. Остальные 37,1 % гидрантов имеют различные дефекты, ограничивающие или полностью исключающие их использование при тушении пожаров.



Рисунок 1 - Диаграмма технического состояния гидрантов г. Кокшетау.

Для детального понимания причин неработоспособности гидрантов был проведен анализ кодов дефектов. В рамках данного исследования предложено использовать классификацию неисправностей, включающую 36 типовых позиций (таблица 1), что позволяет систематизировать учет и упрощает обработку данных при интеграции с цифровыми системами, такими как GeoHydrants.

Таблица 1 - Классификация дефектов пожарных гидрантов

Код дефекта	Характер неисправности
0	Исправен
1	Сорван шток
2	Шток не проворачивается
3	Шток занижен
4	Шток завышен
5	Шток отсутствует
6	Пропускает воду
7	Грани штока сорваны
8	Размер штока не стандартный
9	Резьба уст. головки сорвана
10	Откидная крышка не открывается
11	Откидная крышка отсутствует
12	Уст. головка заглушена деревянной заглушкой
13	Уст. головка заглушена металлической заглушкой
14	Стойак занижен
15	Стойак завышен
16	Стойак смещен
17	Стойак не закреплён
18	Стойак засорён
19	Стойак заморожен
20	Стойак снят (демонтирован)
21	Спускное отверстие забито
22	Гидрант отключен от сети
23	Гидрант не найден
24	В сети нет воды
25	Колодец с гидрантом затоплен
26	Колодец с гидрантом засыпан грунтом
27	Крышка колодца с гидрантом заасфальтирована
28	Крышка колодца с гидрантом засыпана грунтом

29	Крышка колодца с гидрантом отсутствует
30	Крышка с кольцом колодца отсутствует
31	Указатель отсутствует
32	Отсутствуют подъездные пути (касаемое и водоемов)
33	Не герметичен
34	Не заполнен
35	Не полностью заполнен
36	Перекрытие водоема обрушено

В результате проведенного анализа кодов дефектов, представленных в таблице 1, было выделено три основные группы неисправностей, объединенных по характеру повреждений и необходимых ремонтных воздействий. Распределение гидрантов по выделенным группам представлено на рисунке 2.



Рисунок 2 - Группировка дефектов пожарных гидрантов по характеру неисправностей

Из рисунка 2 видно, что наиболее массовой проблемой является демонтаж гидрантов – 17,6 % от общего количества имеют код 20 («стояк снят (демонтирован)»). Еще 4,4 % гидранта не были найдены на местности. Таким образом, практически каждый пятый гидрант (22,0 %) физически отсутствует или не может быть обнаружен, что свидетельствует о серьезном разрыве между учетными данными и реальной ситуацией на местности.

Второй по значимости группой являются механические повреждения и деформации – 104 гидранта (13,4 %). Наиболее распространенные дефекты этой категории:

- «шток не проворачивается» (код 2) – 38 гидрантов (4,9 %);
- «стояк смещен» (код 16) – 33 гидранта (4,2 %);
- «стояк занижен» (код 14) – 15 гидрантов (1,9 %);
- «шток занижен» (код 3) – 11 гидрантов (1,4 %);
- «сорван шток» (код 1) – 6 гидрантов (0,8 %);
- прочие механические дефекты (коды 5, 7, 8, 9) – 6 гидрантов (0,8 %).

Эксплуатационные и инфраструктурные проблемы выявлены у 31 гидранта (4,0 %), включая отключение от сети (код 22, 12 гидрантов), отсутствие воды в сети (код 24, 4 гидранта), затопление или засыпку колодцев (коды 25, 26 – 7 гидрантов), асфальтирование крышек (код 27 – 7 гидрантов) и отсутствие подъездных путей (код 32 – 1 гидрант).

Особого внимания заслуживает наличие комбинированных дефектов. В 7 записях (0,9 %) указано одновременно два и более дефекта (например, коды 7,14 или 2,25), что свидетельствует о комплексном характере неисправностей и, как правило, требует более сложного и затратного ремонта.

Проведенный анализ показывает, что фактический уровень неисправных гидрантов в г. Кокшетау составляет 37,1 %. Такая ситуация создает повышенные риски при тушении пожаров, поскольку в случае возникновения возгорания в зоне, обслуживаемой неисправным гидрантом, время, необходимое для заправки автомобиля водой может существенно увеличиться из-за необходимости поиска альтернативного водоисточника [5].

Сформированная база данных является основой для функционирования AR-ориентированной системы поиска источников противопожарного водоснабжения GeoHydrants. Внесение достоверных сведений о работоспособности каждого гидранта позволяет системе реализовать следующие функции:

1. Селективный поиск источников. Алгоритмы системы автоматически исключают из выдачи неисправные, демонтированные или отсутствующие объекты, предлагая пользователю только те гидранты, которые находятся в исправном состоянии и готовы к применению.

2. Оптимальное планирование маршрута. На основе данных о местоположении исправных гидрантов и текущих координатах пожарного подразделения GeoHydrants строит кратчайший маршрут движения с учетом особенностей улично-дорожной сети.

3. Навигация в режиме дополненной реальности. Визуализация маршрута и местоположения гидранта непосредственно в реальном пространстве через камеру мобильного устройства существенно упрощает ориентирование на местности, особенно в условиях ограниченной видимости.

Важно понимать, что сформированная база данных не является статичным документом. Городская инфраструктура постоянно изменяется: ведутся строительные работы, ремонтируются дороги, благоустраиваются территории, демонтируются старые и устанавливаются новые объекты. Все эти процессы напрямую влияют на состояние источников противопожарного водоснабжения.

В связи с этим система GeoHydrants требует постоянного обновления и актуализации данных. Только при этом условии можно гарантировать достоверность информации о местоположении и работоспособности гидрантов в реальном времени. Для обеспечения актуальности базы данных необходимы регулярные плановые обследования, оперативное обновление по результатам выездов и налаживание эффективного взаимодействия с организациями-балансодержателями.

Сформированная база данных является основой для функционирования AR-ориентированной системы поиска источников противопожарного водоснабжения GeoHydrants. Внесение в программу достоверных сведений о работоспособности каждого гидранта позволяет системе осуществлять селективный поиск и навигацию только к гарантированно работоспособным источникам. Критически важным условием эффективного применения GeoHydrants является постоянная актуализация базы данных, основанная на регулярных плановых обследованиях и оперативном взаимодействии с организациями-балансодержателями. На рисунке 3 приведены скриншеты из мобильного приложения GeoHydrants с отображением главного меню и режима карты.

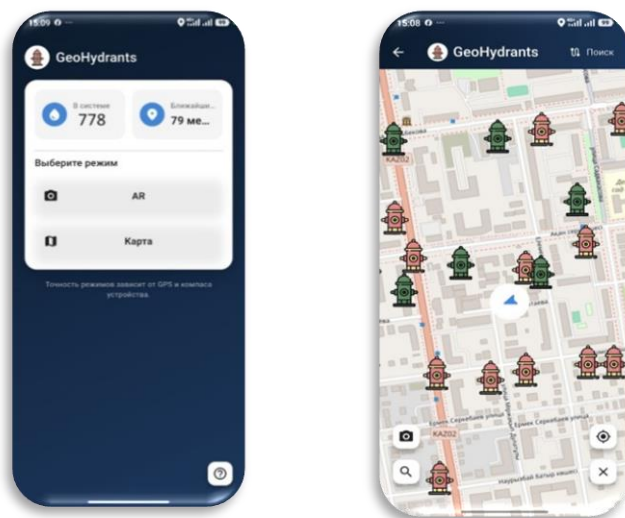


Рисунок 3 - Стрипшеты мобильного приложения GeoHydrants

Проведенные исследования показывают, что фактический уровень неисправных гидрантов создает повышенные риски при тушении пожаров и требует принятия безотлагательных мер по приведению сети водоснабжения в надлежащее состояние. Результаты исследования имеют высокую практическую значимость и могут быть использованы для планирования ремонтно-восстановительных работ на сети противопожарного водоснабжения г. Кокшетау, а также для масштабирования разработанного подхода на другие регионы Казахстана.

Исследование выполнено в рамках грантового финансирования Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по теме проекта AP23489617 «Автоматизация процессов поиска источников водоснабжения для оперативного реагирования противопожарных подразделений на чрезвычайные ситуации».

Список литературы

1. Малютин О.С. Тенденции создания ГИС-ориентированных приложений для учета источников наружного противопожарного водоснабжения пожарных подразделений // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 25.02.2026).
2. Кусаинов А. Б., Альменбаев М. М., Макишев Ж. К., Максимов П. В., Смагулов Б. Е. Определение кратчайшего маршрута для бесперебойной подачи воды на тушение пожара методом дерева решений // Наука и образование в гражданской защите. – 2025. – № 2 (58). – С. 53–59. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agz.edu.kz/121.html> (дата обращения: 18.02.2026).
3. СН РК 3.01-01-2013* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов.
4. Какаджикова А. Г., Мырадов М. Создание мобильного приложения с элементами AR: от концепции до реализации // Наука и мировоззрение. — Ашхабад (Туркменистан). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://naukamirowozreniya.ru/public/202509/application/1757246245335219322/sozдание-mobilnogo-prilozheniya-s-elementami-ar-ot-konceptcii-do-realizacii.pdf> (дата обращения: 25.02.2026).

5. Крымовский Д. П. Разработка мероприятий по улучшению противопожарного водоснабжения на пожароопасных объектах // Вестник науки. – 2024. – № 10 (79). Т. 1. – С. 608–613. ISSN 2712-8849. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vestnik-nauki.rf/article/17655> (дата обращения: 25.02.2026).

References

1. Maljutin O.S. Tendencii sozdaniya GIS-orientirovannykh prilozhenij dlja ucheta istochnikov naruzhnogo protivopozharnogo vodosnabzhenija pozharных подразделений // Nauchnaja jelektronnaja biblioteka «KiberLeninka». [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru> (data obrashhenija: 25.02.2026).

2. Kusainov A. B., Al'menbaev M. M., Makishev Zh. K., Maksimov P. V., Smagulov B. E. Opredelenie kratchajshego marshruta dlja besperebojnoj podachi vody na tushenie pozhara metodom dereva reshenij // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashhite. – 2025. – № 2 (58). – S. 53–59. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://agz.edu.kz/121.html> (data obrashhenija: 18.02.2026).

3. SN RK 3.01-01-2013* Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastrojka gorodskih i sel'skih naselennykh punktov.

4. Kakadzhikova A. G., Myradov M. Sozdanie mobil'nogo prilozhenija s jelementami AR: ot koncepcii do realizacii // Nauka i mirovozzrenie. – Ashhabad (Turkmenistan). [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://naukamirowozreniya.ru/public/202509/application/1757246245335219322/sozdanie-mobilnogo-prilozheniya-s-elementami-ar-ot-koncepcii-do-realizacii.pdf> (data obrashhenija: 25.02.2026).

5. Krymovskij D. P. Razrabotka meroprijatij po uluchsheniju protivopozharnogo vodosnabzhenija na pozharоопасных объектах // Vestnik nauki. – 2024. – № 10 (79). Т. 1. – С. 608–613. ISSN 2712-8849. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.vestnik-nauki.rf/article/17655> (data obrashhenija: 25.02.2026).

А. Б. Құсайынов, М. М. Әлменбаев, Ж. Қ. Мақышев, И.А. Захаров, П. В. Максимов

*Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы,
Көкшетау, Қазақстан*

AR-БАҒДАРЛАНҒАН ЖҮЙЕЛЕРІ ҮШІН ӨРТКЕ ҚАРСЫ СУМЕН ЖАБДЫҚТАУ КӨЗДЕРІН ІЗДЕУДІҢ НЕГІЗІ РЕТІНДЕ ӨРТ СӨНДІРУ ГИДРАНТТАРЫНЫҢ ДЕРЕКҚОРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақалада өртке қарсы сумен жабдықтау көздерін іздеуге арналған AR-бағдарланған жүйелердің тиімділігін қамтамасыз етудің негізгі элементі ретінде өрт гидранттарының деректер базасын қалыптастыру және талдау мәселелері қарастырылады. Көкшетау қаласы аумағындағы гидранттарды тексеру деректерін өңдеу және жүйелеу нәтижелері ұсынылған. Техникалық жай-күйіне статистикалық талдау жүргізіліп, ақаулар жіктелді, цифрлық навигация жүйесіндегі қолданыстағы деректер базасына пайдалану жарамдылығына баға берілді. Алынған нәтижелер негізінде GeoHydrants AR-жүйесіне деректерді есепке алу мен интеграциялауды жетілдіру бағыттары ұсынылды.

Түйінді сөздер: өрт гидранты, деректер базасы, өртке қарсы сумен жабдықтау, AR-технологиялар, GeoHydrants, техникалық жай-күй, ақауларды талдау, цифрландыру.

A. B. Kusainov, M. M. Almenbaev, Zh. K. Makishev, I.A. Zakharov, P. V. Maksimov
*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan,
Kokshetau, Kazakhstan*

FORMATION AND ANALYSIS OF A FIRE HYDRANT DATABASE AS A FOUNDATION FOR AR-ORIENTED SYSTEMS FOR LOCATING FIREFIGHTING WATER SUPPLY SOURCES

Abstract. The article examines the issues of developing and analyzing a database of fire hydrants as a key element for ensuring the efficiency of AR-oriented systems for locating fire water supply sources. The results of processing and systematizing fire hydrant survey data collected in the city of Kokshetau are presented. A statistical analysis of technical condition was carried out, defects were classified, and the suitability of the existing database for use in digital navigation systems was assessed. Based on the obtained results, directions for improving data recording and integration into the GeoHydrants AR system are proposed.

Keywords: fire hydrant, database, fire water supply, AR technologies, GeoHydrants, technical condition, defect analysis, digitalization.

Сведения об авторах / Information about the authors

Кусаинов Арман Булатович – кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), начальник факультета дистанционного обучения Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: arman_1703@mail.ru

Альменбаев Миржан Маратович – кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), заместитель начальника Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан по научной работе, Кокшетау, Казахстан. E-mail: make_kz1986@mail.ru

Макишев Жандос Куандыкович – кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), заместитель начальника Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан по строевой, воспитательной и кадровой работе, Кокшетау, Казахстан. E-mail: makishev_jkkti@mail.ru

Захаров Игорь Анатольевич – кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), начальник научно-исследовательского центра Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: emercom.87@mail.ru

Максимов Петр Викторович – профессор кафедры пожарной профилактики Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: maxmpv@mail.ru

Arman B. Kussainov – Candidate of Technical Sciences, Head of the Faculty of Distance Learning of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: arman_1703@mail.ru

Mirzhan M. Almenbayev – Candidate of Technical sciences, Associate Professor, Deputy Head of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan for scientific work, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: make_kz1986@mail.ru

Zhandos K. Makishev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (docent), deputy head of the Academy of civil protection M. Gabdullina MCHS of the Republic of Kazakhstan on construction, employment and personnel work, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: makishev_jkkti@mail.ru

Igor A. Zakharov – Candidate of Technical Sciences, associate professor (docent), head of the research center of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: emercom.87@mail.ru

Pyotr V. Maksimov – is a professor at the Department of Fire Prevention of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: maxmpv@mail.ru