

**Ссылка для цитирования:**

Санжапов Б. Х., Санжапов Р. Б., Катеринин К. В. Поддержка принятия решений на ранней стадии анализа вариантов реализации проекта сложной системы // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 4 (42). С. 99–104.

УДК 628.812.34:620.9

DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-104-108

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ  
В РАМКАХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА***Нань Фэн, З. А. Агаларов, О. М. Шиккульская*

**Нань Фэн**, кандидат технических наук, штатный администратор отдела по инновационному развитию, Шандунский транспортный университет, г. Шандунь, Китайская Народная Республика; e-mail: nanfeng@yandex.ru;

**Агаларов Заур Аскерович**, магистрант, Астраханский государственный архитектурно-строительный, г. Астрахань, Российская Федерация, тел. +7-967-824-09-99; e-mail: zaurbey82@mail.ru;

**Шиккульская Ольга Михайловна**, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой пожарной безопасности и водопользования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +7-927-559-14-74; e-mail: shikul@mail.ru

Предметом исследования является организация и проведение ремонтных работ водопроводных и канализационных систем. Объект исследования – методы функционального моделирования этих процессов. Актуальность работы заключается в том, что состояние трубопроводных систем жилищно-коммунального хозяйства достигло критической отметки. Физический и моральный износ существующих трубопроводов требует их модернизации на основе учета отечественного и зарубежного опыта, что является долгосрочной задачей. Однако уже сегодня необходимо повышать эффективность и качество работы жилищно-коммунального хозяйства на основе повышения уровня информатизации и цифровизации. Цель работы состоит в системном анализе и моделировании процессов организации и проведения ремонтных работ трубопроводных систем. Для достижения поставленной цели разработана функциональная модель процессов, представленная диаграммой дерева узлов, контекстной диаграммой и тремя диаграммами декомпозиции. Применение разработанной модели позволяет анализировать и выявлять наиболее неэффективные процессы организации и проведения ремонта трубопроводных систем и модернизировать их.

**Ключевые слова:** системный анализ, трубопроводные системы, цифровизация жилищно-коммунального хозяйства, ремонт, функциональная модель, процесс, диаграмма, декомпозиция, дерево узлов.

**MODELING OF PIPELINE SYSTEMS ORGANIZATION AND REPAIR PROCESSES***Nan Feng, Z. A. Agalarov, O. M. Shikulskaya*

**Nan Feng**, Ph.D., Staff Administrator, Innovation Development Department, Shandong Transportation University, Shandong, People's Republic of China; e-mail: nanfeng@yandex.ru;

**Agalarov Zaur Askerovich**, undergraduate, Astrakhan State Architectural and Construction Institute, Astrakhan, Russian Federation, tel. +7-967-824-09-99; e-mail: zaurbey82@mail.ru;

**Shikulskaya Olga Mikhaylovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Fire Safety and Water Use, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: +7-927-559-14-74; e-mail: shikul@mail.ru

The subject of the study is the organization and repair of water supply and sewage systems. The object of the study is methods of functional modeling of these processes. The relevance of the work lies in the fact that the state of the pipeline systems of housing and communal services has reached a critical level. The physical and moral deterioration of existing pipelines requires their modernization based on accounting for domestic and foreign experience, which is a long-term task. However, today it is necessary to improve the efficiency and quality of housing and communal services by increasing the level of informatization and digitalization. The purpose of the work is a system analysis and modeling of the processes of organizing and carrying out repair work of pipeline systems. To achieve this goal, a functional process model has been developed, represented by a node tree diagram, a context diagram and three decomposition diagrams. The use of the developed model allows you to analyze and identify the most inefficient processes of organizing and carrying out repairs of pipeline systems and modernize them.

**Keywords:** system analysis, pipeline systems, digitalization of housing and communal services, repair, functional model, process, diagram, decomposition, node tree.

В жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) трубопроводные системы являются основой обеспечения населения водой, теплом, и они же отводят многочисленные стоки. Их стоимость составляет 60–70 % от стоимости систем водо- и теплоснабжения и водоотведения. Физический износ трубопроводов, сопровождающийся постоянными потерями воды и тепла, непрерывающимися ремонтами, во многом обусловил кризис ЖКХ [1].

Современное техническое состояние трубопроводных систем достигло критической отметки. Физический и моральный износ существующих трубопроводов обуславливает необходимость разработать на основе учета отечественного и зарубежного опыта стратегию создания нового поколения трубопроводов для их надежной эксплуатации в третьем тысячелетии.

Однако на решение данной проблемы понадобится много времени, а текущие потребности населения и предприятий придется решать в существующих на данный момент условиях, с использованием имеющегося оборудования.

Физический износ систем приводит к частым авариям, которые отрицательно сказываются на жизнеобеспечении населения, окружающей природной среде [2] и экономике предприятий [1]. Поэтому уже сегодня необходимо повышать эффективность и качество работы ЖКХ. В частности, об этом свидетельствует недавнее событие: 27 ноября 2022 г. в Волгограде на улице Калинина в Ворошиловском районе размыло дождем земляную насыпь, вследствие чего обрушился свод железобетонного короба сливного коллектора и была повреждена одна из двух проложенных магистральных труб городских канализационных сетей, в двух районах отключили холодную воду [3].

В результате аварии более 150 тысяч потребителей, а также восемь учреждений с круглосуточным пребыванием граждан остались без горячей и холодной воды и теплоснабжения. Временно была приостановлена работа школ и детсадов [4].

Последствия аварии отражены на рисунках 1, 2 [5].

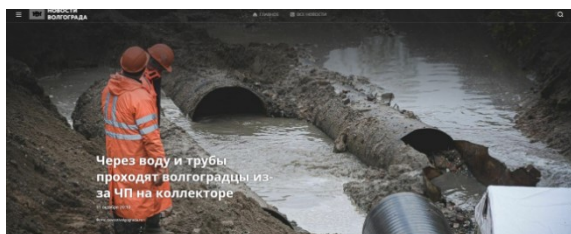


Рис. 1. Последствия аварии в Волгограде

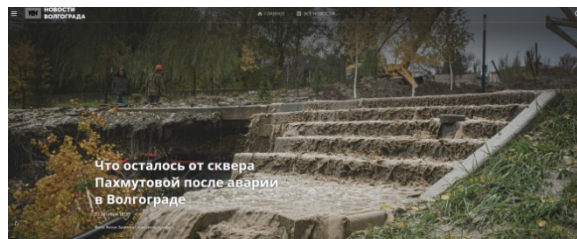


Рис. 2. Сквер Пахмутовой после аварии в Волгограде

Ремонтные работы осложняются из-за отсутствия проектно-сметной документации. Помимо этого, выяснилось, что вместо бетонного коллектора стоки текли по не предназначенной для этого металлической трубе, которая со временем прогнила и разрушилась.

Одной из основных проблем, негативно влияющих на эффективность функционирования ЖКХ и качество предоставляемых населению услуг, является недостаточный уровень информатизации и цифровизации [6–10].

Уже очевидно, что разработка и внедрение цифровых решений в деятельность хозяйствующих субъектов сферы ЖКХ способны повысить эффективность функционирования отрасли [2].

В правительственном проекте «Стратегии развития строительного комплекса и ЖКХ до 2030 года» отмечается, что «ЖКХ плавно превращается в высокотехнологичную сферу деятельности, благодаря насыщению объектов капитального строительства автоматизированными системами, технологиями и оборудованием» [11].

13 октября 2022 г. в Национальном исследовательском Московском государственном строительном университете прошло Всероссийское межрегиональное совещание «Цифровое ЖКХ. Новая инфраструктура и образовательные модели», на котором главным вопросом стало определение масштабов применения в отраслях ЖКХ цифровых, информационно-коммуникационных, интеллектуальных технологий и их последствия для работников, занятых в этой сфере деятельности.

Основным выводом из вышеизложенного является необходимость цифровизации ЖКХ для повышения эффективности его деятельности.

Поскольку на текущий момент состояние трубопроводных систем наиболее критично, данное исследование направлено на повышение эффективности процессов организации их ремонта.

Цифровизация процессов невозможна без их предварительного моделирования и проектирования, поэтому авторами разработана функциональная модель процессов организации и проведения ремонта трубопроводных систем, представленная диаграммами (рис. 3–7).

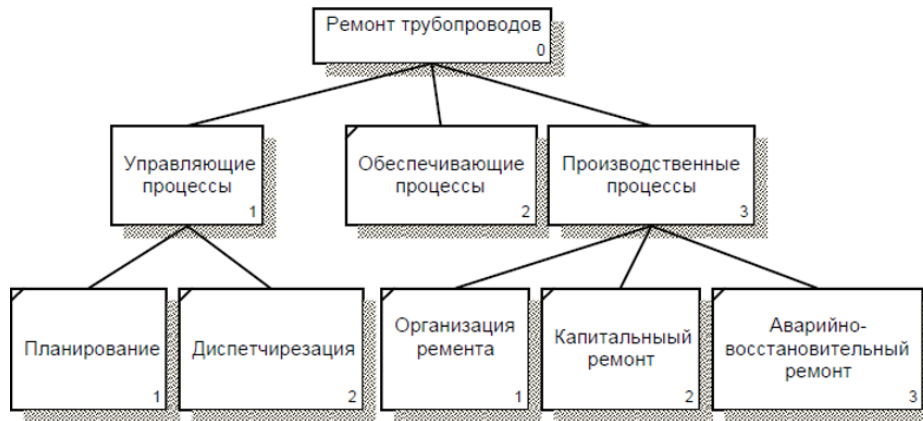


Рис. 3. Диаграмма дерева узлов

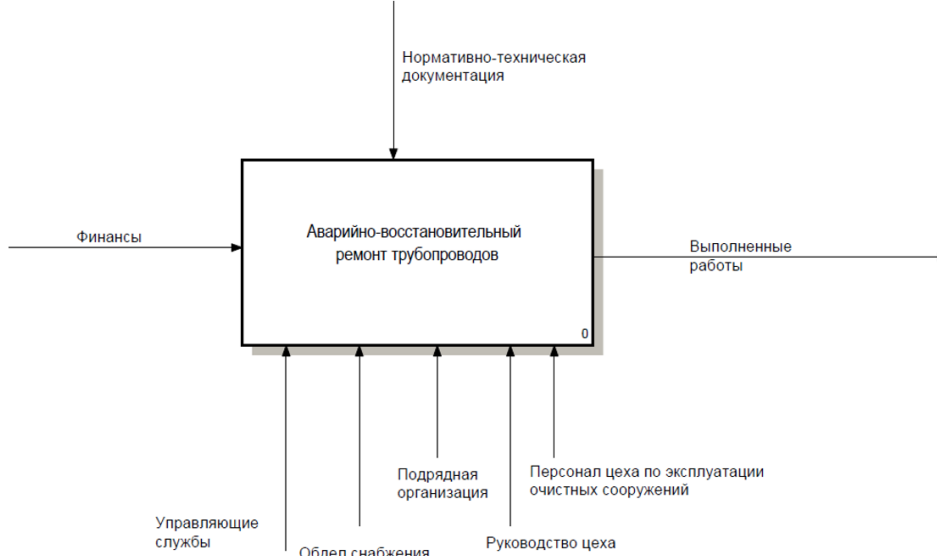


Рис. 4. Контекстная диаграмма модели

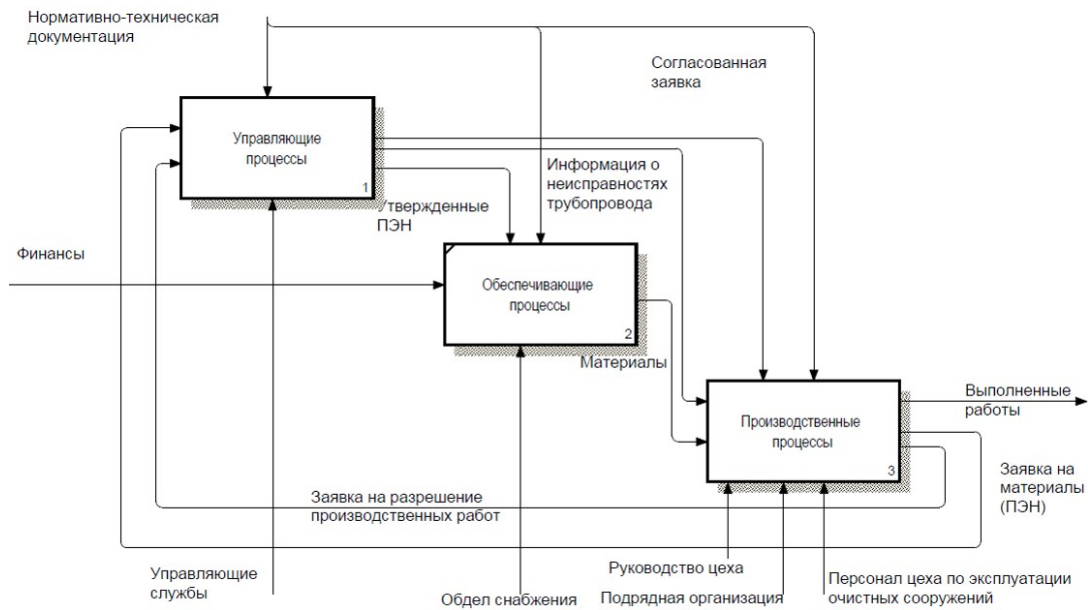


Рис. 5. Декомпозиция контекстной диаграммы

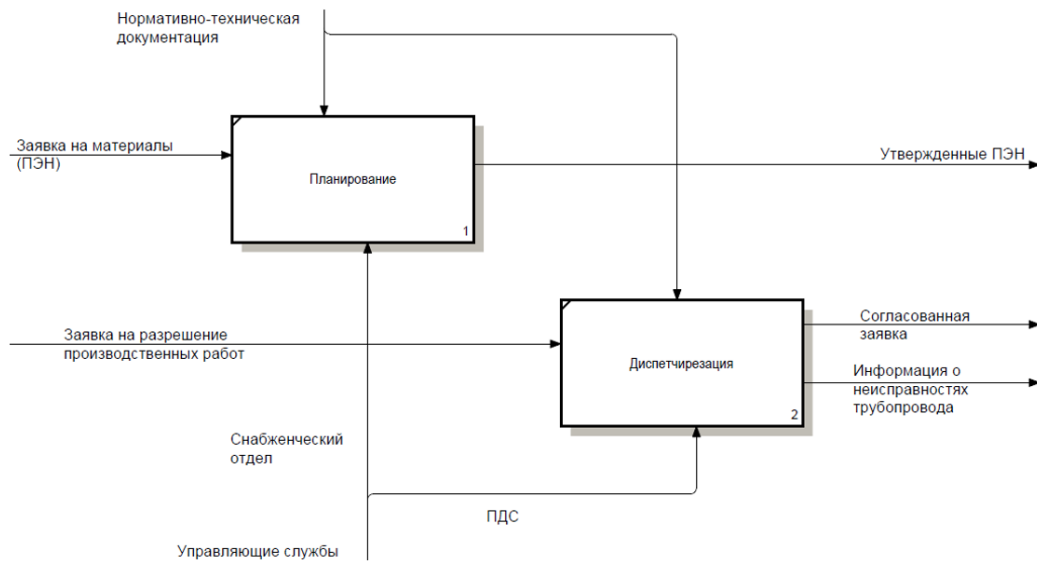


Рис. 6. Декомпозиция диаграммы управляющих процессов

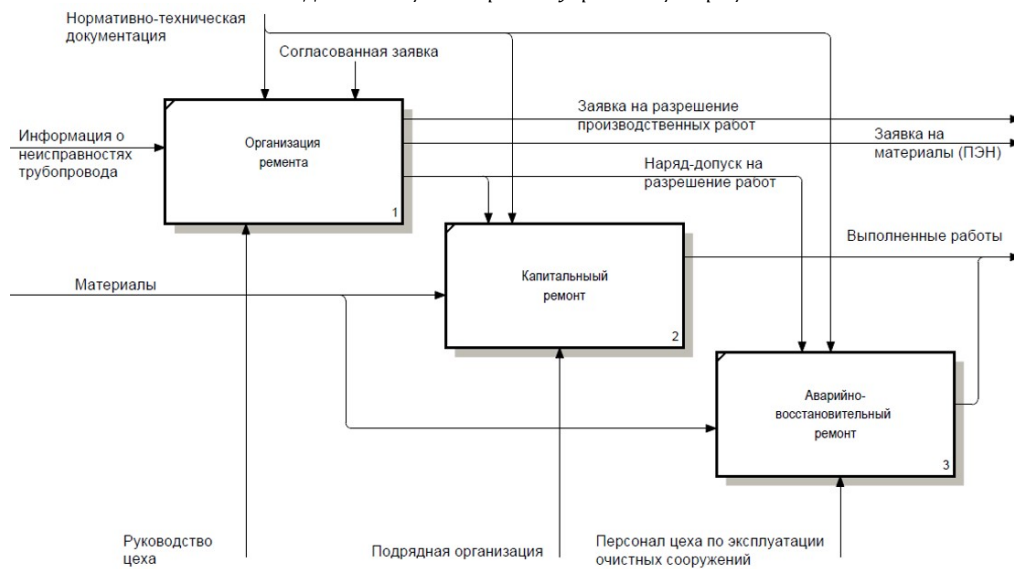


Рис. 7. Декомпозиция диаграммы производственных процессов

На рисунке 3 изображена диаграмма дерева узлов, отражающая иерархию процессов без связи между ними, на рисунке 4 – контекстная диаграмма, на которой представлена связь системы в целом с окружающей средой. На рисунке 5 – диаграмма декомпозиции контекстной диаграммы. Система включает в себя три типа процессов: управляющие, обеспечивающие и производственные. Декомпозиция диаграммы управляющих процессов изображена на рисунке 6. Управляющие процессы включают планирование и диспетчеризацию. Производственные процессы, диаграмма декомпозиции которых представлена на рисунке 7, включают в себя организацию ремонта, капитальный и аварийно-восстановительный ремонт.

В случае очень крупных аварий или чрезвычайных ситуаций к управлению ликвидации их последствий подключаются органы власти, привлекаются дополнительные силы и средства. В

устранении вышеописанной коммунальной аварии в Волгограде принимали участие более 130 человек и свыше 70 единиц техники (рис. 8).

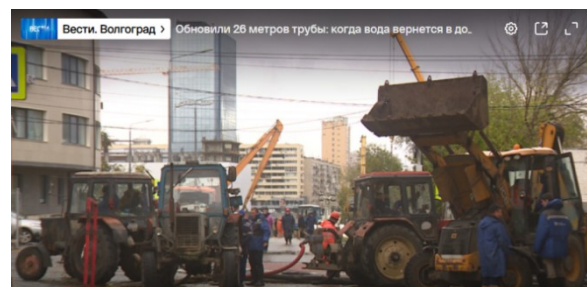


Рис. 8. Ремонтные работы по ликвидации последствий крупной коммунальной аварии в Волгограде

Применение разработанной модели позволяет анализировать и выявлять наиболее неэффективные процессы организации и проведения ремонта трубопроводных систем и модернизировать их.



Список литературы

1. Дрозд Г. Я. Трубопроводы систем жизнеобеспечения ЖКХ как объекты пристального внимания / Г. Я. Дрозд, М. Ю. Хвортова // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – 2016. – № 4 (47). – С. 122–140.
2. Хецуриани Е. Д. Конструктивно-технологическая система обеспечения экологической безопасности водозаборных технологических комплексов / Е. Д. Хецуриани, В. Л. Бондаренко, А. И. Ылясов, Т. Е. Хецуриани // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 1 (31). – С. 55–60.
3. Бочаров сообщил о крупнейшей за 10 лет техногенной аварии в Волгограде // RBC.ru. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/society/31/10/2022/635f759f9a794758ea609e9a> (дата обращения 31.08.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
4. Последствия аварии на канализационном коллекторе в пойме реки Царицы в Волгограде // Новости Волгограда. – Режим доступа: <https://novostivolgograda.ru/news/2022-10-31/cherez-vodu-i-truby-prihoditsya-prohodyat-volgogradtsy-iz-za-chp-na-kollektore-2413092> (дата обращения 31.08.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
5. Ковиева Е. Обновили 26 метров трубы: когда вода вернется в дома волгоградцев? // Волгоград ТРВ. – Режим доступа: <https://volgograd-trv.ru/news/obschestvo/71131-obnovili-26-metrov-truby-kogda-voda-vernetsja-v-doma-volgogradcev.html> (дата обращения 31.08.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
6. Dmitrieva E. Digitalization of the housing and communal services: Development prospects / E. Dmitrieva // E3S Web of Conferences : 24, Moscow, 22–24 апреля 2021 г. – Moscow, 2021. – DOI 10.1051/e3sconf/202126304037.
7. Ganchenko D. N. Digitalization of housing and communal services in the context of new industrialization / D. N. Ganchenko, A. A. Bodrov // Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth : Proceedings of the 1st International Scientific Conference, Yekaterinburg, 14–15 апреля 2019 г. – Yekaterinburg : Atlantis Press, 2019.
8. Мицеловская О. С. Цифровые решения как факт оления эффективности функционирования сферы жилищно-коммунального хозяйства / О. С. Мицеловская // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. – 2019. – Т. 10, № 3 (40). – С. 161–164.
9. Корнева А. В. Внедрение цифровых решений в ЖКХ / А. В. Корнева // Вестник связи. – 2021. – № 6. – С. 34–39.
10. Кулагина Е. И. Тенденции решения современных проблем ЖКХ при помощи цифровой трансформации в государственном управлении / Е. И. Кулагина // Цифровые трансформации в развитии экономики и общества : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, Липецк, 22 апреля 2021 г. : в 4 т. / под общ. ред. А. Д. Моисеева. – Воронеж: НАУКА-ЮНИПРЕСС, 2021. – С. 258–264.
11. Стратегия развития строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года. – Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2022 г. № 3268-р. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

© Нань Фэн, З. А. Агаларов, О. М. Шиккульская

Ссылка для цитирования:

Нань Фэн, Агаларов З. А., Шиккульская О. М. Системный анализ организации и проведения ремонта трубопроводных систем в рамках цифровизации ЖКХ // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 4 (42). С. 104–108.

УДК 004.89

DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-108-113

ПРИМЕНЕНИЕ ЕТЛ-ПРОЦЕССОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ АНАЛИЗА ДАННЫХ  
ПОРОЗНИЧНЫМ ПРОДАЖАМ

М. И. Шиккульский, О. В. Медведева, В. М. Баркова, Л. А. Плешакова

**Шиккульский Михаил Игорьевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная информатика», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +7-917-171-31-09; e-mail: shikul\_m@mail.ru;

**Медведева Ольга Викторовна**, магистрант, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +7-917-170-15-53; e-mail: lettmail@yandex.ru;

**Баркова Виктория Михайловна**, студент, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +7-967-823-47-30; e-mail: barkova-vika@mail.ru

**Плешакова Людмила Александровна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная информатика», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +79371214834; e-mail: lpleshakova@rambler.ru