

А. К. СТРЕЛКОВ
М. В. ШУВАЛОВ
А. А. ПАВЛУХИН
М. Д. ЧЕРНОСВИТОВ

РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕТЕЙ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ В ИСТОРИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЕ ГОРОДА САМАРЫ

RECONSTRUCTION OF RAIN SEWER NETWORKS
IN THE HISTORICAL BORDER OF THE CITY OF SAMARA

Состояние централизованной системы водоотведения за несколько десятков лет претерпело некоторые изменения, в статье рассматривается проблема негативного влияния снижения расхода водопотребления на инженерные сооружения – от выпадения и цементирования осадка в трубопроводах и концентрирования стока вследствие уменьшения расхода до влияния на работу насосных станций и очистных сооружений. Выдвигается предположение, как изучаемую проблему частично можно решить при помощи дождевых сточных вод, которые отводятся без должной очистки в водные объекты. В статье рассмотрены существующие системы водоотведения в Самаре, стоимость очистных сооружений для дождевых вод, а также предлагаемый проект реконструкции дождевой сети для выпусков, находящихся в границах исторической части Самары.

Ключевые слова: поверхностные сточные воды, снижение водопотребления, канализационные очистные сооружения, выпуски ливневой канализации, хозяйственно-бытовая канализация, дождевая канализация

Поверхностный сток воздействует на водные объекты периодически, причем интенсивность воздействия резко колеблется. При определении пропускной способности очистных сооружений ориентация на максимальные расходы ливневого стока редкой повторяемости, на прием и отведение которого рассчитывается сеть дождевой канализации, нецелесообразна, так как это приводит к повышенным затратам на строительство очистных сооружений при их кратковременной работе на полную производительность [1].

Системы очистки поверхностного стока должны быть рассчитаны на значительные расходы, что требует высоких капитальных затрат. Специфика химического состава сточных вод (достаточно высокие концентрации нефтепродуктов и СПАВ (синтетические поверхностно активные

The state of the centralized wastewater disposal system has undergone some changes over several decades, the article presents the problem of the negative impact of reducing water consumption costs on engineering structures, from precipitation and cementation of sediment in pipelines and concentration of runoff due to reduced flow, to the impact on the operation of pumping stations and treatment facilities. It is suggested that the problem under study can be partially solved with the help of rainwater, which is discharged without proper treatment into water bodies. The article discusses the existing drainage systems in Samara, the cost of treatment facilities for rainwater, as well as the proposed project for the reconstruction of the rain network for outlets located within the boundaries of the historical part of Samara.

Keywords: surface wastewater, reduction of water consumption, sewage treatment facilities, storm sewer releases, household sewerage, rain sewer

вещества) обуславливает применение дорогостоящих систем сорбционной очистки с частой заменой фильтрующих загрузок, поэтому эксплуатационные затраты чрезвычайно высоки [2, 3].

Общая водосборная площадь селитебной территории, с которой осуществляется сброс поверхностного стока через сети дождевой канализации в Саратовское водохранилище, составляет порядка 3900 га, в Самарский залив Саратовского водохранилища – 7930 га. Общая водосборная площадь промышленных предприятий – около 1461 га [4].

Годовой расход сточных вод оценивается примерно в 42,5 млн м³/год, в том числе: с селитебной территории – 28 млн м³/год; с территории промышленных предприятий (включая условно чистые стоки) – 9 млн м³/год; дренажные (инфильтрационные) воды – 4,5 млн м³/год [4].

Генпланом городского округа Самара предусмотрено строительство очистных сооружений по очистке ливневых сточных вод, сбрасываемых с территории города в Саратовское водохранилище – 10 выпусков и в реку Самару – 13 выпусков. Общий объем неочищенных ливневых и производственных сточных вод составляет более 14,0 млн м³/год. Валовое количество загрязняющих веществ, поступающих с этими сточными водами в водные объекты, сопоставимо с объемом загрязнений, сбрасываемых с очистных сооружений Самары в Саратовское водохранилище согласно Постановлению Администрации городского округа Самара от 25 июля 2012 года № 903.

Так, например, проектирование и строительство очистных сооружений дождевой канализации для выпуска «Горячий ключ» производительностью 27 тыс. м³/сут (1126 м³/ч) обошлось бы бюджету в 241 351,8 тыс. р.

Дождевая канализация Самары выполнена по полной разделной схеме канализования. В систему дождевой канализации сбрасывается:

- поверхностный сток с промышленной и селитебной территории;

- промышленный сток, дренажный сток теплотрассы;
- дренаж грунтовых вод с промышленной и селитебной зон;
- поливомоечные воды.

В границах исторической части Самары находятся 10 выпусков дождевой канализации (рис. 1), 6 осуществляют сброс в Саратовское водохранилище (р. Волга), остальные 4 – в залив Самарский Саратовского водохранилища (р. Самара) [5]. Информация о границе исторической части города взята из [6].

В табл. 1 приводится информация о площади водосбора, длине коллектора, диаметре выпуска за 2004 и 2013 гг. согласно [7] и Постановлению Администрации городского округа Самара от 27 июля 2012 г. № 947.

Выпуски «Ульяновский», «Вилоновский», «Некрасовский», представленные в табл. 1, отводящие поверхностные стоки в Саратовское водохранилище, расположены во втором и третьем поясах зоны санитарной охраны водозаборных сооружений города согласно Постановлению Администрации городского округа Самара от 27 июля 2012 г. № 947.

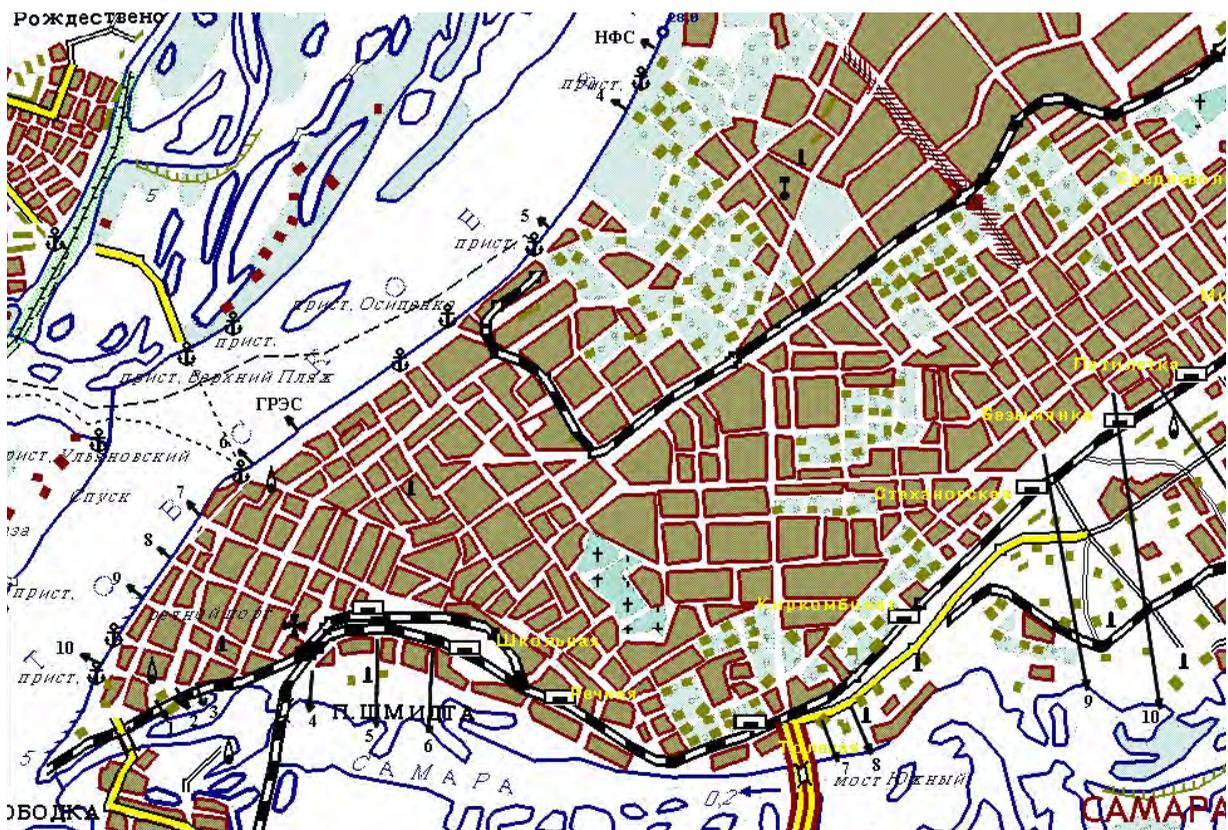


Рис. 1. Схема выпусков ливневой канализации в исторической части города Самары [6].
 Выпуски сточных вод в Саратовское вдхр.: 6 – Ульяновский; 7 – Вилоновский; 8 – Некрасовский; 9 – Ленинградский; 10 – Комсомольский. Выпуски сточных вод в р. Самара: 1 – Хлебная площадь; 2 – Круковский; 3 – Судоремонтный завод; 4 – Горячий ключ; 5 – Деповский

Таблица 1

Данные о выпусках ливневой канализации в исторической части города за 2004 и 2013 гг.

Выпуск	Площадь водосбора, га		Длина коллектора, м		Диаметр выпуска, мм	
	2004	2013	2004	2013	2004	2013
Сброс в р. Волгу						
Ульяновский	528,77	806,77	5809	4940	900	1420x2
Вилоновский	11,25	50,45	850	850	800	800
Некрасовский	16,95	56,95	440	440	600	600
Ленинградский	13,05	73,05	692	692	600	600
Пионерский	–	86,7	–	450	–	600
Комсомольский	15,6	49,57	680	680	600	600
Сброс в р. Самару						
Хлебная площадь	4,7	114,7	50	50	900	900
Крупский	5,7	8,6	200	200	1000	1000
Судоремонтный завод	–	–	–	–	–	–
Горячий ключ	58,06	121,56	2197,5	2197,5	1800	1800

Согласно Постановлению Администрации городского округа Самара от 27 июля 2012 г. № 947 площадь водосбора рассматриваемых выпусков за десять лет увеличилась, также вырос процент и площадь водонепроницаемой поверхности, что неизбежно привело к увеличению поверхностного стока. Из табл. 1, основанной на вышеупомянутом документе, видно насколько увеличилась площадь водосбора и расчетный объем ПоСВ (поверхностные сточные воды), сбрасываемый через указанные выпуски в поверхностные водные объекты.

Что же касается значительных колебаний расходов за время одного дождя, то, согласно [8], это связано с урбанизированностью территорий, где вследствие большого количества водонепроницаемых поверхностей, во-первых, наблюдается изменение водного баланса территории с увеличением количества поверхностного стока в 2–4 раза, во-вторых, повышение пиковых расходов поверхностного стока ввиду низкой водозадерживающей способности (рис. 2).

Не только выпуски, находящиеся в историческом центре города (карта границы исторической части отмечена на рис. 1), не оборудованы локальными очистными сооружениями, но вообще все выпуски дождевой канализации Самары сбрасывают загрязненные стоки в водоем без очистки [9].

Выпуски ливневой канализации в исторической части города, отводящие ПоСВ с волжского склона («Ульяновский», «Вилоновский», «Некрасовский», «Ленинградский», «Пионерский», «Комсомольский»), не оборудованы очистными

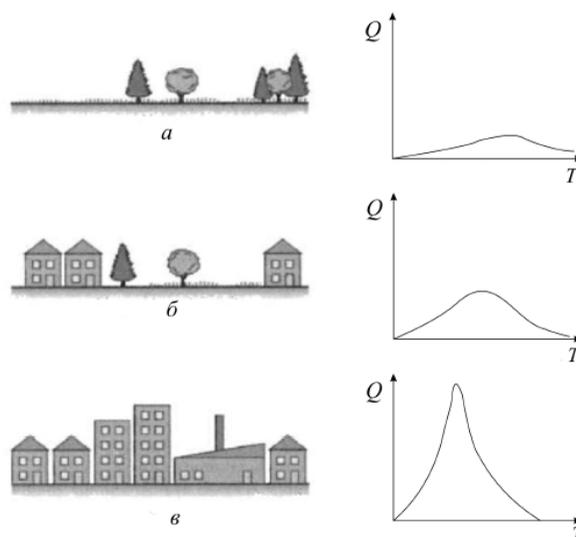


Рис. 2. Гидрограф поверхностного стока с различных водосборных территорий [8]: а – естественная среда; б – небольшие города; в – крупные города

ми сооружениями ввиду стесненных условий, а также потому, что являются выпусками руслового типа. Так, выпуски «Вилоновский», «Некрасовский», «Ленинградский», «Пионерский» и «Комсомольский» проложены под набережной, а это означает, что очистные сооружения (или аккумулирующие резервуары) должны быть выполнены в подземном исполнении, поскольку для надземных очистных сооружений отсутствует площадка под строительство. Также строительство наземных очистных сооружений

на набережной негативно повлияло бы на эстетический облик города и негативно отразилось на архитектурном наследии.

Поскольку проектирование очистных и аккумулирующих резервуаров в таких условиях является непростой инженерной задачей, предполагается разработать несколько вариантов будущей схемы реконструкции дождевой системы канализации (рис. 3).

Идея проекта реконструкции заключается в том, что сток, который в данный момент сбрасывается в водоем без очистки, будет регулироваться и очищаться до нормативов сброса в канализационную сеть, где, смешиваясь с хозяйственно-бытовым стоком, в дальнейшем будет направляться на городские канализационные очистные сооружения.

Влияние снижения норм водопотребления на хозяйственно-бытовую канализацию

В последние несколько десятилетий нормы водопотребления неуклонно сокращались, что нашло отражение в СП 31.13330 «СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» сначала 2012, а затем и 2021 года. Сравнение норм водопотребления представлено в табл. 2. Так, например, расчетное хозяйствен-

но-питьевое водопотребление для районов с централизованным горячим водоснабжением уменьшилось почти в два раза.

После нескольких социальных и экономических кризисов много предприятий города было закрыто, что существенно уменьшило объем сбросов промышленных стоков. Из-за повышения тарифов население сократило количество потребляемой воды, что в свою очередь нашло отражение в нормативных документах.

В связи с тем, что объем хозяйственно-бытовых стоков уменьшился, в трубопроводах, запроектированных и смонтированных в прошлом веке, уменьшилась и скорость движения в сети водоотведения города. Уменьшение скорости движения воды привело к биообращению в трубопроводе, скапливанию нежелательных газов и т. д.

Предполагается, что в коллекторе на определенное время, при минимальных расходах поверхностного стока или любого другого, могут накапливаться загрязнения, которые затем с увеличением расхода и скорости течения воды взвешиваются потоком и перемещаются на нижележащие участки сети [9].

Однако в настоящее время в действующих системах водоотведения, в условиях снижения расходов сточных вод вследствие внедрения систем учета расходов воды в быту и в промыш-

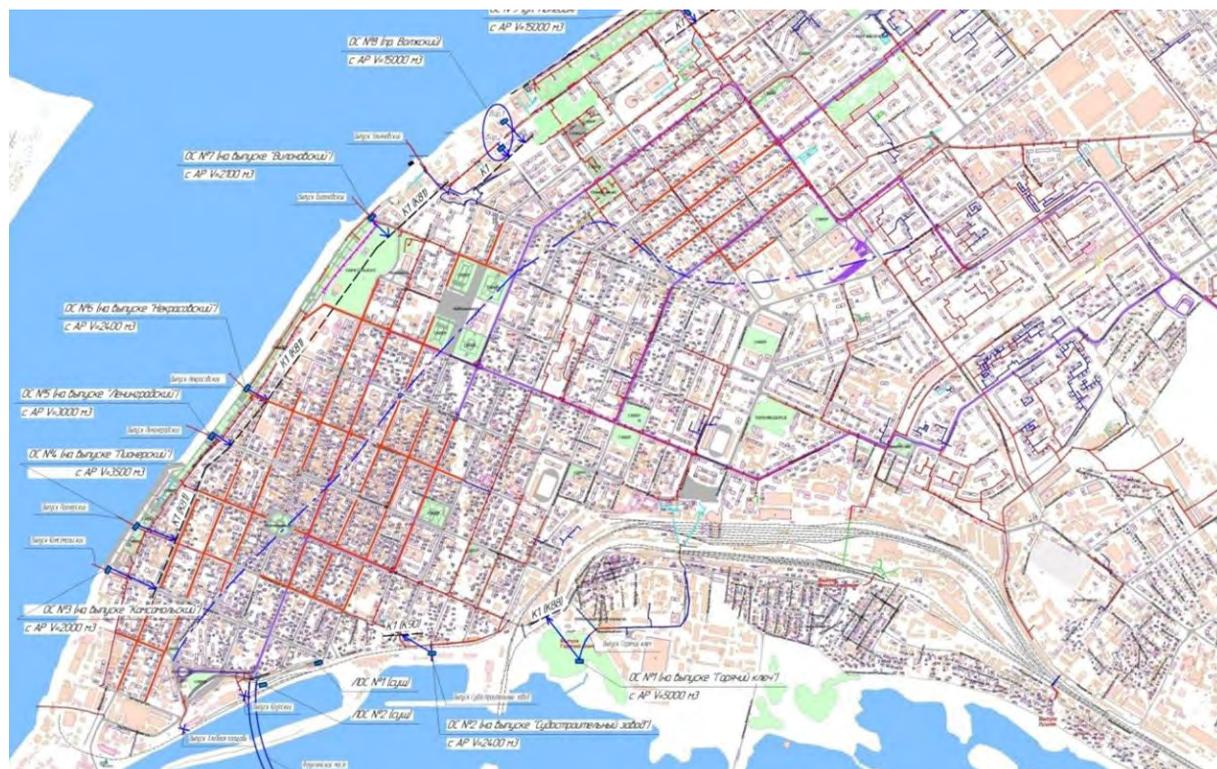


Рис. 3. Вариант реконструкции выпусков дождевой канализации [10]

Таблица 2

Сравнение норм водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды

Показатель	СНиП 84*	СП 2012**	СП 2021***
Степень благоустройства районов жилой застройки	Расчетное хозяйственно-питьевое водопотребление в поселениях и городских округах на одного жителя среднесуточное (за год), л/сут		
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией: без ванн	125–160	125–160	–
То же, с ванными и местными водонагревателями	160–230	160–230	140–180
То же, с централизованным горячим водоснабжением	230–350	220–280	165–180
СНиП 84* – СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» СП 2012** – СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» СП 2021*** – СП 31.13330.2021 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»			

ленности, существующие диаметры и уклоны труб отдельных участков не обеспечивают самоочищающиеся скорости, поэтому взвешенные вещества оседают в лотках труб. В результате на дне трубопровода постепенно оседают и накапливаются различные твердые вещества, в особенности песок, прочно «цементирующийся» канализационным илом. Образовавшийся таким образом осадок «укатывается» слоем текущей воды, увеличивая шероховатость труб и, соответственно, сопротивление потоку жидкости [11]. Многокомпонентность состава, разнообразность фракций протекающей смеси, непостоянство гидродинамики потока, из-за уменьшений скорости стока, приводят к выпадению осадка в лотки сетей и сооружений, а также обрастанию биопленкой стенок коллекторов. Далее в выпавшем осадке идут процессы брожения, сопровождающиеся выделением метана и аммиака. Жизнедеятельность бактерий в закрепившейся биопленке влечет за собой выделение в водную среду сероводорода и углекислого газа [12].

Разрабатываются технические альтернативы, обеспечивающие высокую эффективность использования воды, в дополнение к существующим централизованным системам транспортировки и очистки воды и сточных вод. Зарубежными исследователями была создана комплексная модель, интегрирующая процессы транспортировки и трансформации в канализационных трубах, и смоделирована для различных сценариев перехода. Важным выводом исследования [13] является то, что уменьшение расхода и повышение концентрации химического потребления кислорода (ХПК) приводят к накоплению отложений и сульфидов в канализационных трубах. Для исследованной канализационной системы при снижении общего суточного расхода на 50 % было обнаружено, что в 30 % труб накапливаются отложения

и 30 % труб испытали воздействие из-за присутствия сульфидов в различных состояниях в зависимости от температуры сточных вод. Было установлено, что произведение двух расчетных параметров, диаметра и наклона русла является подходящим показателем способности трубы накапливать отложения [13].

Влияние снижения расходов бытовых сточных вод на инженерные объекты

В настоящее время в системе городской канализации на балансе муниципального предприятия Самары «Самараводоканал» находится 20 канализационных насосных станций производительностью 1 – 36 тыс. м³/ч. Производительность крупнейших главных насосных станций, перекачивающих сточные воды с бассейновых коллекторов на городские очистные канализационные сооружения, составляет:

- канализационная насосная станция № 13 – 36 тыс. м³/ч;
- канализационная насосная станция № 6 – 23 тыс. м³/ч;
- канализационная насосная станция № 6а – 23 тыс. м³/ч.

Городские очистные канализационные сооружения (ГОКС) Самары были запроектированы на очистку почти 1 млн. м³/сут [14], фактический приток на текущий момент колеблется в районе 500 тыс. м³/сут. Но не только ГОКС города не «дозагружены», ранее упомянутая КНС № 6 перекачивает в весенний период примерно 6,2 тыс. м³/ч, а в зимний период и вовсе 4,8 тыс. м³/ч, что составляет 27 и 21 % соответственно от проектной мощности.

Как отмечалось выше, проектная мощность сооружений – 1 млн. м³ стоков в сутки. За период с 1994 по 2006 гг. среднесуточное посту-

пление составило 704,8 тыс. м³/сут [14], за 2008 – 2010 гг. – 551,3 тыс. м³/сут [15].

Согласно данным, представленным в отчете [15], сооружения механической очистки на ГОКС, в состав которых входят песколовки и первичные радиальные отстойники, работают достаточно эффективно для обеспечения допустимых концентраций загрязняющих веществ в осветленной сточной воде перед сооружениями биологической очистки. Однако наблюдаемая эффективность достигается главным образом за счет малых расходов поступающих сточных вод (проектная производительность сооружений, как говорилось выше, – 1 млн. м³/сут, фактический среднесуточный расход сточных вод за 2008 – 2010 гг. составил 551 300 м³/сут) и низких концентраций загрязнений в исходной сточной воде.

Также из отчета следует, что с точки зрения экономической эффективности, определяемой производительностью сооружений и эффектом очистки, существующие сооружения механической очистки работают недостаточно эффективно [15].

Выводы. 1. Снижение водопотребления негативно отразилось на инженерных объектах, таких как трубопроводы, насосные станции, канализационные очистные сооружения, поскольку запроектированы они были на вдвое больший расход сточных вод, чем тот, что поступает в настоящее время. Это привело к заилению в трубопроводах, поскольку не соблюдаются самопромывающиеся скорости, что в свою очередь приводит к уменьшению полезного сечения трубопровода, затруднению движения жидкости, а также образованию сероводорода, метана, аммиака, углекислого газа из выпавшего «осадка» в трубопроводе.

2. Перекачивание поверхностных сточных вод позволит решить не только проблему заиления трубопроводов, но и снизит антропогенное воздействие на водоем, будет способствовать разбавлению в некоторой степени хозяйственно-бытового стока и увеличению объема поступающих стоков на городские очистные канализационные сооружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эпоян С.М., Лукашенко С.В., Гетманец Н.И. Интенсификация очистки поверхностно-ливневых сточных вод // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. 2013, Vol. 15, no. 6, pp. 149–156. Режим доступа: <http://journals.pan.pl/Content/91322/mainfile.pdf> (дата обращения: 16.05.2022).

2. Первов А.Г., Матвеев Н.А., Карасев П.Л., Мотовилова Н.Б. Очистка поверхностного стока от нефтепродуктов и СПАВ с использованием систем обрат-

но осмоса // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 1. С. 36–42.

3. Продроус О.А., Шлычков Д.И. Методологические подходы к оценке эффективности эксплуатации самотечных сетей водоотведения с отложениями в лотковой части труб // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 34–41. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.5.

4. Быкова П.Г., Палагин Е.Д., Гриднева М.А., Павлухин А.А. Поверхностные сточные воды г. Самары: влияние сезонных факторов // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 12. С. 28–34.

5. Шувалов М.В., Шувалов Р.М. Капитальный ремонт и реконструкция канализационных сетей в Самаре // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2. С. 23–28. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.4.

6. Артёмов. Самара как историческое поселение. Границы, предмет охраны, максимальная высота и улица, с которой все начнется 19 июля 2019, 12:27. Режим доступа: https://drugoigorod.ru/historical_settlement-2/ (дата обращения: 29.09.2022).

7. Гриднева М.А. Совершенствование отведения и очистки поверхностных сточных вод урбанизированных территорий: дис. ... канд. техн. наук / СГАСУ. Самара, 2004. 161 с.

8. Мелехин А.Г., Щукин И.С. Применение бионженерных сооружений для очистки ливневых и талых вод с урбанизированных территорий // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2012. № 1. С. 122–131. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_18402873_55466592.pdf (дата обращения: 18.07.2022).

9. Калинин А.В. Проблемы организации отведения поверхностного стока с территории городского округа Тольятти: монография. Тольятти, 2014. 163 с.

10. ВОЛГА НЬЮС. Автор – Маша Иванова. «Проект реконструкции сетей дождевой канализации в историческом поселении Самары разработают за 180,5 млн рублей». Режим доступа: <https://volga.news/article/639076.html> (дата обращения: 01.10.2022).

11. Мкртчян Т.М., Сертукрылов Н.С. Определение коэффициентов шероховатости и Шези для расчета участков сетей водоотведения в условиях сокращения расходов сточных вод // Инженерный вестник Дона. 2013. Т. 27. № 4. С. 215. Режим доступа: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_74_mkrtchyan.pdf_1925.pdf (дата обращения 29.11.2022).

12. Габитов Р.А., Телятникова А.М. Процесс образования сероводорода в канализации и последствия его выделения в окружающую среду // Молодой ученый. 2020. № 21 (311). С. 463–465. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/311/70408/> (дата обращения: 29.12.2022).

13. Penn R., Maurer M. Effects of Transition to Water Efficient Solutions on Existing Centralized Sewer Systems – An Integrated Biophysical Modeling Approach // Water Resour. Res. 2021. Vol. 57, № 9.

14. Стрелков А.К., Степанов С.В., Кирсанов А.А. Интенсификация процессов биологической очистки на очистных канализационных сооружениях г. Сама-

ры // Водоснабжение и санитарная техника. 2006. № 9, ч. 2. С. 30 – 37.

15. Технический отчёт по теме «Разработка концепции по доведению очищенных сточных вод городских очистных канализационных сооружений г.о. Самара до норм норматива допустимого сброса. Самара, 2011. 144 с.

REFERENCES

1. Epoyan S.M., Lukashenko S.V., Getmanets N.I. Intensification of surface-storm wastewater treatment. *Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture*, 2013, vol. 15, no. 6, pp. 149–156. Available at: <http://journals.pan.pl/Content/91322/mainfile.pdf> (accessed 16 May 2022)
2. Pervov A.G., Matveev N.A., Karasev P.L., Motovilova N.B. Purification of surface runoff from petroleum products and surfactants using reverse osmosis systems. *Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment], 2013, no 1, pp. 36–42. (in Russian)
3. Prodous O.A., Shlyichkov D.I. Methodological Approaches to Assessing the Efficiency of Operation of Gravity Drainage Networks with Deposits in the Tray Part of Pipes. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 34–41. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.5
4. Bykova P.G., Palagin E.D., Gridneva M.A., Pavlukhin A.A. Surface wastewater of Samara: the influence of seasonal factors. *Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment], 2018, no 12, pp. 28–34. (in Russian)
5. Shuvalov M.V., SHuvalov P.M. Major Rebuilding and Reconstruction of Sewer Networks in Samara. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 23–28. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.4
6. Artemov A. Samara as a historical settlement of the Border, the subject of protection, the maximum height and the street from which everything will begin on July 19, 2019, 12:27. Available at: https://drugoigorod.ru/historical_settlement-2/ (accessed 29 September 2022)
7. Gridneva M.A. *Sovershenstvovaniye otvedeniya i ochistki poverkhnostnykh stochnykh vod urbanizirovannykh territoriy. Cand. Diss.* [Improvement of drainage and treatment of surface wastewater of urbanized territories, Cand. Diss.]. Samara, 2004. 161 p.
8. Melekhin A.G., Shchukin I.S. Application of bioengineering structures for the treatment of stormwater and meltwater from urbanized territories. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Construction and architecture], 2012, no. 1, pp. 122–131. (in Russian) Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_18402873_55466592.pdf (accessed 18 July 2022)
9. Kalinin A.V. *Problemy organizatsii otvedeniya poverkhnostnogo stoka s territorii gorodskogo okruga Tol'yatti* [Problems of the organization of the diversion of surface runoff from the territory of the Togliatti city district]. Togliatti, 2014. 163 p.
10. Volga News. The author is Masha Ivanova. “The project of reconstruction of rain sewer networks in the historical settlement of Samara will be developed for 180.5 million rubles.” Available at: <https://volga.news/article/639076.html> (accessed 01 October 2022)
11. Mkrtchyan T.M., Serpokrylov N.S. Determination of roughness and Shez coefficients for calculating sections of wastewater disposal networks in conditions of reducing wastewater costs. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2013, Vol. 27, no. 4, p. 215. (in Russian) Available at: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_74_mkrtchyan.pdf_1925.pdf (accessed 29 November 2022)
12. Gabibov R.A., Telyatnikova A.M. The process of hydrogen sulfide formation in the sewer and the consequences of its release into the environment. *Molodoy uchenyj* [A young scientist], 2020. no. 21(311). pp. 463–465. (in Russian) Available at: <https://moluch.ru/archive/311/70408/> (accessed 29 December 2022)
13. Penn R., Maurer M. Effects of Transition to Water-Efficient Solutions on Existing Centralized Sewer Systems – An Integrated Biophysical Modeling Approach // *Water Resour. Res.* 2021. Vol. 57. N 9.
14. Strelkov A.K., Stepanov S.V., Kirsanov A.A. Intensification of biological purification processes at sewage treatment plants in Samara. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary engineering], 2006, no. 9, pp. 30–37. (in Russian)
15. Technical report on the topic “Development of a concept for bringing treated wastewater from urban sewage treatment plants of Samara to the norms of the permissible discharge standard. Samara, 2011. 144 p. (In Russian)

Об авторах:

СТРЕЛКОВ Александр Кузьмич

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: a19400209@yandex.ru

ШУВАЛОВ Михаил Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения, директор Академии строительства и архитектуры Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: mshuv57@gmail.com

ПАВЛУХИН Алексей Андреевич

аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: a_pavluhin17@mail.ru

ЧЕРНОСВИТОВ Михаил Дмитриевич

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: mihail_che@mail.ru

STRELKOV Alexander K.

Doctor of Engineering Science, Head of the Water Supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: a19400209@yandex.ru

SHUVALOV Mikhail V.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Water Supply and Wastewater Chair Director of Academy of Civil Engineering and Architecture Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: mshuv57@gmail.com

PAVLUHIN Alexey A.

Postgraduate Student of the Water Supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: a_pavluhin17@mail.ru

CHERNOSVITOV Mikhail D.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Water Supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: mihail_che@mail.ru

Для цитирования: Стрелков А.К., Шувалов М.В., Павлухин А.А., Черносивитов М.Д. Реконструкция сетей дождевой канализации в исторической границе города Самары // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 1. С. 45–52. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.6.

For citation: Strelkov A.K., Shuvalov M.V., Pavluhin A.A., Chernosvitov M.D. Reconstruction of Rain Sewer Networks in the Historical Border of the City of Samara. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 45–52. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.6.