

# ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ



УДК 628.29.31

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.10

**А. А. ВОРОНОВ**  
**Е. С. МАЛЫШКИНА**  
**Е. И. ВЯЛКОВА**  
**С. В. МАКСИМОВА**

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ГОРОДСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

DEVELOPMENT OF THE RATIONAL URBAN ENGINEERING SYSTEMS FOR THE SURFACE WASTEWATER TREATMENT

*Приведены результаты исследований и сезонных наблюдений за качеством поверхностных сточных вод, образующихся на территории современного крупного города. Показана зависимость качества поверхностного стока от сезона года, вида городской застройки. Отмечено влияние противогололедных реагентов на качество талых вод. Предложен новый подход к разработке технологической схемы очистки поверхностного стока. На основе полученных данных предложена технологическая схема локальной очистной станции для поверхностных сточных вод, работающей в автоматическом режиме. Данное решение учитывает сезонные изменения качества поверхностных сточных вод на урбанизированных территориях.*

**Ключевые слова:** *поверхностные сточные воды, дождевая канализация, очистка поверхностного стока, локальные очистные сооружения, технологическая блок-схема*

В настоящее время под влиянием активной урбанизации и интенсивного промышленного развития общее количество пригодных для питьевых нужд водных объектов сократилось во всем мире. Особенно отмечается высокая степень деградации водоемов, которые находятся в пределах городской черты. Это происходит по нескольким причинам. Во-первых, укрупнение городов часто связано с ростом промышленности и количеством различных небольших предприятий. Возрастает вероятность сброса в водоем плохо очищенных или неочищенных производственных и бытовых сточных вод. Во-вторых, санитарное состояние прилегающих к водоему территорий не всегда соответствует нормативным требованиям. На это влияют, как правило,

*The results of studies and seasonal observations of the surface wastewater quality that generated in the territory of a modern large city are presented. The dependence of the surface runoff quality on the year season and the kind of urban development is shown. The effect of anti-ice reagents on the meltwater quality is noted. The article suggests a new approach to the making of a technological scheme for surface wastewater treatment. Based on the obtained data, a technological block-scheme of a local Wastewater Treatment Plant (WWTP) intending for surface wastewater treatment and operating in an automatic mode is proposed. The proposed technological solution takes into account seasonal changes in the surface wastewater quality in urbanized areas.*

**Keywords:** *surface wastewater, rainwater sewage system, surface wastewater treatment, local Wastewater Treatment Plants (WWTP), technological block-scheme*

следующие факторы: интенсивность транспортного движения, увеличение площадей мусорных полигонов, частое отсутствие канализации на окраинах больших городов, большие затраты на реконструкцию действующих систем водоотведения. Есть еще одна немаловажная причина: последнее десятилетие выявлено, что одним из главных источников загрязнения городских водоемов являются неочищенные поверхностные стоки, в которые входят дождевые, талые и поливомоечные сточные воды. Данный вид стоков отличается неравномерностью поступления, имеет особенное качество и не всегда подходит для сброса в бытовую канализацию.

Согласно требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 не допускается сброс неочищенных поверхностных вод

на территории населенных пунктов, а также в пределах первого пояса зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Однако, выполнить в короткие сроки это требование для городов, в которых система инженерных коммуникаций формировалась несколько десятилетий, а то и сотен лет, не представляется возможным. Наиболее реальными для быстрого строительства «умных» систем являются новые микрорайоны с отдельной инфраструктурой, которая может предусмотреть в своем составе локальную очистку поверхностного стока со сбросом в черте города.

По данным [1] на сегодняшний день очистке подвергается не более 10 % годового объема поверхностного стока, организованно отводимого с территорий населенных пунктов. Наиболее развитой является система отведения и очистки поверхностного стока в Москве, но и там существующие очистные сооружения принимают поверхностный сток только с 35 % канализованной территории города. В Санкт-Петербурге очистке подвергается только 2 % поверхностных сточных вод.

Загрязнение водных объектов поверхностными стоками с урбанизированных территорий приводит к интенсивному ухудшению качества воды, в результате чего в конечном счете происходит удорожание производства питьевой воды, сокращение продуктивности объектов рыбного хозяйства, а также, в ряде случаев, повреждение объектов инфраструктуры городов [2].

В качестве приоритетных показателей загрязнения поверхностных сточных вод определены следующие: взвешенные вещества, органические вещества (ХПК, БПК) и нефтепродукты [3]. Качество поверхностного стока, рекомендованное для принятия решений по составу сооружений очистных станций, приведено в СП 32.13330.2012. В то же время рядом авторов приводятся данные, отличающиеся от рекомендованных значений [2, 4–7].

За последние несколько десятилетий произошли существенные изменения состава поверхностных сточных вод, формирующихся на урбанизированных территориях, что требует разработки новых технологических схем очистки поверхностных стоков [7].

Малоизученная проблема – это применение антигололедных реагентов при зимней эксплуатации дорог. В большинстве городов России в зимний период используются реагенты, оказывающие управляемое воздействие на физико-механические свойства снежно-ледяных образований на объектах дорожного хозяйства и обеспечивающие нормальное функционирование инфраструктуры города. Основой современных противогололедных реагентов являются хлориды кальция, натрия и калия с добавлением модификаторов (формиатов натрия) для уменьшения коррозионности смеси, а также мраморный щебень с размерами частиц 2–5 мм, что приводит к увеличению количества взвешенных

веществ в талой воде. Результаты анализов по загрязнению снега с дорожных покрытий по Москве показали превышение нормативных значений при утилизации по хлоридам в 4–4,4 раза. Авторы исследований обращают внимание также на необходимость нормирования противогололедных реагентов по величине рН [8].

Технологические схемы централизованных и локальных очистных сооружений поверхностного стока являются сочетанием механических и физико-химических методов очистки. В состав станций очистки, как правило, входят резервуары-накопители, сооружения грубой механической очистки (сорудерживающие решетки и песколовки), пруды-отстойники или отстойники, фильтры с зернистыми минеральными, коалесцентными, сорбционными загрузкими. Довольно распространены за рубежом фитосистемы [3, 7, 9].

Пруды-отстойники, конструктивно выполненные из сборных железобетонных элементов, габионов, а также в виде земляных сооружений, требуют значительных площадей в месте выпуска дождевой канализации в водный объект. Более эффективно работают тонкослойные отстойники, которые занимают существенно меньшие площади и дают по данным [1] снижение содержания взвешенных веществ до 10–30 мг/л, нефтепродуктов – до 2–5 мг/л, показателей ХПК и БПК – до 40–80 и 10–15 мг/л соответственно. Но не всегда в отстойных сооружениях реализуется требование нормативных документов предусматривать технические решения по удалению осадков и всплывающих веществ [10].

Фильтрация позволяет удалять из подвергаемых очистке поверхностных сточных вод взвешенные вещества до остаточных концентраций 2–5 мг/л, нефтепродукты – до 1 мг/л. Введение в обрабатываемую воду растворов реагентов существенно повышает эффективность очистки поверхностных сточных вод.

Сорбционные фильтры, используемые в качестве сооружений доочистки, целесообразно применять для очистки поверхностных сточных вод, сбрасываемых в наиболее уязвимые водные объекты. К воде, прошедшей основные стадии очистки и поступающей на сорбционные фильтры, предъявляются довольно высокие требования по содержанию взвешенных веществ (не более 2 мг/л) и нефтепродуктов (до 0,5–1 мг/л). Невозможность регенерации сорбционных материалов в производственных условиях приводит к необходимости частой замены загрузки.

Фитоочистные системы, основанные на природоподобных технологиях, способны обеспечить глубокую очистку сточных вод при минимуме оборудования, не требуя при этом электроэнергии и реагентов [9]. Однако фитоочистные системы требуют значительной площади, теплых климатических условий.

На ультраурбанизированных территориях, которые характеризуются высокой плотностью населения, отсутствием свободного пространства и большим количеством потенциальных загрязнителей поверхностного стока, в последнее время все шире применяют пассивные системы очистки поверхностного стока [2]. Указанные системы представляют собой фильтрующие касеты или патроны с сорбционной загрузкой, устанавливаемые в дождеприемные колодцы на канализационной сети. Отличительной особенностью пассивной системы очистки являются минимальные потребности в обслуживании [2,11]. Однако это не исключает необходимости периодического удаления осадка и замены фильтрующей загрузки с ее последующей утилизацией.

Современные схемы очистки поверхностных сточных вод должны учитывать следующие особенности: неравномерный режим поступления и резкое качественное отличие дождевого и талого стоков. Внедрение автоматизированного контроля за работой очистного комплекса позволит оптимизировать параметры работы станций очистки. В целом, повышение эффективности очистки поверхностного стока улучшит экологическое состояние городских водоемов, а также расширит возможности повторного использования очищенных сточных вод [7].

На территории г. Тюмени действует раздельная система канализации. Причем, в границах многоэтажной застройки систему можно отнести к полной раздельной, в районах малоэтажной застройки – к непол-

ной раздельной. Как видно из схемы расположения коллекторов системы дождевой канализации, в городе предусматривается отведение поверхностных сточных вод не со всей территории (рис. 1). В районах малоэтажной застройки, составляющей 24 % территории города, дождевая сеть отсутствует. На выпусках поверхностного стока в водные объекты в настоящее время очистные сооружения не предусмотрены [12, 13].

Проблемы организации водоотведения дождевых и талых стоков с урбанизированных территорий характерны для всех крупных городов России, где проживает почти 50 % населения страны [14,15].

При обследовании территории Тюмени, проведенном в мае 2015 г., было выявлено, что районы, подверженные подтоплению, как правило, не охвачены системой дождевой канализации. Постоянное подтопление территорий приводит к повышению уровня грунтовых вод и ухудшению прочностных свойств грунтов. В результате происходит разрушение дорожных покрытий, преждевременный износ коммуникаций и зданий [12,13].

Данные Тюменского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», осуществляющего наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в водных объектах Тюменской области, свидетельствуют об устойчивом загрязнении реки Туры нефтепродуктами, марганцем и соединениями азота [16].



Рис. 1. Схема расположения коллекторов и выпусков дождевой канализации [13]

- ▲ – выпуск поверхностных сточных вод
- – коллектор дождевой канализации

Определено, что одним из источников загрязнения данного водного объекта в городской черте являются поверхностные сточные воды. В 2008 г. были проведены исследования качества воды на выпусках поверхностных сточных вод. Пробы были отобраны на 37 выпусках, в том числе 15 – в реку Туру, 22 – в овражно-балочную сеть. Исследования качества воды производились в период таяния снега (апрель, май) и в период дождей (сентябрь, октябрь). В результате исследований качества воды было выявлено значительное превышение предельно допустимой концентрации по содержанию нефтепродуктов, соединений азота и БПК5 на 14 выпусках из 37 обследованных [12].

Одним из предлагаемых решений по организации единой системы дождевой канализации города является строительство 16 локальных станций очистки поверхностного стока, на которых, начиная с 2025 г., 100 % поверхностных сточных вод будут подвергаться очистке до показателей сброса в водоемы рыбохозяйственного значения [13].

При проектировании локальных очистных сооружений рассматриваются две основные проблемы: 1) высокая степень неравномерности поступления стока, связанная с климатическими особенностями региона; 2) резкое отличие качества стоков в зависимости от сезона года.

На рис. 2 показано, что наибольшее количество талой воды поступает в сеть канализации в марте, а дождевой – в июле [17]. Поэтому обязательным элементом сооружений очистки поверхностных сточных вод являются аккумулирующие резервуары, выполняющие функции не только накопления стока, но и его усреднения и частично – осветления.

Степень и характер загрязнения поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий различны и зависят от санитарного состояния бассейна водосбора, уровня благоустройства территории, периодичности поливомоечных мероприятий автомагистралей, а также гидрометеорологических параметров атмосферных осадков и применяемых антигололедных реагентов в зимнее время.

Существующие технологические схемы очистки поверхностного городского стока не учитывают в полной мере изменения количества и качества поверхностных сточных вод, связанных с увеличением доли водонепроницаемых покрытий селитебных зон, и появления новых видов техногенных загрязнений в зависимости от сезона года. Отсутствие данных по сезонному изменению специфических показателей качества поверхностных стоков усложняет выбор эффективных методов, оптимальных технологических схем и необходимого оборудования для локальных очистных станций.

На кафедре Тюменского индустриального университета водоснабжения и водоотведения в настоящее время реализуется научный проект «Смарт-инжиниринг», в рамках которого определяются закономерности изменения показателей качества дождевых, талых и поливомоечных сточных вод урбанизированных территорий.

В качестве одного из объектов исследования выбран отдельный район Калининского округа города Тюмени, на территории которого дождевая канализация представлена подземными трубопроводами и лотками (рис. 3). В настоящее время в малоэтажной части района система сбора и отвода поверх-

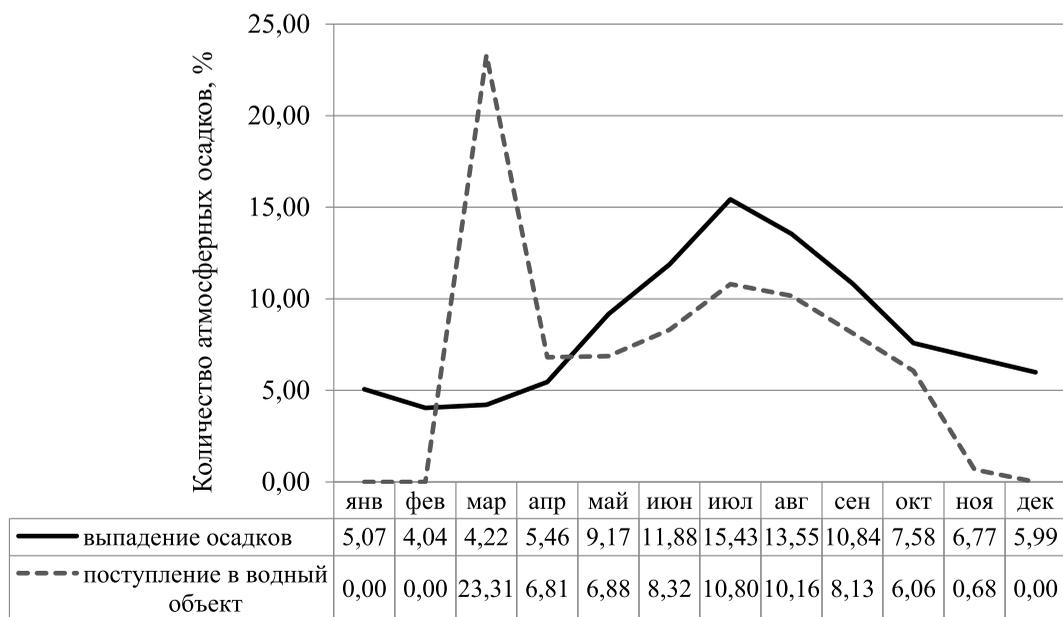


Рис. 2. График неравномерного выпадения осадков в городе Тюмени и поступления дождевых и талых вод в водный объект

ностного стока состоит из железобетонных лотков частично или полностью разрушенных и заросших травой, которые в большей степени играют роль накопителей. Придорожная снежная масса в зимний период активно сорбирует загрязняющие вещества и существенно влияет на качество стока при весеннем снеготаянии. Загрязненный талый сток по ливнеотводным канавам, расположенным вдоль автомобильных дорог без какой-либо очистки, через ливнеперепускные колодцы попадает в водный объект, что приводит к активному загрязнению городского водного ресурса – реки Туры.

Результаты исследований снежного покрова, который формирует грязный талый сток, говорят о том, что отдельные виды загрязнений значительно превышают не только фоновые значения, но и нормы, установленные СП 32.13330.2012. Например, концентрации взвешенных веществ превышают установленные строительными правилами в 2,5–5 раз, ХПК – в 4–32 раза. Кроме того, специфические химические вещества (железо, хлориды и др.), вносимые с антигололедными реагентами, строитель-

ными нормативными документами не регламентируются вообще.

Талый сток с подобным качеством сбрасывать напрямую в водоемы просто недопустимо, так как показатели загрязняющих веществ в отобранных пробах в несколько раз превышают и значения установленного нормативно допустимого сброса (НДС). Например, по взвешенным веществам концентрации превышают НДС в среднем в 1088 раз, ХПК – в 400 раз, по нефтепродуктам – в 34 раза, хлоридам – в 26 раз и железу – в 805 раз.

Качественный состав дождевого стока также формируется в зависимости от интенсивности транспортного потока. Дождевая вода смывает загрязняющие вещества с автодорог, которые, в основном образуются в результате эксплуатации автотранспортных средств. Степень загрязнения поверхностного дождевого стока напрямую зависит от группы дорог и интенсивности транспортного движения. Результаты лабораторных исследований приведены в табл. 1.

а



б



Рис. 3. Современное состояние системы водоотведения поверхностного стока района: а – ул. Самарцева (автодорога группы А); б – ул. Шахтеров (автодорога группы Б)

Таблица 1

Фактические усредненные концентрации дождевого, поливмоечного и талого стоков

Показатели качества поверхностных сточных вод	Концентрации загрязнений в местах отбора проб, мг/л									
	Автодороги группы А			Автодороги группы Б			Газон		Фон	
	Дождевой сток	Талый сток	Полвмоечный сток	Дождевой сток	Талый сток	Полвмоечный сток	Дождевой сток	Талый сток	Дождевой сток	Талый сток
Взвешенные вещества	654	9170	626	502	6140	535	1105	1420	5,1	8,4
Нефтепродукты	5,11	2,56	4,91	3,13	1,51	3,03	1,11	1,07	0,02	0,03
ХПК	618	933	632	585	2100	565	675	270	76	53
Железо общее	12,3	416	13,1	9,3	205	8,1	8,2	83	7,6	7,1
Хлориды	58,2	4540	64,1	41,6	3900	38,7	45,2	343	48	68

Если сравнить полученные значения показателей качества дождевого и поливочного стоков, то они примерно равны и отличаются в пределах погрешностей. С учетом среднестатистической сезонной загруженности автодорог при увеличении интенсивности дождей концентрация загрязнений поверхностного стока несколько снижается, так как загрязнения не успевают накапливаться.

Сравнивая показатели качества дождевого и талого стоков, можно сделать вывод о том, что наиболее грязным является талый сток, образующийся в период зимне-весеннего снеготаяния. Содержание взвешенных веществ в снежном покрове превышает содержание в дождевых и поливочных водах в 12–15 раз, ХПК – в 1,5–4 раза, железа общего – в 23–32 раза, хлоридов – 76–103 раза. Количество нефтепродуктов наоборот падает на 50 %, так как сказывается снижение автотранспортной нагрузки на дороги в зимнее время.

Опираясь на опубликованные данные и результаты настоящих исследований, предложено ввести новую технологическую схему очистки (рис. 4), способную работать в двух режимах в зависимости от

сезонного изменения качества поверхностного стока: 1) для летне-осеннего сезона преимущественно для очистки дождевого стока; 2) для весеннего сезона активного снеготаяния или зимнего сезона при условии работы снегоплавильных установок, когда диктующим по качеству будет талый сток.

В первом случае предлагается грубая механическая очистка, отстаивание с добавлением коагулянта или флотация, механическое фильтрование (одно- или двухступенчатое) и, при необходимости, обеззараживание. Основной задачей очистки воды будет избавиться от взвешенных веществ, ХПК и нефтепродуктов.

Во втором случае значительно повышаются концентрации по взвешенным веществам, ХПК и специфическим загрязнениям, в основном по хлоридам. Здесь технологическая схема должна включать удаление специфических загрязнений (специальные методы: сорбция, реагентные и другие способы).

Автоматизация перспективной локальной очистной установки значительно ускорит время переключения на новый технологический режим. Но в случае нерентабельности возможен вариант с «ручным» пере-

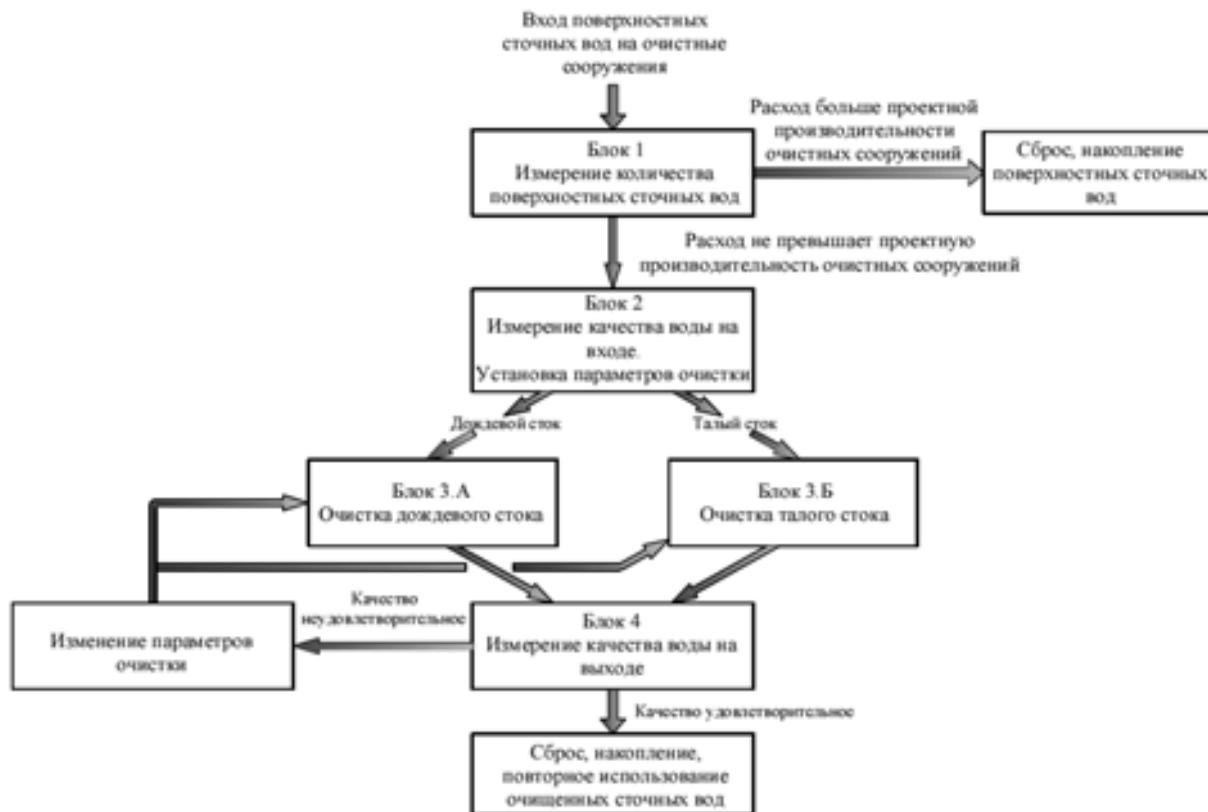


Рис. 4. Блок-схема очистных сооружений поверхностного стока

ключением на необходимую технологическую линию. Также можно рассмотреть станцию, где возможно менять загрузку фильтров (например, кварцевый песок или специальный сорбент) и реагенты, используя одно и то же оборудование. Главная особенность заключается в том, что действующая очистная станция поверхностного стока будет учитывать сезонное изменение качества дождевых и талых вод.

**Выводы.** Установлено, что поверхностный сток является высококонцентрированным по отдельным видам загрязнений. В результате исследований обнаружилось, что талые стоки имеют дополнительные загрязнения по хлоридам, концентрация которых достаточно велика и составляет от 59,1 до 4550 мг/дм<sup>3</sup>. Это вызвано с использованием химических антигололедных реагентов в зимнее время. Поэтому при проектировании локальных очистных станций необходимо учитывать резкое изменение качества поверхностного стока в зависимости от сезона года.

Предложена блок-схема гибкой локальной очистной станции поверхностного стока, работающей в автоматическом режиме. Подобные рациональные технологические схемы способны учитывать сезонное изменение качества поверхностных вод и в зависимости от этого изменять этапы и способы очистки воды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ИТС 10-2015. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. М.: Бюро НДТ, 2015. 377 с.
2. Ким А. Н., Михайлов А. В. Очистка поверхностного стока с урбанизированных территорий на локальных пассивных системах // Вода и экология: проблемы и решения. 2017. № 4 (72). С. 40–52.
3. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. М.: ВНИИ ВОДГЕО, 2015. 146 с.
4. Vialkova E., Zemlyanova M., Vorotnikova A., Cherkashin D., Voronov A., Maksimov L. The protection of urban areas from surface wastewater pollution. МАТЕС. 2017. Vol. 106.
5. Палагин Е.Д., Гриднева М.А., Быкова П.Г., Набок Т.Ю. Исследование динамики состава поверхностного стока урбанизированных территорий // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 1. С. 51–56.
6. Чечевичкин В. Н., Ватин Н. И. Особенности состава и очистки поверхностного стока крупных городов // Инженерно-строительный журнал. 2014. № 6. С. 67–74.

7. Варюшина Г.П., Свешникова Н.В. Пути модернизации очистных сооружений поверхностных сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. № 5. С. 35–39.

8. Примин О.Г., Тен А.Э. Экологическая оценка использования противогололедных реагентов в зимний период в г. Москве // Экология и промышленность России. 2018. № 22(4). С. 11–15.

9. Щукин И.С. Исследование процессов очистки поверхностных сточных вод от нефтепродуктов и тяжелых металлов на фитофильтрах // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 2. С. 35–42.

10. Баринов А.М. Оптимизация режимов работы и улучшение условий эксплуатации очистных сооружений поверхностного стока // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 4. С. 53–59.

11. Ватин Н. И., Панкова Г. А., Леонов Л. В., Пробриский М. Д., Рублевская О. Н., Чечевичкин А. В., Якунин Л. А. Тестовая эксплуатация фильтра ФОПС® с природным цеолитом для очистки загрязненного инфильтратом поверхностного стока // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. № 9. С. 39–49.

12. Программа комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры города Тюмени. Приложение к решению Тюменской городской Думы от 25.06.2009 № 332.

13. Постановление Администрации города Тюмени №295-пк от 20.09.2016 «Об утверждении схем водоснабжения и водоотведения муниципального образования городской округ город Тюмень до 2040 года». Приложение к постановлению. 2016. Т. 13.

14. Шувалов М.В., Стрелков А.К. Проектные решения по строительству главного коллектора дождевой канализации и централизованных очистных сооружений поверхностного стока Волжского склона в Самаре // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №4. С. 60–66. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.10.

15. Гвоздовский В.И., Князева М.Н., Сизова А.И. Экологические проблемы крупного города, средства и методы их решения // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №3. С. 63–67. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11.

16. Состояние водных объектов [Электронный ресурс] // Тюменская область. Официальный портал органов государственной власти. Режим доступа: [https://admtymen.ru/ogv\\_ru/about/ecology/eco\\_monitoring/water.htm](https://admtymen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/water.htm) (дата обращения: 06.09.2018).

17. Научно-прикладной справочник «Климат России» [Электронный ресурс] // ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Режим доступа: [meteo.ru](http://meteo.ru) (дата обращения: 06.09.2018).

Об авторах:

**ВОРОНОВ Андрей Александрович**  
аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения  
Тюменский индустриальный университет  
625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38  
тел. (3452)28-39-23  
E-mail: [teplooo@mail.ru](mailto:teplooo@mail.ru)

**VORONOV Andrey A.**  
Postgraduate Student of the Water Supply and Wastewater  
Chair  
Industrial University of Tyumen  
625000, Russia, Tyumen, Volodarsky str., 38,  
tel. (3452)283923  
E-mail: [teplooo@mail.ru](mailto:teplooo@mail.ru)

**МАЛЫШКИНА Елена Сергеевна**

аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения  
Тюменский индустриальный университет  
625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38  
тел. (3452)28-39-23  
E-mail: lena-malysh-90@yandex.ru

**ВЯЛКОВА Елена Игоревна**

кандидат технических наук, доцент кафедры  
водоснабжения и водоотведения  
Тюменский индустриальный университет  
625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38  
тел. (982)7895364  
E-mail: vyalkova-e@yandex.ru

**МАКСИМОВА Светлана Валентиновна**

кандидат технических наук, доцент кафедры  
водоснабжения и водоотведения  
Тюменский индустриальный университет  
625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38  
тел. (912)9226582  
E-mail: msv020761@yandex.ru

**MALYSHKINA Elena S.**

Postgraduate Student of the Water Supply and Wastewater  
Chair  
Industrial University of Tyumen  
625000, Russia, Tyumen, Volodarsky str., 38,  
tel. (3452)283923  
E-mail: lena-malysh-90@yandex.ru

**VIALKOVA Elena I.**

PhD in Engineering Science, Associate Professor  
of the Water Supply and Wastewater Chair  
Industrial University of Tyumen  
625000, Russia, Tyumen, Volodarsky str., 38,  
tel. (982)7895364  
E-mail: vyalkova-e@yandex.ru

**MAKSIMOVA Svetlana V.**

PhD in Engineering Science, Associate Professor  
of the Water Supply and Wastewater Chair  
Industrial University of Tyumen  
625000, Russia, Tyumen, Volodarsky str., 38,  
tel. (912)9226582  
E-mail: msv020761@yandex.ru

Для цитирования: *Воронов А.А., Малышкина Е.С., Вялкова Е.И., Максимова С.В.* Совершенствование рациональных городских инженерных систем очистки поверхностных сточных вод // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №3. С. 43-50. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.10.

For citation: *Voronov A.A., Malyshkina E.S., Vyalkova E.I., Maksimova S.V.* Development of the Rational Urban Engineering Systems for the Surface Wastewater Treatment // Urban Construction and Architecture. 2018. V. 8, 3. Pp. 43-50. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.10.