

ISSN 2072-2710  
2017/12 (120)

Производственно-технический  
и научно-практический журнал



**ВОДОЧИСТКА**  
**ВОДОПОДГОТОВКА**  
**ВОДОСНАБЖЕНИЕ**





# ВСТРЕЧАЙ ВЕСНУ С ЭКОТОНОМ!

Время встречи:

**27-31 МАРТА 2018**

Место встречи:

**АДЛЕР, СОЧИ**

Повод:

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОДНОЙ ОТРАСЛИ»**



**ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ  
СООБЩЕСТВУ ЛУЧШИХ СПЕЦИАЛИСТОВ  
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ!**

Больше информации

**[WWW.EKOTON.COM](http://WWW.EKOTON.COM)**

**ОРГКОМИТЕТ**

**+ 7 (4722) 400 889**

**MARKETING@EKOTON.COM**

# СОДЕРЖАНИЕ

## АКТУАЛЬНО

- 4** Комментарии Министерства строительства и ЖКХ РФ на обращения читателей  
Чибис А.В.
- 14** Частно-государственное партнерство должно соблюдать интересы населения и интересы бизнеса  
Каширский В.А.

## НАУКА И ПРАКТИКА

- 24** Увеличение грязеемкости и ресурса работы водоочистных фильтров  
Дзюбо В.В., Алферова Л.И.

## ТЕХНОЛОГИИ

- 32** Использование гипохлорита натрия для обеззараживания воды  
Злобин Е.К., Злобин Д.Е., Злобина Т.Е.

## ВОДООЧИСТКА

- 36** Об энергопотреблении насосов в трубопроводах из полимерных материалов  
Продоус О.А.

## ВОДОПОДГОТОВКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ

- 40** Эффективные пути устранения микробиологической коррозии внутренней поверхности металлических трубопроводов при одновременном существенном снижении скорости их электрохимической коррозии  
Новиков М.Г., Продоус О.А.

## ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ

- 44** Развитие системы городской дождевой канализации на примере города Тюмени  
Борткевич В.С., Миркис В.И., Драчиков С.А., Удовиченко Р.И.

## ПРОБЛЕМЫ И МНЕНИЯ

- 54** Стабильность Водоканала – залог безопасной жизни города  
Кобяков Ю.С.
- 60** Нормирование водопотребления в различных отраслях промышленности  
Соколов Л.И.

- 66** Пост-релизы
- 70** Рефераты статей
- 74** Указатель статей за 2017 год



# РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОЙ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ТЮМЕНИ

Борткевич В.С.  
заместитель  
ген. директора

Миркис В.И.  
главный технолог

Драчиков С.А.  
главный инженер  
проекта

Удовиченко Р.И.  
главный инженер  
проекта

АО «ПИНИБ «ГИТЕСТ», г. Москва

Цель работы – улучшение экологической ситуации в городе Тюмени за счет организации сбора и очистки поверхностного стока на очистных сооружениях, приема части поверхностных сточных вод в централизованную систему хозяйственно-бытовой канализации, а также ликвидации рисков, связанных с подтоплением городских территорий. Изучено состояние сетей и сооружений дождевой канализации, обоснована необходимость решения проблем отведения и очистки поверхностных сточных вод, предложены мероприятия по решению этих проблем и развитию системы дождевой канализации Тюмени. Рекомендованы мероприятия по улучшению экологического состояния водных объектов города Тюмени за счет строительства регулирующих резервуаров для сбора, усреднения и равномерной перекачки поверхностного стока, очистки его на локальных очистных сооружениях, приема части стока в централизованную систему хозяйственно-бытовой канализации. Предложены способы и технологии по регулированию и очистке поверхностных сточных вод. Стратегия развития системы отведения и очистки поверхностных сточных вод города, оценка объемов поверхностного стока, мероприятия по приему части поверхностного стока в систему хозяйственно-бытовой канализации, выполненные для города Тюмени, могут быть применены практически для любого крупного города России.

**Ключевые слова:** экология, дождевая канализация, поверхностный сток, регулирующие резервуары, очистные сооружения.

## Введение

Проблемы системы отведения и очистки поверхностных сточных вод, которые были выявлены в ходе проведения обследования сетей и сооружений дождевой канализации города Тюмени, характерны для большинства городов Российской Федерации. Работы проводились в рамках договора «Стратегия развития системы сбора и очистки сточных вод города Тюмени с разработкой и обоснованием мероприятий по приему части стока в систему канализации», заключенного между ООО «Тюмень Водоканал» и АО «ПИНИБ «ГИТЕСТ». Отчет о выполненной работе был принят ООО «Тюмень Водоканал» и согласован администрацией г. Тюмени, результаты работы послужили основой для разработки схемы водоснабжения и водоотведения г. Тюмени.

В Российской Федерации наиболее эффективно система отведения и очистки поверхностных сточных вод действует в Москве, но и здесь очистные сооружения поверхностных сточных вод принимают сток с 35 % канализованной территории города, а к работающим по современным технологиям можно отнести лишь треть из них [1].

В Тюмени используется раздельная система водоотведения, то есть бытовые и поверхностные (дождевые, поливочные, талые) воды отводятся по разным трубам и коллекторам. В соответствии с Генеральным планом городского округа город Тюмень, утвержденным решением городской думы №9 от 27.03.2008 г., общая площадь городской территории составляет 473,34 кв. км, при этом сетями дождевой канализации обеспечено порядка 100 кв. км.

Объектом исследования являлась существующая система дождевой канализации Тюмени, которая представляет собой разрозненную сеть коллекторов, труб и лотков, протяженность основных сетей дождевой канализации составляет около 127 км, в том числе железобетонных лотков – 5,8 км. Очистные сооружения на сети дождевой канализации отсутствуют. Сброс поверхностных сточных вод, несмотря на требования действующего водного и природоохранного законодательства РФ, осуществляется без очистки через 16 выпусков в реку Туру и через 27 выпусков в овражно-балочную сеть [2].

На большей части территории Тюмени отсутствует организованное отведение поверхностных сточных вод, что приводит к высокому уровню техногенного загрязнения водных объектов, составляющих гидрографическую сеть города (больших и малых рек - Туры, Бабарынки, Тюменки, Ключи, многочисленных озер, прудов и ручьев). Кроме того, при расположении ряда районов жилой застройки в пойме реки и неглубоком залегании грунтовых вод, отсутствие организованного отведения поверхностных сточных вод является причиной подтопления пониженных территорий, площадь которых по разным оценкам составляет от 50% до 70% площади города.

## Результаты исследований

В рамках договора был выполнен визуальный анализ состояния систем дождевой и хозяйственно-бытовой канализации города Тюмени, а также проведена их оценка по проектной и исполнительной документации, проведены гидравлические расчеты сетей и расчет объемов дождевого и талого стока.

Было установлено, что к проблемам систем водоотведения относятся:

- отсутствие единой стратегии развития систем дождевой и хозяйственно-бытовой канализации;
- отсутствие локальных очистных сооружений поверхностных сточных вод (далее ЛОС);
- наличие территорий, подверженных подтоплению, с неорганизованным отводом поверхностного стока;
- наличие участков дождевой сети, не обеспечивающих отвод требуемого объема поверхностных сточных вод;
- наличие несанкционированных сбросов хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод в систему дождевой канализации города;
- наличие несанкционированных врезок дождевой канализации в систему хозяйственно-бытовой канализации города;
- плохое состояние большинства насосных станций дождевой канализации.

Необходимость безотлагательного решения выявленных проблем связана с тем, что река Тура является источником водоснабжения города Тюмени - крупного административного центра, в котором проживает более 600 тыс. человек.

Для улучшения экологической ситуации и ликвидации подтопления на городских территориях, был предложен перечень мероприятий развития системы дождевой канализации. В этот перечень вошли мероприятия, направленные на решение проблем дождевой канализации Тюмени, такие как ремонт и перекладка существующих сетей, находящихся в неудовлетворительном состоянии, ремонт и замена насосных станций, ликвидация несанкционированных врезок. Кроме того, в перечень мероприятий развития системы дождевой канализации вошли:

- строительство регулирующих резервуаров на сети дождевой канализации;
- частичное объединение систем дождевой и хозяйственно-бытовой канализации в центральной части города;
- строительство регулирующих резервуаров перед сбросом поверхностных сточных вод в сети хозяйственно-бытовой канализации;
- прокладка новых сетей дождевой канализации, в первую очередь на территориях, подверженных подтоплению;
- строительство ЛОС с аккумулирующими резервуарами-отстойниками.

При выборе мероприятий по перспективному развитию системы дождевой канализации предварительно были изучены картографические и гидрологические материалы, проведен расчет объемов дождевого и талого стока.

В зависимости от рельефа местности, горизонтальной и вертикальной планировки улиц, расположения водных объектов и объектов инфраструктуры, территория города была условно разбита на 12 крупных водосборных бассейнов (далее ВБ). Схема деления города на ВБ представлена на рисунке 1.

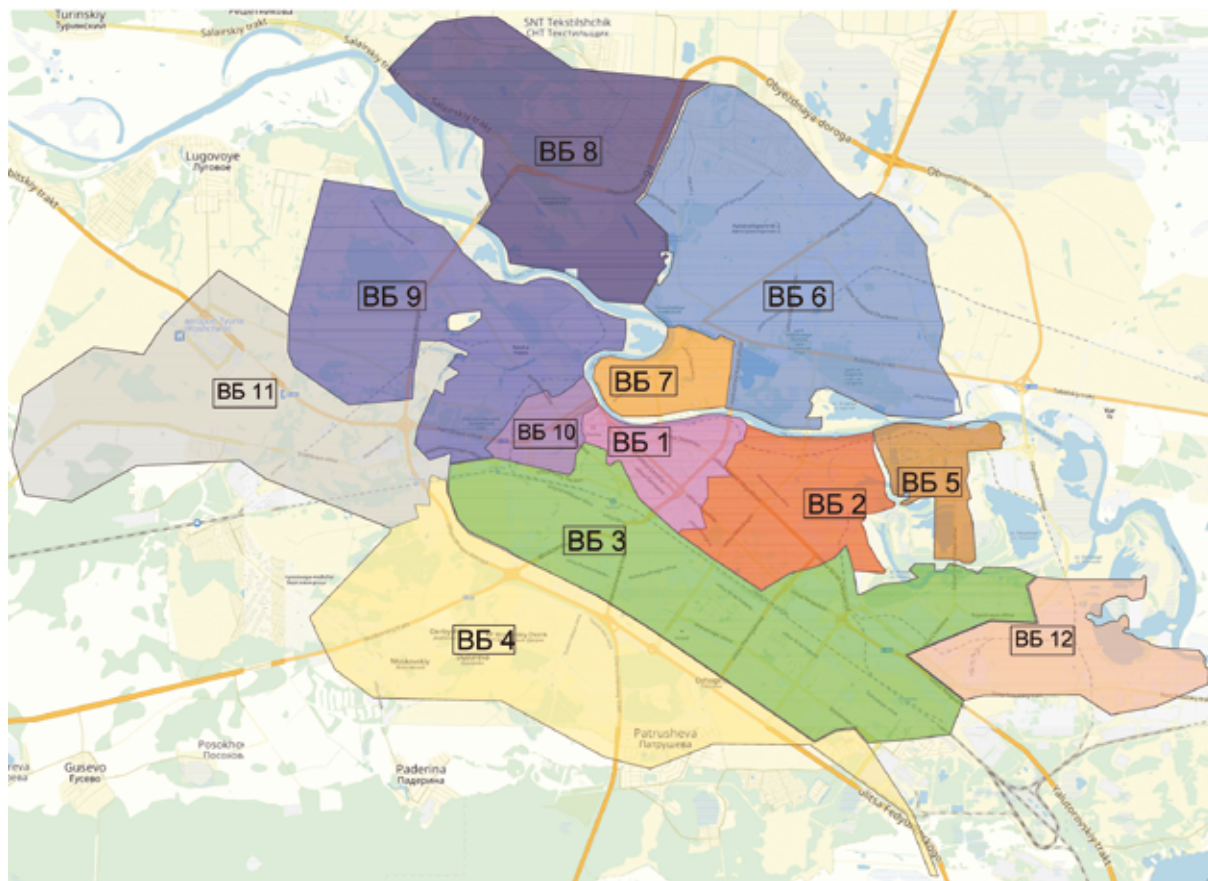


Рисунок 1  
Схема деления Тюмени на водосборные бассейны.

Характеристика водосборных бассейнов

Таблица 1

№ п/п	Наименование бассейна	Площадь, га	Объем дождевого стока, м <sup>3</sup> /сут	Объем талого стока, м <sup>3</sup> /сут
1	ВБ 1	743,63	26167,9	24699,1
2	ВБ 2	1445,20	51969,0	48741,4
3	ВБ 3	4515,82	161764,2	151222,4
4	ВБ 4	3002,14	106569,5	99842,1
5	ВБ 5	521,88	18961,1	17727,5
6	ВБ 6	3642,69	134387,4	125397,6
7	ВБ 7	566,55	28712,9	26960,5
8	ВБ 8	970,00	34525,0	32102,4
9	ВБ 9	1796,37	64496,0	60341,0
10	ВБ 10	398,38	12947,2	12039,8
11	ВБ 11	1360,91	5984,0	5747,8
12	ВБ 12	1371,27	14398,0	13357,6
ИТОГО		20334,84	660882,3	618179,2



Рисунок 2

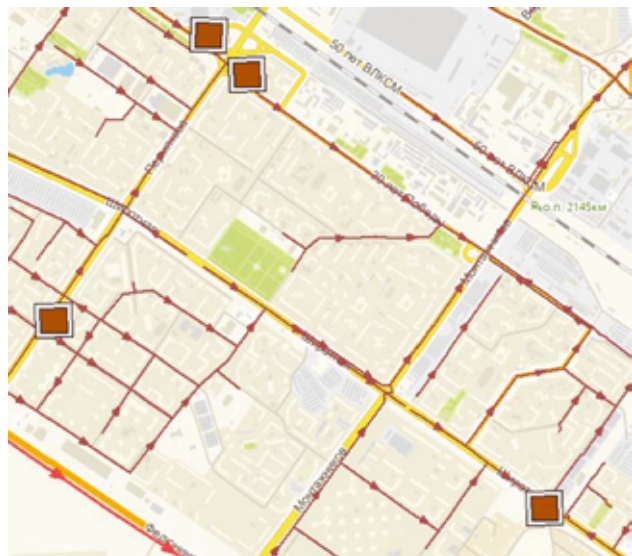
Трасса и профиль дождевого коллектора, проходящего по улице 30 Лет Победы на участке подтопления.

По каждому бассейну, в соответствии с нормативными документами [3,4], был проведен расчет объемов дождевого и талого стока. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Объем дождевого стока превышает объем талого стока, поэтому дальнейшие расчеты проводились на расчетный дождь. Сосредоточенный расход дождевых сточных вод, поступающих в каждый колодец соответствующего ВБ, определялся, исходя из расходов стока, поступающего на выпуски, суммарной длины подводящих трубопроводов и расчетного удельного расхода дождевого стока.

Процент наполнения коллектора вычислялся как отношение расчетной степени наполнения коллектора ( $h/d$ ) к максимальной степени его наполнения для различных диаметров, в соответствии с нормативными требованиями [3].

На основе полученных величин был проведен гидравлический расчет системы дождевой канализации, по результатам которого сделан вывод, что существующая система дождевой канализации не способна пропустить весь расчетный расход дождевых сточных вод, поступающих с водосборных бассейнов. Участки сети в период дождя работают с подпором. На коллекторе, проходящем по улице






Существующие коллекторы дождевой канализации —   
 Перспективные коллекторы дождевой канализации —   
 Регулирующие резервуары поверхностного стока — 

Рисунок 3

Схема размещения регулирующих резервуаров в районе улиц 30 Лет Победы, Пермякова и Широтная.

30 Лет Победы (рис. 2), происходят изливы дождевых стоков из колодцев на поверхность, что подтверждается натурными наблюдениями.

Для устранения этой зоны подтопления, предложено построить регулирующие резервуары: два объемом по 2000 м<sup>3</sup> на ул. 30 Лет Победы, два объемом по 500 м<sup>3</sup> на перекрестках улиц Пермякова и Прокофьева; улиц Широтная и Народная (рис. 3).

Устройство регулирующих резервуаров позволит решить проблему подтопления этих территорий без строительства новых сетей и увеличения диаметра существующих коллекторов.

Часть водосборных бассейнов, расположенных в центральной части города, уже охвачена системой дождевой канализации (ВБ 10, ВБ 1-3), для ВБ 10 ее расширение не представляется возможным из-за высокой плотности застройки территории.

Для организации эффективного удаления поверхностного стока с этих ВБ предусматривается строительство регулирующих резервуаров с последующей передачей усредненных и осветленных поверхностных сточных вод в систему хозяйственно-бытовой канализации, общий объем сброса с ВБ 1, 2, 3 и 10 составит менее 40000 м<sup>3</sup>/сут.

Строительство резервуаров для ВБ 1–3 со сбросом в систему хозяйственно-бытовой канализации рассматривается как временная мера, применяемая до окончания строительства ЛОС и новых сетей. Сброс в систему хозяйственно-бытовой канализации сохранится только от ВБ 10 в объеме до 13 000 м<sup>3</sup>/сут. Такие объемы не окажут существенного влияния на работу городских очистных сооружений канализации, что было подтверждено расчетами.

Данные по ВБ и регуливающим резервуарам приведены в таблице 2.

Характеристики регулирующих резервуаров на сети дождевой канализации перед сбросом в хозяйственно-бытовую канализацию

Таблица 2

№	Водосборный бассейн	Объем резервуаров, м <sup>3</sup>	Количество, шт.
1	ВБ 1	2000	3
2	ВБ 2	11000	1
3	ВБ 3	20000	4
4	ВБ 10	4000	2
ИТОГО		37000	10





Рисунок 4  
 Схема размещения регулирующих резервуаров на бассейнах ВБ1, ВБ2, ВБ3 и ВБ10 (центральная часть города).

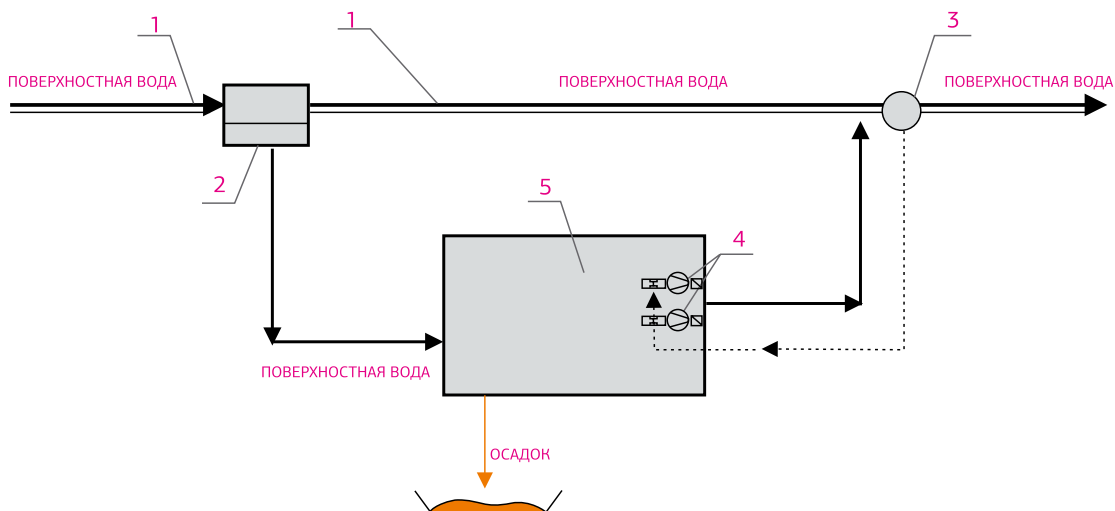


Рисунок 5  
 Способ регулирования поверхностных сточных вод.



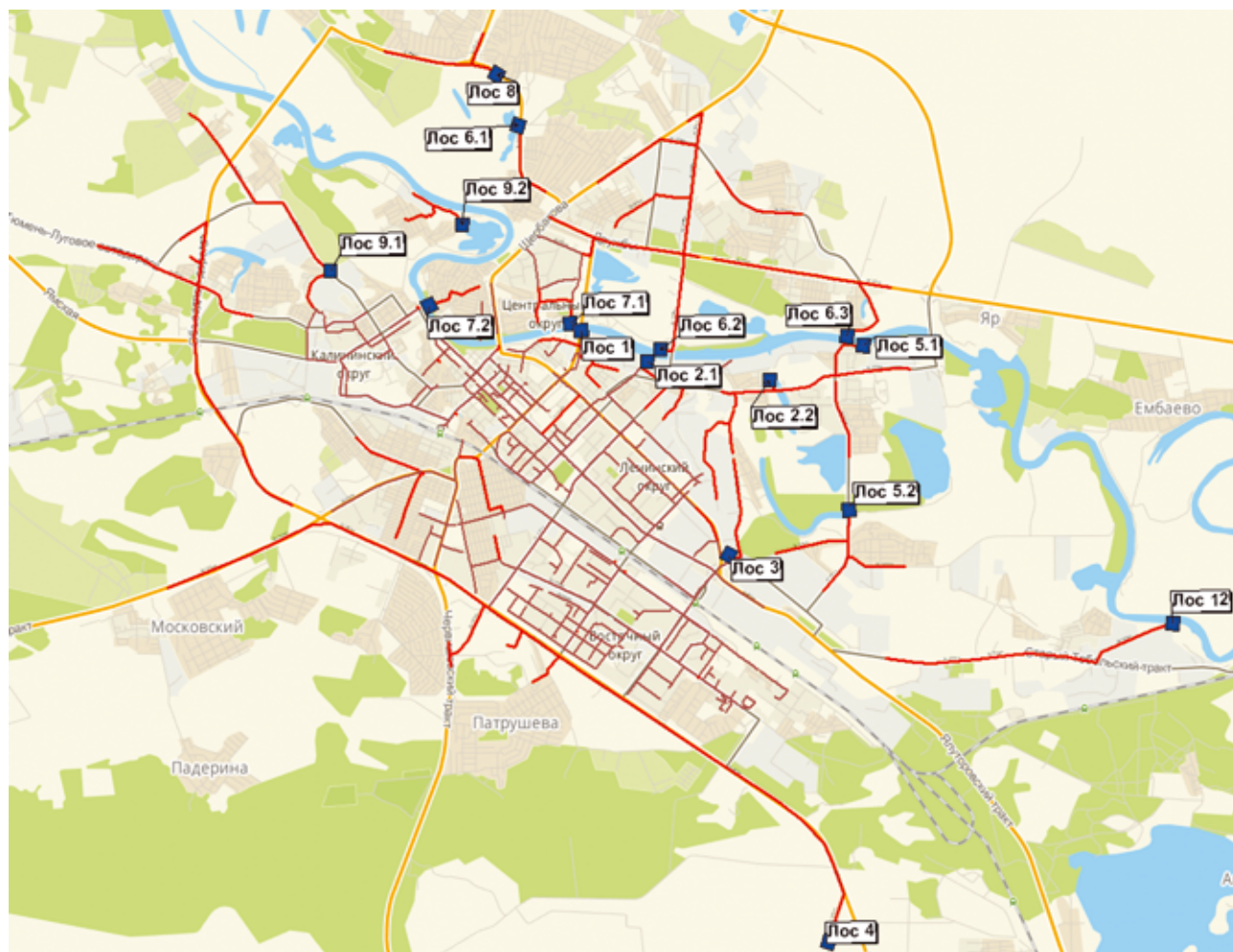
Схема размещения регулирующих резервуаров на ВБ 1-3 и 10 представлена на рисунке 4.

При проектировании регулирующих резервуаров на сети дождевой канализации предлагается использовать новый способ регулирования поверхностного стока, разработанный и запатентованный АО «ПИНИБ «ГИТЕСТ» [5], который позволит избежать подтопления городских территорий без строительства новых сетей и увеличения диаметра существующих коллекторов.

Пример реализации этого способа приведен на рисунке 5. На участке коллектора дождевой канализации (1) за разделительной камерой (2) устанавливается прибор

для измерения уровня воды и слежения за его изменением (3). Информация от прибора для измерения уровня воды передается к блоку управления насосом, включающему частотный преобразователь. Сам насос (4) устанавливается в регулирующем резервуаре (5).

Регулирование расхода осуществляется с помощью частотного преобразователя или включением дополнительного насоса. Включение насоса и изменение подаваемых им расходов поверхностных сточных вод осуществляется по сигналу от прибора для измерения уровня воды, установленного на коллекторе, а его отключение – по сигналу о достижении минимального допустимого уровня наполнения регулирующего резер-



- Существующие коллекторы дождевой канализации —————
- Перспективные коллекторы дождевой канализации —————
- ЛОС с аккумуляющим резервуаром ■

Рисунок 6  
Развитие системы дождевой канализации с размещением ЛОС.

## Характеристики ЛОС

Таблица 3

№ п/п	Водосбор. бассейн	Наименование ЛОС	Пр-ность ЛОС, м <sup>3</sup> /сут	Размещение сооружений, примечания
1.	ВБ 1	ЛОС 1	8700	Сброс в р. Тура; ул. Профсоюзная.
2.	ВБ 2	ЛОС 2.1	10400	Сброс в р. Тура в районе: 2.1 ул. Дамбовская; 2.2 ул. Судостроителей.
3.		ЛОС 2.2	6900	
4.	ВБ 3	ЛОС 3	54000	Сброс в р. Ключи в районе ул. Гилевская роща (есть ТЭО).
5.	ВБ 4	ЛОС 4	35800	Сброс в озеро в районе конно-спортивного клуба «Олимпия».
6.	ВБ 5	ЛОС 5.1	3500	5.1 Сброс в р. Тура в районе ул. Западносибирская; 5.2 Сброс в р. Ключи в районе ул. Западносибирская.
7.		ЛОС 5.2	2800	
8.	ВБ 6	ЛОС 6.1	9000	6.1 Сброс в оз. Кривое в районе ул. Избышева. Сброс в р. Тура в районе: 6.2 ул. Мельникайте; 6.3 ул. Дачная
9.		ЛОС 6.2	13500	
10.		ЛОС 6.3	22500	
11.	ВБ 7	ЛОС 7.1	6800	Сброс в р. Тура в районе: 7.1 ул. Эрвье (есть проект и РД); 7.2 ул. Ангарская.
12.		ЛОС 7.2	2800	
13.	ВБ 8	ЛОС 8	11600	Сброс в канал; ул. Новая.
14.	ВБ 9	ЛОС 9.1	17000	9.1 Сброс в пруд на р. Бабарынка; ул. Полевая; 9.2 Сброс в р. Тура; ул. Набережная.
15.		ЛОС 9.2	6500	
16.	ВБ 12	ЛОС 12	4800	Сброс в р. Тура в районе ул. Старый Табольский тракт.

вуара. Такой режим работы насоса позволяет увеличить скорость опорожнения регулирующего резервуара и тем самым способствует уменьшению его размеров. Кроме того, постоянный контроль за уровнем воды в коллекторе позволяет не допускать его переполнения и разлива воды на поверхность.

Для обеспечения пропускной способности сетей при увеличении расхода поверхностных сточных вод, с учетом расширения и благоустрой-

ства городских территорий, потребуется прокладка новых коллекторов общей длиной более 10 км. Развитие сети дождевой канализации Тюмени значительно уменьшит зоны подтопления городских территорий в период дождей и интенсивного снеготаяния.

С целью улучшения экологической ситуации было предложено строительство 16 ЛОС на выпусках в водные объекты. Перед каждым ЛОС необходимы аккумулирующие резервуары для



сбора стока с водосборной территории и равномерной подачи его на очистку в течение 3-х суток. Производительность ЛОС определялась из условия очистки сточных вод от расчетного дождя в течение 72 часов с учетом 15-20% запаса.

Поверхностные сточные воды от ВБ 11 перекачиваются на очистные сооружения ЛОС 9.1, в связи с тем, что устройство очистных сооружений на водотоках, впадающих в озеро Цимлянское, являющееся объектом массового отдыха, недопустимо. Объем стока с ВБ 11 незначителен и составляет - 5 984 м<sup>3</sup>/сут, из регулирующего резервуара он будет равномерно, в течении 3-х суток перекачиваться на ЛОС 9.1.

Схема размещения ЛОС приведена на рисунке 6, их производительность указана в таблице 3.

При выборе технологий и сооружений для очистки поверхностных сточных вод были учтены требования на сброс очищенных сточных вод в реку Туру, которая является рыбохозяйственным водоемом высшей категории. Кроме того, при выборе технологической схемы очистки поверхностных сточных вод учитывался многолетний опыт специалистов ОАО «НИИ ВОДГЕО» [6]. Процесс очистки должен включать следующие последовательные технологические процессы:

- механическая очистка;
- физико-химическая очистка;
- ионно-обменная, сорбционная или мембранная очистка;
- обеззараживание.

Для более глубокой очистки и интенсификации процессов осветления поверхностных

сточных вод рекомендуется применять реагентную обработку коагулянтами и (или) флокулянтами.

Обработка осадка предусматривает механическое обезвоживание с последующей совместной утилизацией осадков от ЛОС и городских очистных сооружений канализации в качестве почвогрунта.

Окончательный выбор технологий и оборудования будет проводиться на стадии проектирования после получения ТУ, выбора площадок под размещение ЛОС и согласования точек сброса очищенных сточных вод.

## Выводы

- Рекомендуемые мероприятия по улучшению экологического состояния водных объектов Тюмени за счет строительства регулирующих резервуаров для сбора, усреднения и равномерной перекачки поверхностных сточных вод, очистки их на ЛОС, приема части стока в централизованную систему хозяйственно-бытовой канализации, а также использования регулирующих резервуаров для ликвидации рисков, связанных с подтоплением городских территорий, в полной мере согласуются с решениями Генерального плана городского округа Тюмень и программой комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры города, утвержденной решением Тюменской городской Думы.
- Выполненные для Тюмени: стратегия развития системы отведения и очистки поверхностных сточных вод города, оценка объемов поверхностного стока, мероприятия по приему части поверхностных сточных вод в систему хозяйственно-бытовой канализации, а также выбор способов и технологий по регулированию и очистке поверхностных сточных вод, могут быть применены практически для любого крупного города России.

## Литература:

1. ИТС 10-2015 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. М.: Бюро НДТ.2015.377 с.
2. Комплексный проект развития территорий города Тюмени. Расчетная схема развития сетей ливневой канализации на территории г. Тюмени. Омск : ООО «Институт Территориального Планирования «Град». 2013. 22 с.
3. СП 32.13330.2012 Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. Утвержден и введен в действие Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. N 635/11.
4. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. М.: ОАО «НИИ ВОДГЕО». 2014. 88с.
5. Патент РФ на изобретение № 2627495 «Способ регулирования расходов сточных вод в сети дождевой канализации». Авторы: Борткевич В.С., Миркис В.И., Драчиков С.А., Удовиченко Р.И. Заявка №2016140183. Патентообладатель АО «ПНИБ «ГИТЕСТ».
6. Верещагина Л.М., Меншутин Ю.А., Швецов В.Н. Опыт применения «Рекомендаций по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты» Водоснабжение и водоотведение. 2014. №2. С.53-59.