



В
ШУ

ЛИВНЕВАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ

ОТ ТАРИФИКАЦИИ
ДО ИНФИЛЬТРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Факультет городского и регионального развития
Высшая школа урбанистики имени А.А. Высоковского

ЛИВНЕВАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ

ОТ ТАРИФИКАЦИИ
ДО ИНФИЛЬТРАЦИИ

Коллективная монография



Издательский дом
Высшей школы экономики
Москва 2023



Коллектив авторов:

- С. Б. Сиваев к.т.н., профессор факультета городского и регионального развития Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»
- А. М. Абдуллаев младший научный сотрудник, аспирант факультета городского и регионального развития Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»
- О. О. Смирнов аспирант факультета городского и регионального развития Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»
- Э. С. Залян магистр факультета городского и регионального развития Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»
- Е. С. Андреева магистр факультета городского и регионального развития Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»
- А. В. Летуновский магистр факультета городского и регионального развития Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

при участии Б. Б. Савкина, Ю. А. Воловик, Н. В. Шиловой

Рецензенты:

- И. А. Булгакова к.э.н., исполнительный директор Ассоциации предприятий сферы ЖКХ «Объединенный жилищно-коммунальный совет»
- Н. Б. Косарева к.э.н., президент Фонда «Институт экономики города»

Ливневая канализация в современном городе. От тарификации до инфильтрации:
Л55 коллект. моногр. / С. Б. Сиваев, А. М. Абдуллаев, О. О. Смирнов, Э. С. Залян, Е. С. Андреева, А. В. Летуновский; при участии Б. Б. Савкина, Ю. А. Воловик, Н. В. Шиловой; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2023. — 120 с. — 200 экз. — ISBN 978-5-7598-2797-9 (в обл.). — ISBN 978-5-7598-2874-7 (e-book).

Коллективная монография подготовлена на основе результатов исследования экономической природы услуг по отведению ливневых стоков, анализа российских и зарубежных практик управления и финансирования услуг по отводу ливневых стоков, внедрения элементов зеленой инфраструктуры в систему отведения поверхностных стоков. Показано, что выгодоприобретателями услуг по отведению поверхностных стоков являются собственники земельных участков и объектов недвижимости. Даны рекомендации по совершенствованию системы управления инфраструктурой ливневой канализации и ее финансированию. Научное исследование проводилось на факультете городского и регионального развития НИУ ВШЭ в 2022 г.

УДК 628.2
ББК 65.441

Скачать монографию: <https://publications.hse.ru/books/845562520>
Опубликовано Издательским домом Высшей школы экономики
<http://id.hse.ru>

doi: 10.17323/978-5-7598-2797-9
ISBN 978-5-7598-2797-9 (в обл.)
ISBN 978-5-7598-2874-7 (e-book)

© Сиваев С. Б., Абдуллаев А. М., Смирнов О. О.,
Залян Э. С., Андреева Е. С., Летуновский А. В.,
2023

Содержание

	Введение	
	Вода в городе — ресурс или проблема?	4
	Климатические изменения	5
	Урбанизация — рост водонепроницаемости	6
	Серая и зеленая инфраструктуры	8
	Благодарности	9
1	Состояние ливневой канализации в России	
1.1	Ключевые показатели	10
1.2	Нормативная база по строительству и эксплуатации ливневой канализации	18
1.3	Управление системами ливневой канализации	26
1.4	Финансирование ливневой канализации	31
1.5	Практики взимания платы за подключение к ливневой канализации	40
2	Практики развития ливневой канализации зарубежных стран	
2.1	Комплексный подход к обеспечению устойчивого городского развития в период климатических изменений	44
2.2	Практики тарификации услуг отвода поверхностных стоков	54
2.3	Практики подключения к системам ливневой канализации	74
3	Перспективы развития ливневой канализации в России	
3.1	Экономическая природа ливневой канализации	78
3.2	Обеспечение финансирования ливневой канализации	82
3.3	Ландшафтные решения по зеленой инфраструктуре в системе ливневой канализации	87
3.4	Необходимость комплексного подхода к решению вопросов развития ливневой инфраструктуры	95
	Заключение	101
	Источники	104

Введение

Вода в городе — ресурс или проблема?

Жизнь населения городов и функционирование их экономики невозможно представить без использования водных ресурсов. Несмотря на многообразие возможного хозяйственного использования воды, ее основной функцией с древнейших времен является удовлетворение самых базовых бытовых потребностей жителей — вода для питья и санитарно-гигиенических нужд. Системы водоснабжения современных городов представляют собой сложные инженерные конструкции, задача которых заключается в принудительной транспортировке воды из различных водотоков и водоемов непосредственно потребителю.

Однако вода попадает на городские застроенные территории также естественным путем в виде атмосферных осадков. Она может рассматриваться в качестве ресурса для использования в хозяйственной деятельности человека. Но гораздо чаще атмосферные осадки оказывают негативное влияние на качество городской среды, приводят к деградации и разрушению искусственных поверхностей, а также объектов капитального строительства в результате эрозии, подтопления и др.

Исторически города и поселения имели значительные открытые пространства, которые впитывали основной объем выпадающих осадков. Дома и прочие сооружения были интегрированы в естественную природную среду. Кроме того, используемые в строительстве материалы обладали свойствами гигроскопичности (например, соломенные крыши), имели высокую водопроницаемость (например, вымощенные камнем дороги Римской империи). Тем не менее уже древние цивилизации для минимизации негативного влияния осадков создавали системы отвода поверхностных вод — ливневые канализации. Так, для всех римских дорог дренажные канавы были обязательны.

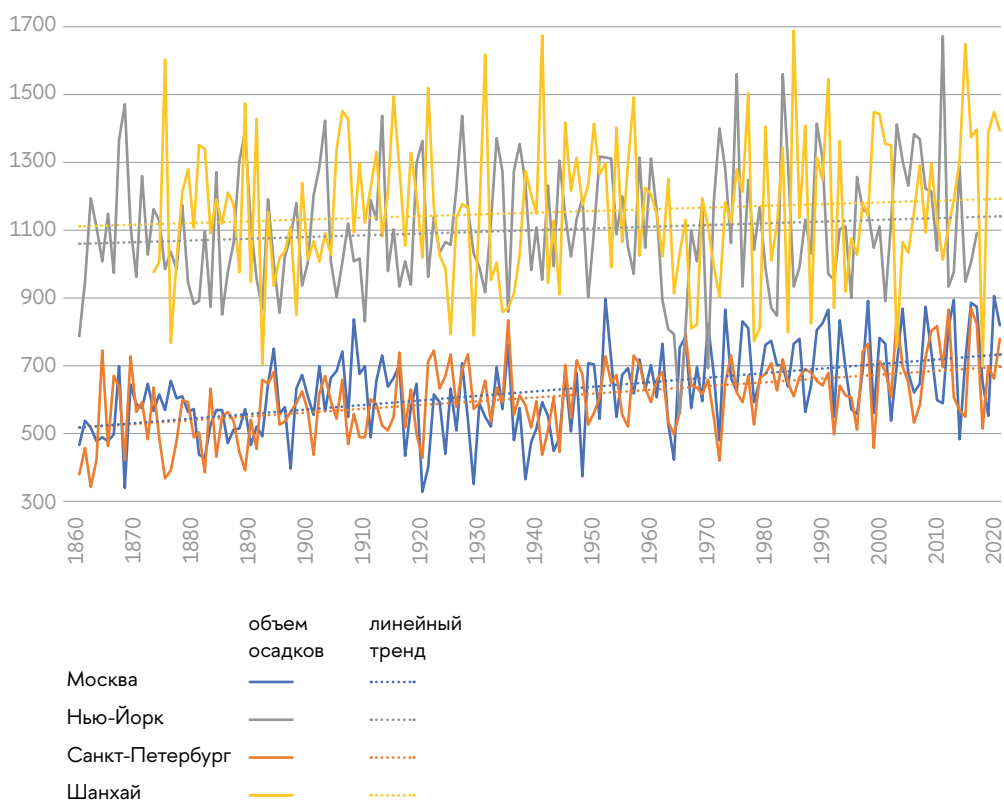
Немаловажную роль играло расположение городов на возвышенных территориях, что позволяло не только усиливать их оборонительные свойства, но также использовать рельеф и естественные уклоны для отвода выпадающих осадков. С другой стороны, естественные уклоны при значительном объеме поступающей воды могли ускорять процессы эрозии незащищенных поверхностей. Потоки воды разрушают благоустроенные территории, разрушают фасады и подмывают фундаменты зданий, что требует дополнительных усилий и расходов на их содержание и восстановление. Обильные осадки также часто являются причиной подтопления зданий и городских территорий.

С учетом широких возможностей современных технологий terra-формирования рельеф уже не является столь важным фактором при выборе места для создания города или определения направления для его расширения. Проблемой становится внутригородская дифференциация высот, которая приводит к более серьезным негативным воздействиям атмосферных осадков на низменные территории за счет дополнительного стока с возвышенных участков поселений. Чтобы этого избежать, необходимы грамотно выстроенные системы отвода ливневых вод.

Климатические изменения

Климатические изменения последних десятилетий привели к увеличению объемов выпадающих осадков, серьезности и частоты штормовых событий. Об этом свидетельствует динамика годового объема атмосферных осадков в крупнейших городах России и мира (рис. 1). За последние 150–160 лет наблюдается постепенный рост среднегодовых объемов осадков, а потому и внимание к системам ливневой канализации в городах становится все больше. Исследователи также отмечают изменение режима выпадения осадков, сокращение количества явлений при повышении их интенсивности. Меньшее количество более продолжительных и сильных дождей является дополнительным вызовом инженерным системам водоотведения поверхностных стоков.

рис. 1 **Динамика годового объема выпадающих атмосферных осадков в городах России и мира за 1860–2021 гг., мм**



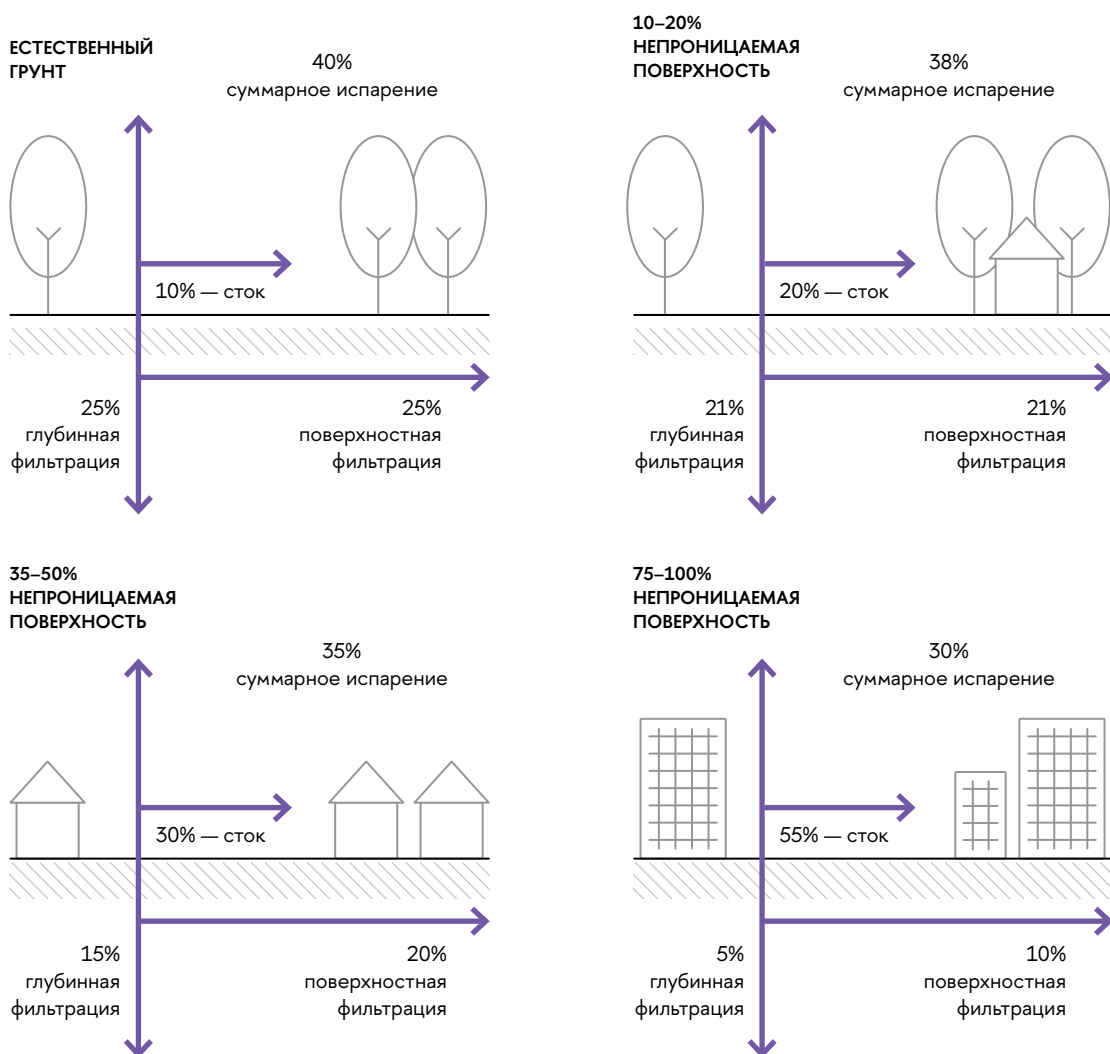
Источник: составлено по данным справочно-информационного портала «Погода и климат» [1].

Анализ динамики объема атмосферных осадков продемонстрировал, что по миру в целом изменения за 1940–2009 годы незначительны [2]. Тем не менее рост показателя в умеренных широтах и непосредственно на территориях России повышает важность развития систем ливневой канализации в отечественных городах.

Урбанизация — рост водонепроницаемости

Помимо изменений климата существенно эволюционировали строительные материалы, используемые при создании различных объектов (дорог, зданий и др.). В погоне за надежностью, комфортом и долговечностью большинство из них утратили свойство водонепроницаемости. В результате роста концентрации населения в городах в процессе урбанизации заметно возросла плотность застройки и нагрузка на городские пространства, а потому открытые и проницаемые поверхности были в значительной степени редуцированы (рис. 2). Водонепроницаемость территорий с высотной застройкой обычно не превышает 10–20% [3].

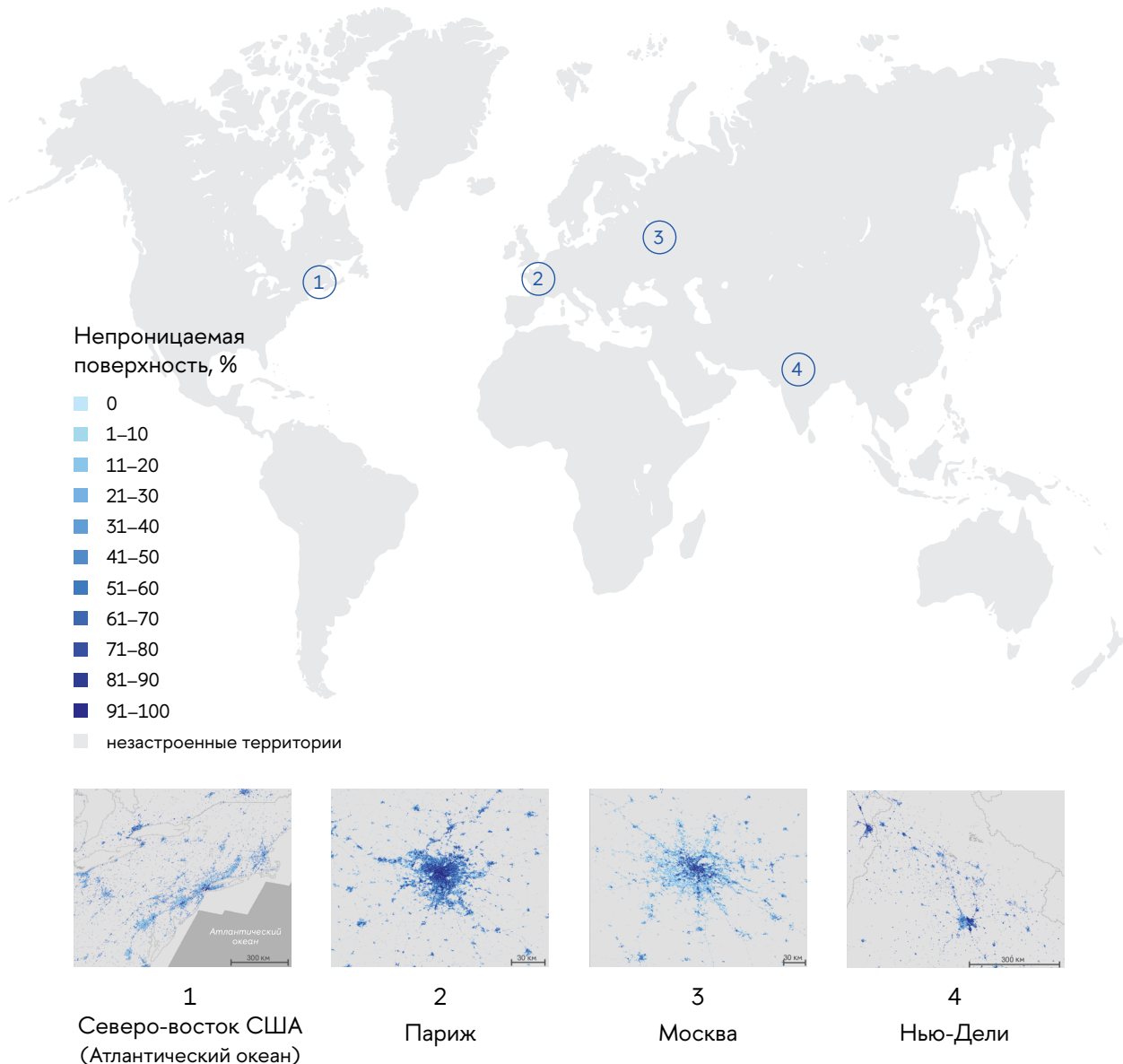
рис. 2 Изменения структуры распределения поступающей на поверхность воды в зависимости от степени урбанизации территории



Источник: составлено авторами по материалам Методических указаний по организации отвода поверхностных вод в городах, не имеющих подземной ливневой канализации [4].

Водонепроницаемая поверхность мегаполисов достигает 90%. Максимальная концентрация непроницаемых поверхностей характерна для крупнейших городских агломераций и мегалополисов мира. Москва как один из мировых городов и важнейший центр социально-экономического развития России имеет один из наиболее высоких показателей. Расчет по данным со спутника Landsat за 2010 год показал, что в ядре столичной агломерации непроницаемость поверхностей превышает отметку 80–90% (рис. 3).

рис. 3 Глобальная искусственная непроницаемая поверхность (%), оценка по данным спутниковых снимков



Источник: составлено авторами по материалам Центра социально-экономических данных и программирования NASA (NASA SEDAC) [5] © 2017. The Trustees of Columbia University in the City of New York — CC BY 4.0.

Серая и зеленая инфраструктуры

Актуальной задачей является снижение пиковых ливневых нагрузок путем временного аккумулирования с возможностью дальнейшего использования атмосферных осадков в пределах городской застройки. Для этого в последнее время активно используются элементы зеленой инфраструктуры.

Под зеленой ливневой инфраструктурой в данном исследовании понимается комплекс природных ландшафтов города, состоящий как из естественных объектов (парки, городские леса, водные объекты и др.), так и из озелененных элементов антропогенного происхождения (дождевые сады, биодренажные канавы, зеленые крыши и др.). Основной функцией зеленой инфраструктуры является задержание, очистка и инфильтрация поверхностного стока непосредственно в черте города, обеспечение естественного гидрологического цикла. Помимо этого, она выполняет важные экосистемные и рекреационные функции, являясь составной частью природно-рекреационного каркаса города.

Противоположная ей и более привычная для восприятия серая ливневая инфраструктура — инженерная система города, состоящая из точек приема сточных вод, сети трубопроводов (коллекторов) и станций очистки воды. Основной функцией серой инфраструктуры является быстрый отвод стока с городских территорий с последующим выпуском в водные объекты (реже в другие элементы природного ландшафта), чаще на значительном расстоянии от места выпадения осадков или формирования стока.

Развитие зеленой инфраструктуры можно считать мировым трендом, который также дает значительный экономический эффект. Экономия от реализации проектов зеленой инфраструктуры вместо серой в Портленде составила свыше 240 млн долл. (8 млн долл. вместо 250 млн), планируемая экономия в Нью-Йорке — более 1,5 млрд долл. (2,4 млрд вместо 3,9 млрд) [6], а в Филадельфии — более 5 млрд долл. (2,4 млрд вместо 8 млрд) [7]. Помимо непосредственной экономии на создании канализационных систем существуют и дополнительные мультипликативные эффекты от зеленой инфраструктуры, которые заключаются в повышении качества атмосферного воздуха, снижении нагрева городских территорий и эффекта городского острова тепла, а также улучшении качества среды за счет внедрения элементов природных ландшафтов в городскую ткань [8].

Таким образом, проблематика водоотведения поверхностных стоков с городских территорий стала в последние годы важным фактором как качественной городской среды, так и одним из ключевых условий устойчивого развития городов в период значительных климатических изменений.

Эта проблематика включает целый ряд непростых вопросов, на которые нет однозначных ответов в лучших мировых практиках: как финансировать развитие и содержание инфраструктуры ливневой канализации? Какие проектные решения оптимальны? Как сочетать элементы серой и зеленой инфраструктуры? Как наиболее эффективно организовать управление этими коммуникациями? И главный вопрос: какая система ливневой канализации нужна городу для обеспечения его устойчивого развития и повышения качества городской среды? Поискам ответов на эти вопросы и посвящено данное исследование.

Благодарности

Коллективная монография готовилась сотрудниками, аспирантами и магистрами факультета городского и регионального развития Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» в рамках стратегического проекта «Доказательная урбанистика»¹ под руководством профессора, к.т.н. С. Б. Сиваева. Активное участие в работе принимали ведущий эксперт Ю. А. Воловик; доцент, к.э.н. Н. В. Шилова; аспиранты А. М. Абдуллаев и О. О. Смирнов; магистры Е. С. Андреева, Э. С. Зялян, А. В. Летунский, Б. Б. Савкин. В монографии также использовались результаты выпускных квалификационных работ магистров факультета Д. Г. Фроловой и А. С. Кашицыной, выполненных под руководством С. Б. Сиваева.

Активное участие в издании монографии приняла ведущий эксперт Е. Б. Зарудная.

Помощь в информационном обеспечении монографии оказали администрация Вологды и «Вологдагорводоканал», мэрия Череповца, администрация Воронежа, администрация Петрозаводска, администрация Курска, Министерство жилищно-коммунального хозяйства Пензенской области, департамент ценового и тарифного регулирования Самарской области, Министерство архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Чувашской Республики.

Авторы выражают искреннюю благодарность Факультету городского и регионального развития НИУ ВШЭ за научную и финансовую поддержку, а также всем, кто оказал помощь в выполнении исследования и издании настоящей монографии.

1 Стратегический проект «Доказательная урбанистика». Научно-исследовательская работа «Развитие ливневой канализации и зеленой инфраструктуры городов как ключевой фактор формирования комфортной городской среды и обеспечения устойчивого развития в условиях климатических изменений». Рег. № НИОКТР 123010900075-6. Москва, 2022 г.

Состояние ливневой канализации в России

1.1 Ключевые показатели

Проблемное состояние ливневой канализации большинства российских городов становится достаточно очевидным в случае даже относительно небольших дождей. Лужи, подтопления городских территорий в случае осадков — повседневные атрибуты нашей городской жизни. При этом никакой статистической информации о наличии, технических параметрах и условиях эксплуатации ливневой канализации российских городов практически невозможно найти ни в одной статистической базе или других открытых источниках данных.

Весной 2021 года в рамках годичной программы Московской школы управления «СКОЛКОВО» и ВЭБ.РФ по обучению управленческих команд органов местного самоуправления крупнейших городов России (Master of Public Administration, MPA) было проведено большое анкетирование 102 городов по вопросам состояния их инженерной инфраструктуры, включая системы ливневой канализации [9]. По результатам анкетирования сформирован уникальный массив данных о состоянии ливневой канализации в городах России.

Сбор и обработка информации показали, что очень часто администрации городов просто не знают, каково фактическое положение дел в части ливневой канализации. Нет устойчивых и проверенных механизмов управления и финансирования этой инженерной инфраструктуры. Удельные расходы на содержание ливневки по российским городам, например, различаются в десятки раз. Представляется, что не вся полученная нами информация достоверна, поскольку местные администрации озаботились ее поиском только в рамках сжатых сроков образовательной программы, которые также ограничили возможность проведения ее верификации на этапе анализа данных. Но даже с учетом возможных информационных погрешностей полученные сведения дают достаточно полное представление о состоянии инфраструктуры водоотведения поверхностных стоков.

В выборку исследования систем ливневой канализации вошли 85 городов с населением от 100 тыс. человек до нескольких миллионов. В частности, были рассмотрены следующие российские города-миллионники: Волгоград, Воронеж, Екатеринбург, Казань, Красноярск, Нижний Новгород, Новосибирск, Пермь, Ростов-на-Дону, Самара и Челябинск. Города представляют 60 регионов России, суммарно в них проживает более четверти населения страны, порядка 40 млн человек. В выборку вошли города с разным экономико-географическим и природно-климатическим положением, структурой экономики, особенностями исторического развития, планировочной структуры и т.д. Это дает нам возможность провести анализ большого массива данных, а также свидетельствует о релевантности выводов для всех городов нашей страны с численностью населения более 100 тыс. человек.

Сопоставляя показатели по выбранным городам, мы можем наблюдать низкий уровень корреляции между протяженностью инженерных сетей ливневой канализации и численностью их населения (рис. 4, 5). Удивительно, что менее крупные города лучше справляются с обеспечением улиц ливневой канализацией, чем более крупные. Однако сильной зависимости доли дорог, обеспеченных ливневой канализацией, от людности или площади города выявлено не было (рис. 6, 7, 8).

Затраты на содержание сетей отведения ливневых стоков также не носят системного характера (рис. 9) и отличаются высоким разбросом показателей (по данным за 2020 год) — от 0,7 тыс. руб./км в год в Копейске (Челябинская область) до 896,6 тыс. руб./км в год в Великом Новгороде (Новгородская область). Также не удалось выявить единого тренда изменения объемов профильных расходов в динамике: если в Магадане за рассматриваемый период (с 2015 по 2020 год) произошел рост расходов в размере 136,5 тыс. руб./км в год, то в Казани, напротив, наблюдалось значительное снижение (–311,4 тыс. руб./км в год). Можно предположить, что причинами столь радикального изменения расходов были изменения бюджетного финансирования ливневой канализации в связи с проведением и завершением ремонтной кампании. Отсутствие стабильных источников доходов на содержание ливневой канализации делает информацию об удельном финансировании достаточно стохастичной.

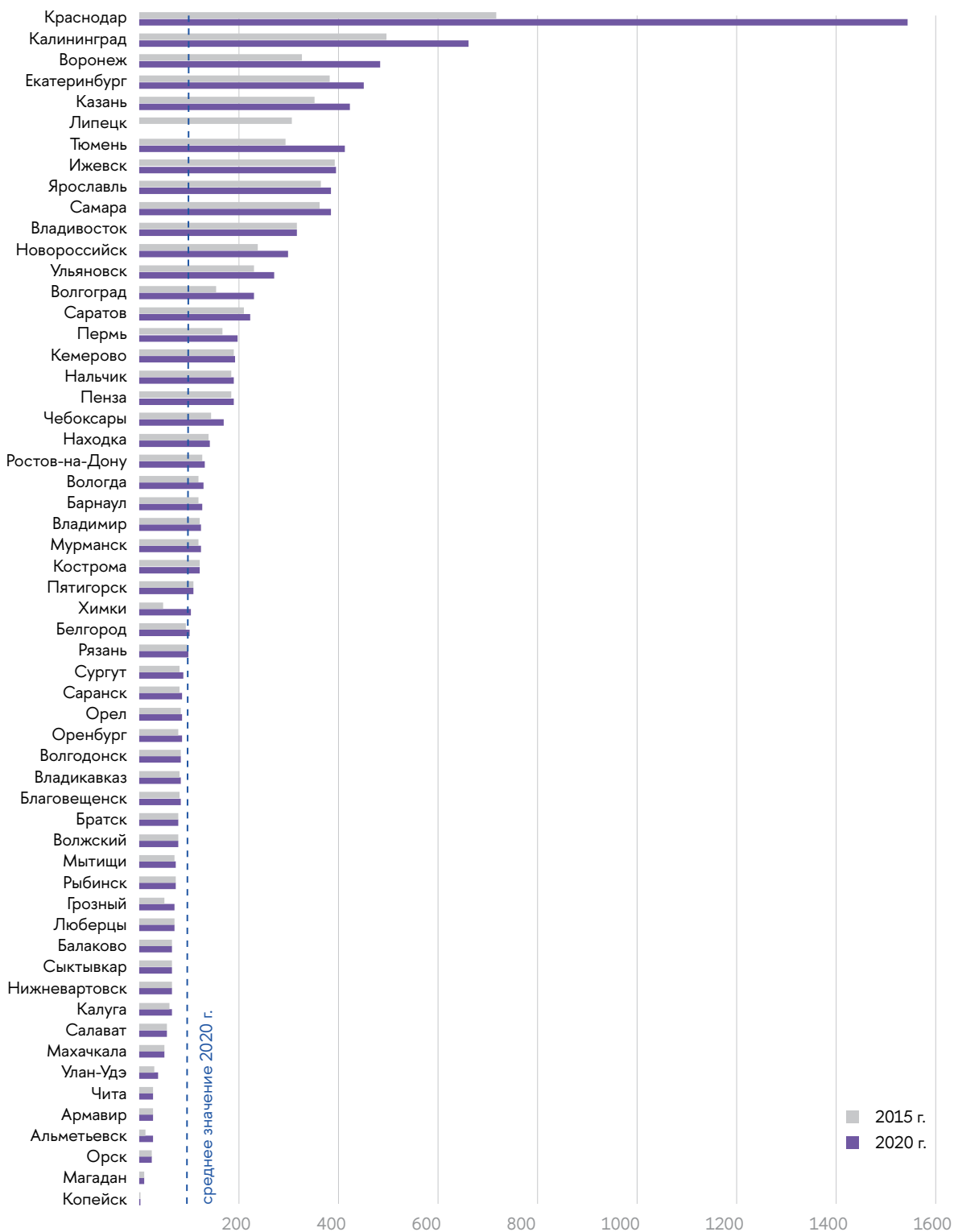
По представленной информации, финансирование ливневой инфраструктуры в большинстве городов осуществляется за счет средств муниципального бюджета (80%). Иногда используется комбинированное финансирование за счет городского бюджета и тарификации услуг отвода поверхностных вод в отношении юридических лиц, как, например, в Самаре (рис. 10).

В рамках проведенного исследования был дополнительно организован запрос данных о тарификации и иных технико-экономических параметрах работы систем водоотведения поверхностных вод у ряда регионов и муниципалитетов России.

В выборку регионов и муниципалитетов для проведения опроса были включены в том числе регионы, которые подали заявки в Фонд реформирования ЖКХ (Фонд развития территорий) на получение в ближайшие годы финансовых средств на реализацию проектов по развитию ливневой канализации. По итогам опроса были получены данные разной полноты и подробности по одиннадцати городам России: Вологда, Череповец, Воронеж, Петрозаводск, Курск, Великий Новгород, Пенза, Самара, Тольятти, Чебоксары и Новочебоксарск.

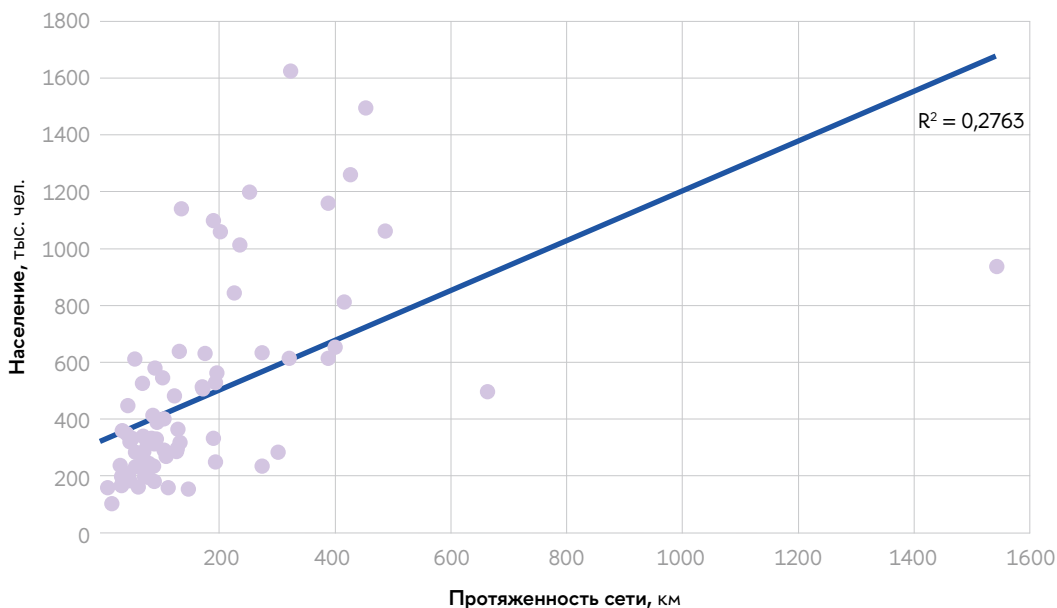
В восьми муниципальных образованиях из одиннадцати существует автономная система ливневой канализации, при этом в Петрозаводске, Вологде, Курске, Чебоксарах и Пензе эта система полностью обособлена от системы хозяйственно-бытовой канализации. В Великом Новгороде автономная система ливневки охватывает около 85% территории города, а в Воронеже, будучи автономной, она включена в состав элементов обустройства автомобильных дорог. Данные об удельных расходах на содержание систем

рис. 4 Протяженность сетей ливневой канализации в городах России в 2015 и 2020 гг., км



Источник: составлено авторами на основе данных о состоянии ливневой канализации, предоставленных крупными городами России в рамках программы обучения МРА.

Соотношение показателей численности населения городов и протяженности сетей ливневой канализации в городах выборки, 2020 г.



Источник: составлено авторами на основе данных о состоянии ливневой канализации, предоставленных крупными городами России в рамках программы обучения МРА.

ливневой канализации были предоставлены только пятью городами (рис. 11) и в целом говорят о том, что порядок этих расходов является вполне сопоставимым.

В пяти городах установлены тарифы на услуги по сбору и транспортировке поверхностных сточных вод. Подробный анализ практик тарификации услуг в городах России представлен в разделе 2.2.

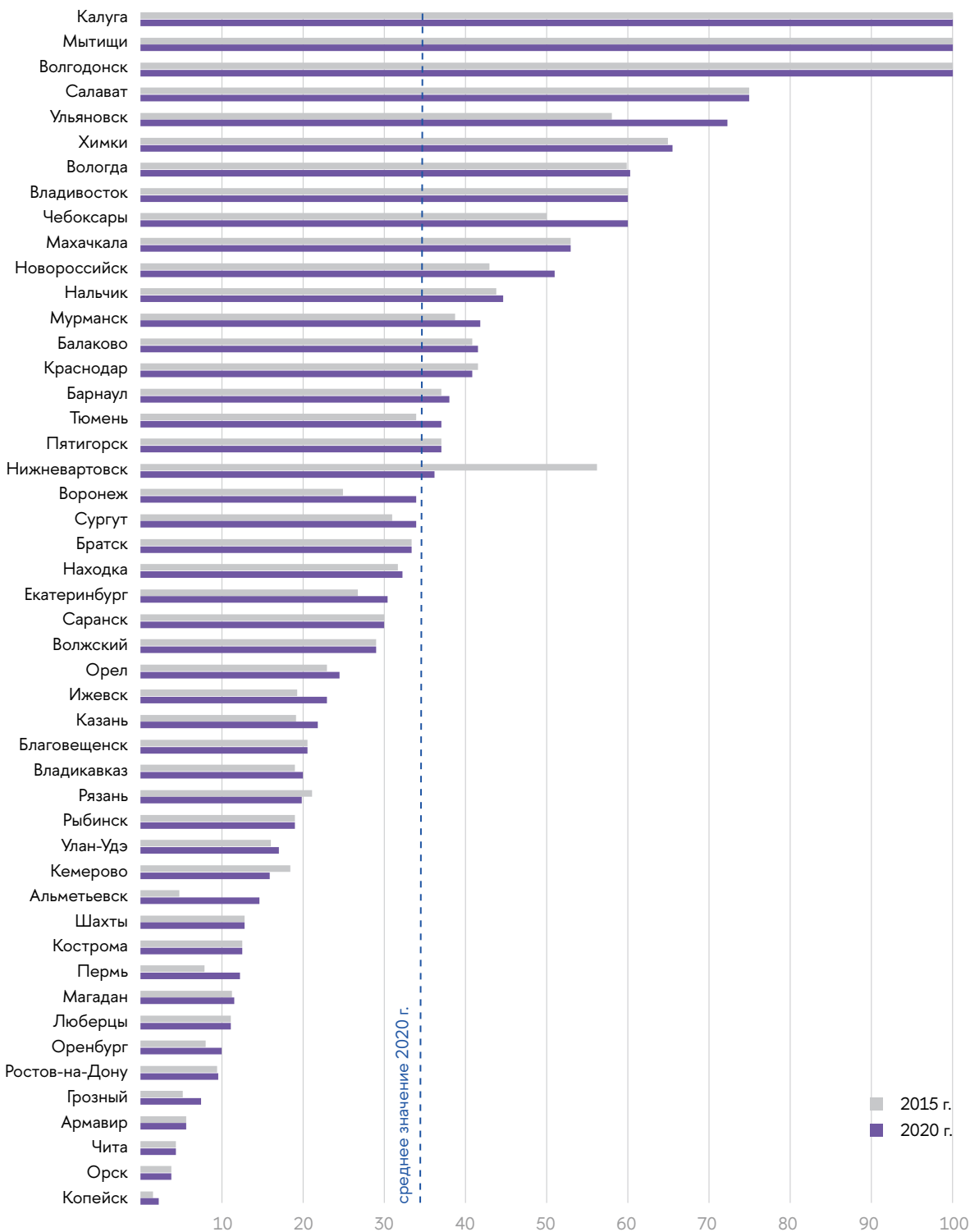
Согласно данным, представленным Вологдой, Череповцом и Великим Новгородом, в городах наблюдается достаточно высокая дисциплина платежей за услугу по отводу поверхностных вод, и полученные средства практически полностью покрывают понесенные расходы на содержание систем ливневой канализации (табл. 1).

табл. 1 **Показатели дисциплины платежей и покрытия издержек по содержанию ливневой канализации**

ПОКАЗАТЕЛЬ	Вологда	Череповец	Великий Новгород
Оплата выставленных за год счетов, %	98–100	102	83
Покрытие издержек на содержание ливневой канализации, %	100	100	93

Источник: составлено авторами на основе данных, полученных от городов в рамках запроса.

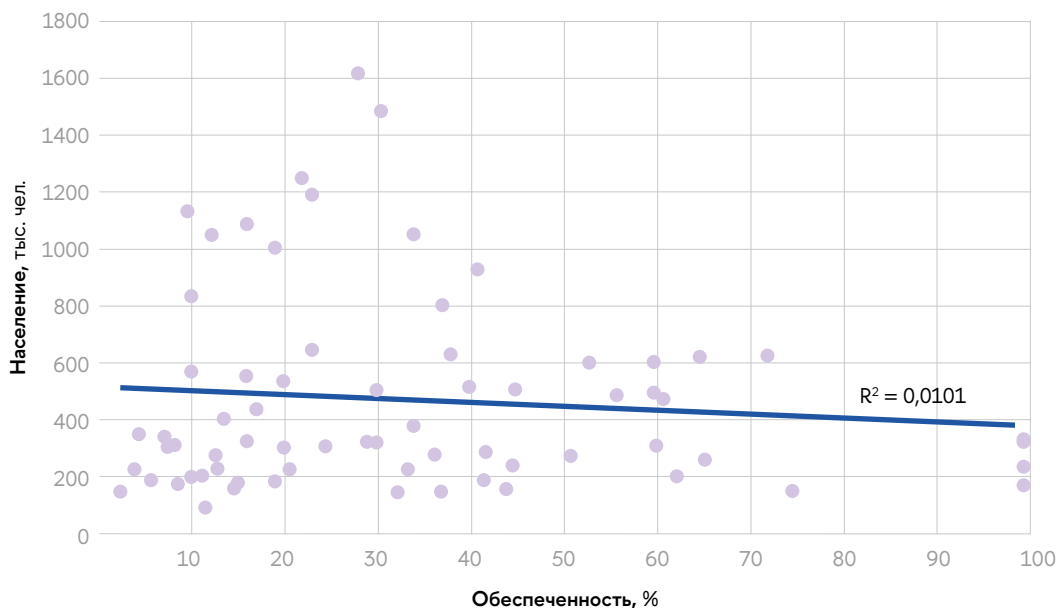
рис. 6 Обеспеченность дорог городов России ливневой канализацией в 2015 и 2020 гг., %



Источник: составлено авторами на основе данных о состоянии ливневой канализации, предоставленных крупными городами России в рамках программы обучения МРА.

рис. 7

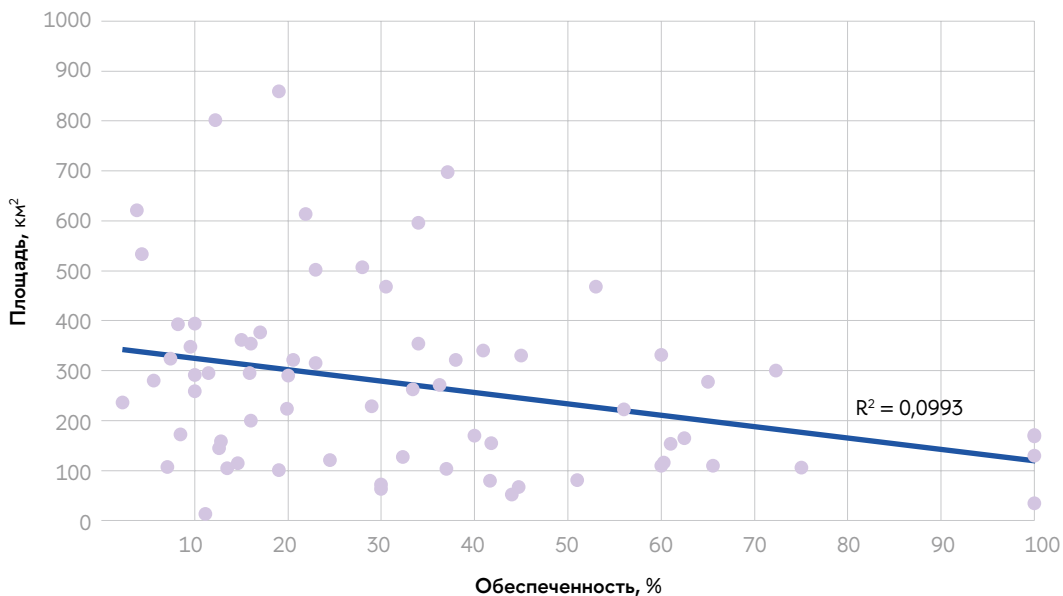
Соотношение уровня обеспеченности дорог ливневой канализацией и численности населения городов, 2020 г.



Источник: составлено авторами на основе данных о состоянии ливневой канализации, предоставленных крупными городами России в рамках программы обучения МРА.

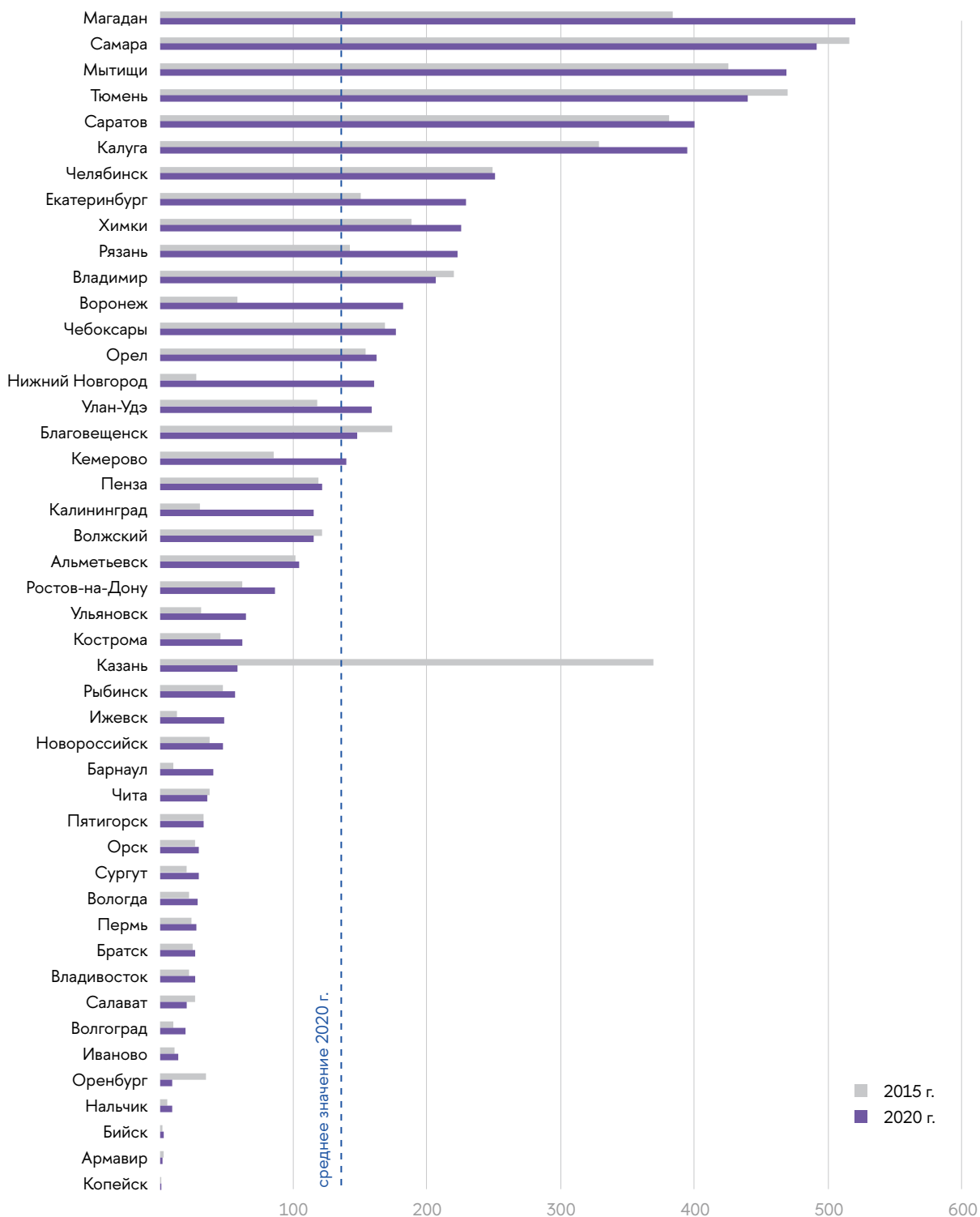
рис. 8

Соотношение уровня обеспеченности дорог ливневой канализацией и площади городов, 2020 г.



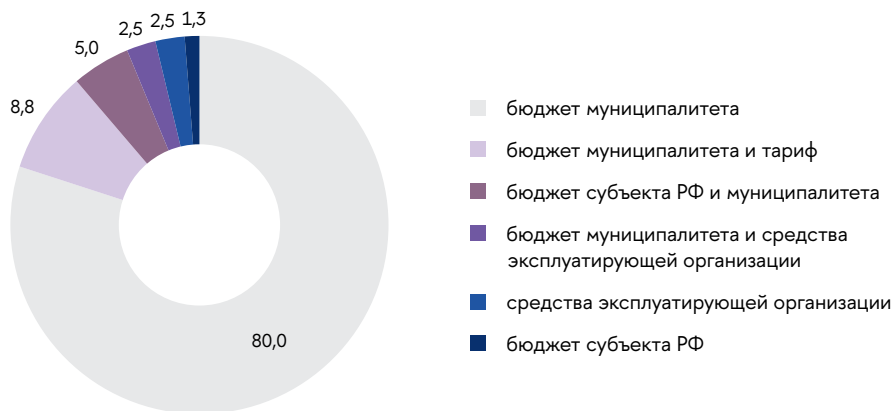
Источник: составлено авторами на основе данных о состоянии ливневой канализации, предоставленных крупными городами России в рамках программы обучения МРА.

рис. 9 Финансовые затраты на содержание ливневой инфраструктуры в городах России в 2015 и 2020 гг., тыс. руб./км в год (в текущих ценах)



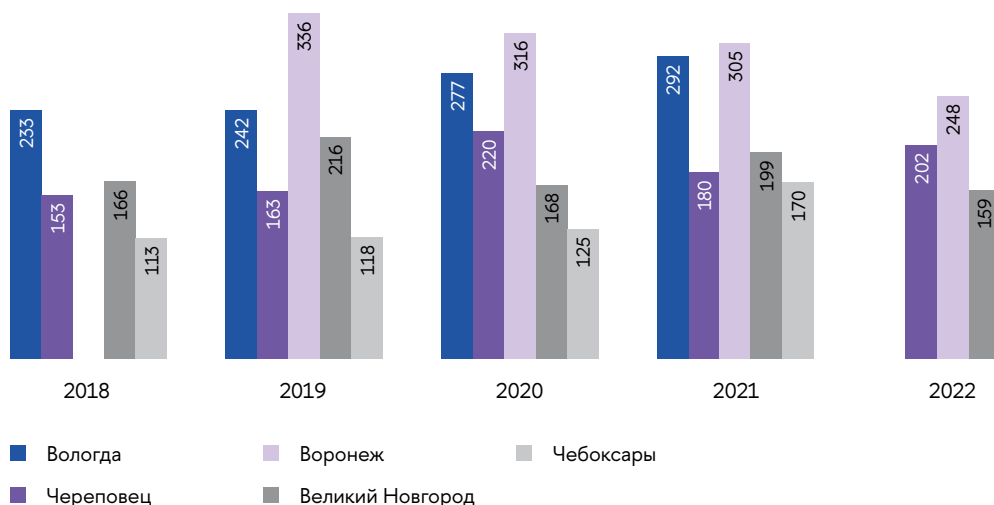
Источник: составлено авторами на основе данных о состоянии ливневой канализации, предоставленных крупными городами России в рамках программы обучения МРА.

рис. 10 Источники финансирования ливневой канализации в крупнейших городах России, %



Источник: составлено авторами на основе данных о состоянии ливневой канализации, предоставленных крупными городами России в рамках программы обучения МРА.

рис. 11 Удельные расходы на содержание ливневой канализации в городах России в 2018–2022 гг. (в текущих ценах), тыс. руб. в год/км



Источник: составлено авторами на основе данных, полученных от городов в рамках запроса.

Таким образом, российская практика водоотведения поверхностных стоков может быть охарактеризована как несистемная и малоисследованная. Преобразования в основном носят вынужденный и тактический характер, а не устойчивый и стратегический. Ключевой стимул проведения изменений и модернизации системы — растущий риск аварийности в работе инженерных систем водоотведения, который, в свою очередь, связан с климатическими изменениями. Организация ливневой канализации и ее финансирование — это зачастую обременение городского бюджета в условиях невозможности эффективного финансирования за счет тарифной выручки и иных источников. Решения по использованию и интеграции зеленой инфраструктуры в систему

ливневой канализации практически не используются в российской практике, что позволяет сделать вывод о существующем содержательном разрыве между серой и зеленой инфраструктурой поверхностного водоотведения.

1.2 Нормативная база по строительству и эксплуатации ливневой канализации

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Ливневая канализация представляет собой один из видов систем централизованного водоотведения. Сточные воды централизованной системы водоотведения включают бытовые, дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды [10]. Проектирование систем водоотведения (канализации) поселений, в том числе ливневой канализации, должно осуществляться на основании генеральных планов, проектов районной планировки и застройки соответствующих населенных пунктов с учетом размещения промышленных предприятий, требований к очистке сточных вод, климатических условий, рельефа местности, геологических, гидрологических, экологических условий и других факторов [11].

Строительство или реконструкция многоквартирного жилищного фонда обязательно должны предусматривать установку или ремонт существующей системы водоотведения ливневых вод [12, 13].

Определение необходимой мощности ливневой канализации

Проектирование ливневой канализации начинается с определения расчетных расходов дождевых, талых и дренажных вод в коллекторах дождевой канализации. Задача состоит в расчете коэффициента стока — отношения объема поверхностного стока на водосборной поверхности в течение одного дождя к общему объему осадков, выпавших за время этого дождя на данной территории [14]. Выделяют переменный и постоянные коэффициенты стока. Различие состоит в учитываемых показателях при расчете. Переменный коэффициент зависит от вида поверхности водосборного бассейна, а также от интенсивности и продолжительности дождя. Последний параметр не учитывается при расчете постоянного коэффициента.

Если водонепроницаемые поверхности составляют меньше 30%, то для минимизации ошибки расчета рекомендуется использовать переменный коэффициент стока. В условиях проектирования территории с количеством водонепроницаемых поверхностей более 30% возможен выбор любого удобного способа расчета, результаты будут схожими.

Определение расчетных расходов выполняется по следующим формулам [15]:

— при переменном коэффициенте стока

$$Q_r = \frac{Z_{mid} \times A^{1,2} \times F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \quad (1)$$

- где Q_r — расход дождевых вод в коллекторах дождевой канализации;
- Z_{mid} — среднее значение коэффициента (покрова), характеризующего поверхность бассейна стока, определяется как средневзвешенная величина в зависимости от значений коэффициента для различных видов поверхности водосбора;
- A, n — параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;
- F — расчетная площадь стока, га; для рассчитываемого участка сети необходимо принимать равной всей площади стока или части ее, дающей максимальный расход стока;
- t_r — расчетная продолжительность дождя (минут), равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка (створа).

— при постоянном коэффициенте стока

$$Q_r = \frac{\Psi_{mid} \times A \times F}{t_r^n}, \quad (2)$$

- где Q_r — расход дождевых вод в коллекторах дождевой канализации;
- Ψ_{mid} — средний коэффициент стока, определяется как средневзвешенная величина в зависимости от значений постоянных коэффициентов стока для различных видов поверхности водосбора;
- A, n — параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;
- F — расчетная площадь стока, га; для рассчитываемого участка сети необходимо принимать равной всей площади стока или части ее, дающей максимальный расход стока;
- t_r — расчетная продолжительность дождя (минут), равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка (створа).

Значения постоянных и переменных коэффициентов стока при определении расходов дождевых вод Q_r представлены в табл. 2.

табл. 2 **Значения коэффициентов при определении расходов дождевых вод (Q_r)**

ВИД ПОВЕРХНОСТИ СТОКА	КОЭФФИЦИЕНТ ПОКРОВА, Z_i	ПОСТОЯННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СТОКА, Ψ_i
Водонепроницаемые поверхности (кровли и асфальтобетонные покрытия)	0,33–0,23	0,95
Брусчатые мостовые и щебеночные покрытия	0,224	0,6
Булыжные мостовые	0,145	0,45
Щебеночные покрытия, не обработанные вяжущими материалами	0,125	0,4
Гравийные садово-парковые дорожки	0,09	0,3
Грунтовые поверхности (спланированные)	0,064	0,2
Газоны	0,038	0,1

Источник: Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока... [15].

Определение вида системы ливневой канализации

Вид системы канализации выбирается в зависимости от объемов отводимой воды, а также стоимости и сложности выполняемых работ по ее организации. Выделяют три вида систем (табл. 3).

табл. 3 **Виды систем ливневой канализации по способу прокладки**

ОТКРЫТЫЙ	ЗАКРЫТЫЙ	КОМБИНИРОВАННЫЙ
Наружные сети из открытых каналов с защитной решеткой, изготавливаются в основном из пластика или бетона. Преимущественно используется для отвода стоков в пешеходных зонах или на дорогах исторических центров городов. Является самым простым в эксплуатации и строительстве	Выполняется с использованием дождеприемников и последующим отводом воды в подземные трубопроводы. Данный вид рекомендован в крупных городах. Является самым дорогим, но при правильном расчете глубины заложения — самым долговечным, а также безопасным	Сочетание открытого и закрытого типа. В настоящий момент данные системы проектируются для площадей. Объединяет в себе плюсы и минусы обоих видов

Источник: составлено по материалам [11].

После выбора вида системы проектировщик определяет возможность и целесообразность подключения к централизованной системе водоотведения. В силу технологических процессов строительства данные системы будут различаться (табл. 4).

табл. 4 **Виды систем ливневой канализации в зависимости от подключения**

ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА	ЛОКАЛЬНАЯ СИСТЕМА	КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА
Подключение к централизованной системе водоотведения	Используется при невозможности подключения к централизованной системе. Такая система должна включать систему полной очистки и дренажных колодцев	Сочетает подключение к централизованной системе, но с возможностью первичной очистки воды и ее использования на территории

Источник: составлено по материалам [15].

Определение типа системы ливневой канализации

В мировой практике выделяют три типа сбора поверхностных сточных вод: общесплавная система, раздельная система, полураздельная система.

Общесплавная система канализации является первым типом системы, появившейся в городах. В настоящее время общесплавная канализация располагается преимущественно в исторических центрах городов. Отли-

чается общей сетью канализационных путей (трубопроводов, коллекторов, каналов) для разных видов сточных вод. Все виды сточных вод, собираемые в сетях, передаются на общие очистные сооружения. Выпуск в водные бассейны может происходить во время пиковых осадков для разгрузки системы со станций ливнеспуска, расположенных в непосредственной близости к водному бассейну. Однако данный факт противоречит принципам устойчивого городского развития и экологической безопасности.

Раздельная система канализации обеспечивает разделение бытовых, промышленных и дождевых стоков. Это достигается за счет установки различных трубопроводов под каждый из видов стоков. Выделяют два типа раздельной системы канализации: полная раздельная и неполная раздельная. Основное различие систем заключается в наличии или отсутствии этапа очистки дождевых сточных вод соответственно.

В неполной раздельной системе дождевые сточные воды за счет рельефа или открытых лотков трубопровода сбрасываются непосредственно в водный объект.

Полная раздельная система позволяет направлять на очистку разные типы стоков, при этом не смешивая их. Благодаря этому специфические загрязнения каждого из видов стоков удаляются на этапе очистки, что повышает качество очищенной воды, сбрасываемой в водные объекты. Для поверхностных сточных вод используют локальные очистные сооружения, находящиеся непосредственно рядом с водным объектом.

Полураздельная система канализации совмещает достоинства и недостатки общесплавной и раздельной систем. Проектируется полураздельная система с совмещением бытовых и производственных стоков и направлением их в один коллектор, а ливневых стоков — в другой. Это позволяет разгрузить часть системы во время интенсивных осадков от пиковых нагрузок и увеличить степень очистки поверхностных стоков. Система имеет возможность перенаправления части собираемых осадков в коллектор с бытовыми и производственными стоками за счет установленных разделительных камер.

Система водоотведения с кровли строения

Строительство многоквартирного жилого дома предусматривает устройство системы внутренних водостоков для отведения дождевых и талых вод с кровли строения. Многоквартирные дома подразделяются на два типа: с плоской крышей и скатной крышей. В настоящее время при строительстве в большинстве случаев используется плоская крыша. Отвод воды в данном случае может производиться с использованием внутренней системы, в исключительных случаях задействуется внешняя система (рис. 12) [13]. В свою очередь, наличие скатной крыши подразумевает только внешнюю систему.

Внутренние водостоки должны располагаться равномерно по периметру кровли в количестве не менее двух штук на одну плоскую крышу. Максимальное расстояние между водосточными воронками не должно превышать 48 м. Необходимо предусматривать уклон в 2–4 градуса в направлении воронок для полноценного сбора дождевых или талых вод.

Отведение воды с крыши в бытовую канализацию запрещено, а месторасположение трубопровода ливневой канализации внутри строения должно находиться в отдалении от жилых площадей, в связи с чем необходимо тщательно выбирать варианты размещения системы [13]. Также возможна установка обогревающих элементов на участках кровли, примыкающих к водосточным воронкам, а при необходимости — на протяжении трубопровода.

Трубопроводы ливневой канализации высотного здания следует изготавливать из полимерных, высокопрочных чугунных или толстостенных стальных труб с внутренним и внешним антикоррозионным покрытием [16]. Диаметр трубопровода рассчитывается в соответствии с предусмотренной нагрузкой, но должен составлять не менее 150 мм [11].

Отвод дождевой и талой воды с кровли строений производится в централизованную или локальную систему водоотведения [13, 16]. Через техническое помещение (подвал) вода сразу отводится в коллектор, не попадая на улицу.

Система транспортировки ливневых стоков

Система коллекторов и трубопроводов является соединительным звеном в системе отвода дождевых и талых вод. Город часто сталкивается с проблемами именно на этом элементе системы водоотведения ввиду малой пропускной способности существующих коллекторов, их повреждений или, наиболее часто, загрязнений.

Сброс сточных вод зависит от их поступления и расположенияждеприемников. Выделяют дворовые сети сброса сточных вод, уличные сети сброса сточных вод и коллекторы [17]. Дворовые сети собирают дождевые и талые воды с нескольких участков и определяются

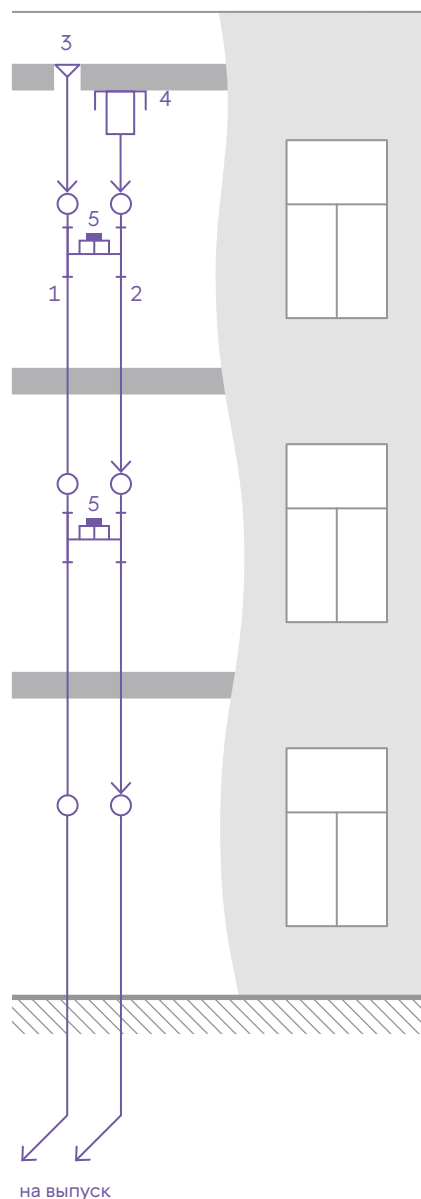


рис. 12

Расположение основного и резервного водосточных стояков многоквартирных домов с устройством перемычек

- 1 — основной водосточный стояк;
- 2 — резервный водосточный стояк;
- 3 — водосточная воронка;
- 4 — автоматический воздушный клапан;
- 5 — перемычка и ревизия.

Источник: составлено авторами по материалам СП 253.1325800.2016 «Инженерные системы высотных зданий» [16].

границами квартала. Уличные сети сброса сточных вод обслуживают территорию дорожной сети, а в некоторых случаях принимают дождевые и талые воды с дворовых сетей. Коллекторы собирают сточные воды из остальной системы и транспортируют до головного коллектора, который, в свою очередь, отводит воду на очистные сооружения. Необходимо предусмотреть возможность сброса сточных вод 1-го типа в водный объект при пиковых нагрузках на систему водоотведения, но не более 30% среднегодового объема поверхностных вод [11].

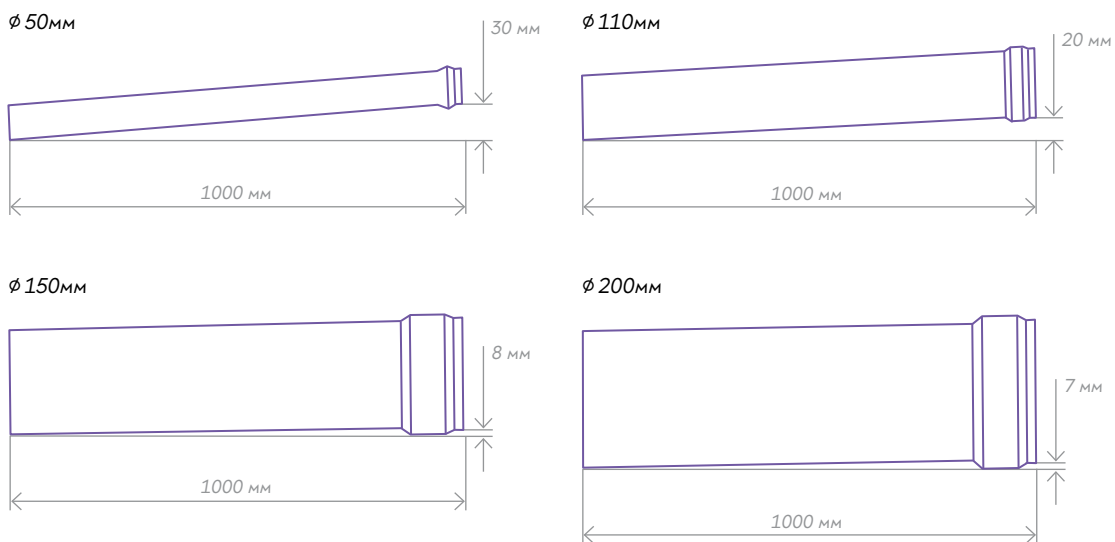
Фильтры являются необходимым элементом системы водоотведения сточных вод. Вода после попадания в дождеприемник проходит сквозь фильтр или пескоуловитель. Это первый этап очистки от примесей. При отсутствии первичных фильтрующих элементов резко снижается проводимость систем транспортировки, что влечет за собой случаи подтоплений на территории.

Ливневая канализация преимущественно является безнапорной, что означает особую важность соблюдения технологического уклона при прокладке для работоспособности всей системы. Величина уклона регулируется нормативными документами и зависит от диаметра трубы или коллектора (рис. 13).

Важным фактором мощности системы ливневой канализации является диаметр отводящих труб. Необходимый диаметр трубы следует рассчитывать в зависимости от территории и расчетного расхода сети.

Законодательством предусмотрены наименьшие диаметры труб самотечных: 200 мм — для уличной сети; 150 мм — для внутриквартальной сети, сети бытовой и производственной канализации; 300 мм — для уличной сети поверхностного стока; наименьший диаметр напорных илопроводов должен составлять 150 мм.

рис. 13 Зависимость минимального необходимого уклона для канализационного коллектора от его диаметра



Источник: составлено авторами по материалам СП 32.13330.2018 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения» [11].

Глубину заложения трубопроводов водоотведения следует рассчитывать на основе СП 131.13330 и опыта эксплуатации сетей в районе проектируемого объекта. Основным показателем при выборе глубины заложения является нулевая отметка промерзания грунта.

Очистные сооружения для ливневых стоков

Очистные сооружения бывают двух типов: централизованные и локальные. Локальные очистные сооружения устанавливаются при необходимости первичной очистки сточных вод от примесей, например, на территории производственных зон. Также локальные очистные сооружения проектируются при невозможности подключения к централизованной системе водоотведения, но в этом случае они выполняют функцию полного очищения стоков.

Наиболее загрязненная часть поверхностных сточных вод должна отводиться на очистные сооружения в полном объеме. Сточные воды от жилищного сектора отводятся на очистные сооружения в объеме не менее 70% от среднегодового объема поверхностных вод.

При раздельной системе водоотведения поверхностного стока очистные сооружения следует размещать на устьевых участках главных коллекторов поверхностного стока перед сбросом в водный объект.

Для обеспечения надежности системы водоотведения следует:

- создавать элементы системы с технологическим запасом мощности;
- поддерживать работоспособность системы за счет проведения планово-профилактических и текущих ремонтов;
- осуществлять управление процессами, протекающими в системе.

СП 32.13330.2018 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения» учитывают множество интересных предложений и подходов для развития ливневой канализации, но они носят рекомендательный характер [11]. В случае применения новых технологических решений на практике — например, в случае повторного использования технической воды в бачках унитазов — мы получаем проблемы с нормами СанПиН.

Установленные нормы и практика их применения не стимулируют собственников зданий и земельных участков модернизировать свои системы для временного накопления дождевой воды с возможностью последующего использования в технических целях, что может способствовать сокращению нагрузок на систему городской ливневой канализации.



Основываясь на анализе нормативной базы федерального уровня, можно сказать, что путей перехода к современным методам развития ливневой канализации в документах нет. Правовая база ориентирована на воспроизводство традиционных, много лет применяющихся технических решений и не реагирует на новые вызовы, связанные с современными тенденциями градорегулирования, изменением климата и вопросами экологии.

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ В ПРАВИЛАХ БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДОВ

Для понимания сложившихся подходов к регулированию развития ливневой канализации на местах был проведен анализ правил благоустройства ряда российских городов. Для этого были отобраны крупные города, в том числе те, в которых введены тарифы на отвод поверхностных вод: Архангельск, Вологда, Кострома, Новосибирск, Москва. В табл. 5 собрана сводная информация по всем рассмотренным аспектам — организация стока, озеленение, типы покрытий, — содержащаяся в правилах благоустройства городов.

табл. 5 **Ключевые положения правил благоустройства городов России**

ГОРОД	ОРГАНИЗАЦИЯ СТОКА	ОЗЕЛЕНЕНИЕ	ТИПЫ ПОКРЫТИЙ
Архангельск [18]	Сток ливневых вод допускается в систему ливневой канализации либо в водный объект	Прописаны требования по содержанию, в том числе необходимость осуществлять покос травы	При выборе покрытий необходимо исходить из условий безопасного и комфортного передвижения
Кострома [19]	Устройство ливневой канализации	Прописаны требования по содержанию и ограничению по использованию	Асфальтовое покрытие используется в местах проезда автомобилей, для территорий с повышенным требованием к комфорту рекомендуется использовать плиточное мощение
Вологда [20]	Устройство открытой и закрытой системы	Два вида озеленения: стационарное и мобильное. Включен список рекомендуемых растений. Есть информация по организации зеленых крыш и вертикального озеленения	Приведен список покрытий в зависимости от местоположения и типа улиц
Москва [21]	—	—	—
Нижний Новгород [22]	Устройство открытой и закрытой системы	Два вида озеленения: стационарное и мобильное. Есть информация по организации зеленых крыш и вертикального озеленения	Разделение покрытий на твердые, мягкие, газонные, комбинированные. При использовании твердого покрытия в местах стока воды необходимо делать уклон, под мягкими покрытиями предусматривать дренаж
Новосибирск [23]	Порядок организации стока устанавливается правовым актом мэрии	Три вида озеленения: стационарное, мобильное, смешанное. Прописаны требования по содержанию, в том числе необходимость осуществлять покос травы	Разделение покрытий на твердые, мягкие, газонные, комбинированные

ГОРОД	ОРГАНИЗАЦИЯ СТОКА	ОЗЕЛЕНЕНИЕ	ТИПЫ ПОКРЫТИЙ
Казань [24]	Устройство ливневой канализации	Два вида озеленения: стационарное и мобильное. Вводятся термины «крышное озеленение» и «вертикальное озеленение»	Разделение покрытий на твердые, мягкие, газонные, комбинированные
Уфа [25]	Устройство открытой и закрытой системы	Два вида озеленения: стационарное и мобильное. Есть информация по организации зеленых крыш и вертикального озеленения	Разделение покрытий на твердые, мягкие, газонные, комбинированные
Сочи [26]	Устройство открытой и закрытой системы, однако необходимо максимально предусматривать возможность инфильтрации дождевого стока	Подробно прописаны требования по содержанию, в том числе необходимость осуществлять покос травы. Есть информация по организации зеленых крыш и вертикального озеленения	Разделение покрытий на твердые, мягкие, газонные, комбинированные

Источник: составлено авторами.

В настоящее время, в соответствии с СП 32.13330.2018 [11], организация стока ливневых вод осуществляется за счет элементов серой инфраструктуры, что отражено в правилах благоустройства городов. В Методических рекомендациях 2021 года [4] перечисляются элементы зеленой инфраструктуры. Но даже в них не предусматривается совместное использование серой и зеленой инфраструктур.

С целью внедрения элементов зеленой инфраструктуры в строительную и проектную практику необходимо создать стандарты для проектирования. Эти стандарты должны не столько формировать правила проектирования зеленой инфраструктуры, ее технико-экономические параметры, сколько служить методическими рекомендациями, обеспечивать комплексный подход и взаимосвязь зеленой и серой инфраструктур.

1.3 Управление системами ливневой канализации

Общесплавные системы полностью или частично на сегодняшний день действуют в 60% крупнейших городов страны (рис. 14). По результатам анализа инфраструктуры 100 крупнейших городов России удалось установить, что порядка 31% из них имеют общесплавную систему отвода воды, еще в 28% изоляция ливневой канализации обеспечена лишь частично.

Многие крупнейшие города страны сегодня имеют изолированные инженерные системы для отвода поверхностных вод, в их числе Москва, Новосибирск, Екатеринбург, Казань и ряд других. Из наиболее значимых исключений — Санкт-Петербург, где 70% городских территорий обеспечены общесплавной системой отвода воды [27].

Сегодня вопрос развития систем водоотведения (без отдельного выделения систем ливневой канализации) относится к числу вопросов местного значения. В условиях сильного дефицита финансовых средств на развитие базовых систем водоснабжения и хозяйственно-бытовой канализации проблема отвода поверхностных стоков отходит на второй план.

Рост объема осадков и увеличение их интенсивности все чаще приводят к перегрузке существующих городских систем отвода поверхностных стоков. Даже в Москве, ливневая инфраструктура которой считается наиболее развитой в стране, предельный уровень пропускной способности составляет 19,1 мл осадков на 1 м²/час. Периодически в столице проходят ливни, близкие к тропическим, которые могут формировать от 40 до 70 мл осадков на 1 м²/час, что минимум вдвое выше пропускной способности ливневки [28]. Это привело в последние годы к временным затоплениям зданий и объектов городской инфраструктуры [29, 30].

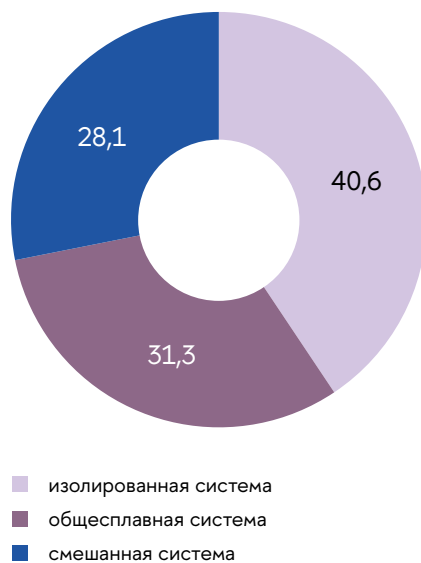
МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ

Сложившейся и унифицированной практики управления системами отведения поверхностных стоков в российских городах нет.

Ливневая канализация крупнейших российских городов сегодня практически всегда финансируется из бюджетов муниципальных образований, причем субсидии могут быть направлены как коммунальным предприятиям (водоканалам), чаще — в случае общесплавных систем, так и дорожным службам или специально созданным унитарным предприятиям.

Практика финансирования за счет взывания с потребителей оплаты за услуги водоотведения поверхностных стоков набирает популярность в российских городах. Обычно тариф устанавливается для юридических лиц, являющихся собственниками земельных участков (промышленных предприятий и прочих организаций). Однако полученные средства используются в качестве дополнительного дохода на содержание канализационных систем со стороны муниципальных бюджетов. Вклад частных инвестиций в финансирование содержания и развития инфраструктуры крайне ограничен. Неопределенные механизмы возврата вложенных средств делают сектор малопривлекательным для частного капитала.

рис. 14 Типы систем ливневой канализации в крупнейших городах России, %



Источник: составлено авторами на основе данных о состоянии ливневой канализации, предоставленных крупными городами России в рамках программы обучения МРА.

Подходы к управлению системами поверхностного водоотвода российских городов можно принципиально разделить на три группы:

- 1) Ливневая канализация — часть водопроводно-канализационного комплекса города. Управление и контроль за работой систем ливневой канализации возложены на городские водоканалы. При этом совершенно необязательно, чтобы система водоотведения была общесплавной.
- 2) Ливневая канализация — часть транспортной инфраструктуры города. Эксплуатация и управление системой водоотведения осуществляются городскими организациями, отвечающими за обслуживание улично-дорожной сети.
- 3) Ливневая канализация — самостоятельная инженерная система города. При таком подходе традиционно система отвода поверхностных вод является полностью изолированной и может иметь самостоятельного оператора (эксплуатирующую организацию).

Выбор конкретной модели управления определяется технологическими особенностями организации ливневой канализации.

ВАРИАНТ 1 Ливневая канализация — часть водопроводно-канализационного комплекса города (на примере Вологды)

С 2015 года в Вологде обслуживание сети отвода поверхностных стоков возложено на МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал». Система водоотведения поверхностных стоков полностью изолирована от хозяйственно-бытовой канализации, что позволяет сохранять работоспособность последней даже в условиях обильных атмосферных осадков. Протяженность сетей ливневой канализации составляет порядка 300 км [31].

На территории Вологды действует тариф на услуги отведения поверхностных сточных вод, который не распространяется на население. Основной доход предприятия формируется за счет оказания услуг водоснабжения и хозяйственно-бытового водоотведения всех потребителей на территории города. Доходы за отвод ливневых стоков сегодня составляют всего 9% от совокупных доходов предприятия за услуги водоотведения.

На вторую половину 2022 года установлен тариф на отвод ливневых стоков в размере 13,86 руб./м³. Ежегодная дебиторская задолженность эквивалентна 215 тыс. м³ ливневых осадков, проходящих через канализационную систему бесплатно. От годового объема стока этот объем составляет порядка 11–12%.

По данным о дебиторской задолженности на 21 ноября 2022 года, основной объем составляют долги департамента городского хозяйства администрации города Вологды (1,9 млн из 4,0 млн руб.) [32]. Публичная власть действительно является главным потребителем услуг поверхностного водоотведения, на дороги и места общего пользования приходится порядка 1,3 млн м³ стока ежегодно, что составляет 2/3 от суммарного годового объема стока, пропускаемого через канализационные сети (1,9 млн м³).

С целью повышения качества работы ливневой канализации ведется мониторинг наиболее проблемных участков городских территорий с затрудненным водоотводом. Так, например, в 2020 году была составлена карта 36 участков городских территорий, нуждающихся в подключении к системам ливневой канализации или улучшении качества их работы [33].

Таким образом, ливневая канализация в Вологде обслуживается городским водоканалом преимущественно на средства, получаемые от бюджетных организаций и прочих экономических агентов в виде платы за услуги водоотведения поверхностных стоков по установленной тарифной ставке. Развитие и расширение системы ливневых стоков требует привлечения дополнительных финансовых средств из городского бюджета или дорожных фондов. Необходимые финансовые средства для организации очистки ливневых стоков на сегодняшний день отсутствуют, равно как и информация об общей схеме организации ливневой канализации города, поскольку 50% сетей ливневой канализации остаются бесхозными.

ВАРИАНТ 2 Ливневая канализация — часть транспортной инфраструктуры города (на примере Воронежа)

В Воронеже содержанием и ремонтом ливневой канализации занимается созданная для обслуживания дорожной сети города муниципальная бюджетная организация «Городская дорожная служба» (МБУ «ГДС»). Она сосредоточила все функции по содержанию инженерной системы, откачке ливневых вод в местах подтопления, а также занимается восстановлением дорожного полотна (ямочным ремонтом). При этом основная часть канализационных сетей Воронежа является общесплавной, лишь 34% от общей протяженности сети ливневой канализации представлено автономной системой. Именно за нее и отвечает МБУ «ГДС». Проблема бесхозных сетей ливневой канализации также актуальна для города.

На сегодняшний день ливневая канализация города-миллионника является публичным благом, плата за пользование данной услугой для собственников земельных участков не установлена. Но отвод поверхностных вод по общесплавной канализации оплачивается потребителями услуг водоотведения хозяйственно-бытовых стоков, то есть в первую очередь — населением. Финансирование эксплуатации и развития в автономной части ливневой канализации сегодня обеспечивается за счет субсидий дорожного фонда Воронежской области, вложение средств из муниципального бюджета порядка 3%. Таким образом, город в этой ситуации оказывается зайцем-безбилетником.

Вопрос тарификации услуги отвода поверхностных вод активно обсуждается депутатами Воронежской городской думы [34].

Городская администрация также рассматривала вариант передачи инженерной сети в концессию частному инвестору по аналогии с системами водо- и теплоснабжения. Однако отсутствие установленных тарифов за пользование услугами отвода поверхностных вод и технологического присоединения новых пользователей к городской инфраструктуре оставляет неопределенным механизм возврата вложенных инвестиций [35].

Для оптимизации системы управления и повышения эффективности принимаемых решений в 2019 году была инициирована разработка ГИС-системы городской ливневой канализации [36]. Помимо целей инвентаризации моделирование стока воды позволит определить наиболее уязвимые участки существующей инженерной системы, а также те территории города, которые в первую очередь нуждаются в организации отвода ливневых осадков.

Воронеж и Вологда выгодно отличаются от многих российских городов фактом повышенного интереса и внимания мэров и городских администраций к проблемам ливневой канализации. Кроме того, оба данных кейса продемонстрировали важный федеральный ресурс — национальный проект «Безопасные и качественные дороги», обеспечивающий в значительной степени развитие и расширение сети ливневых канализаций городов. Большинство проектов, получающих финансирование в рамках национального проекта «Безопасные и качественные дороги», изначально закладывают организацию водоотведения с дорог. Это характерно как для проектов нового строительства, так и для проектов реконструкции уже существующей улично-дорожной сети.

ВАРИАНТ 3 Ливневая канализация — самостоятельная инженерная система города (на примере Москвы)

Ливневая канализация в Москве обслуживается Государственным унитарным предприятием «Мосводосток». В отличие от многих эксплуатирующих организаций, обеспечивающих работу ливневки, «Мосводосток», помимо сбора и транспортировки, уделяет особое внимание очистке поверхностных сточных вод. Одна из главных причин заключается в том, что за одной организацией закреплены функции отвода ливневых осадков, а также контроль за качеством воды и экологической чистотой городских водоемов и рек, в том числе рек Москвы и Яузы, где сосредоточены основные выпуски ливневых вод [37].

Основным источником финансовых средств для обслуживания и развития инженерной инфраструктуры водоотведения ливневых вод является тарифный сбор, установленный для всех потребителей Москвы, кроме населения. Организации, подключенные к инфраструктуре отведения ливневых осадков в конце 2022 года, платят по 17,46 руб. за каждый кубометр. По данным компании, в настоящее время к ливневке подключено порядка 7 тыс. потребителей услуг; выручка от реализации услуг отвода воды в 2021 году составила почти 9 млрд руб.

Значимая часть доходов «Мосводостока» формируется за счет платы за подключение. В 2023 году предприятие планирует инвестировать свыше 10 млрд руб. в развитие инфраструктуры, из них 7,5 млрд будут получены в результате подключения (технологического присоединения) новых пользователей к системе водоотведения поверхностного стока [38].

Модель организации работы и развития ливневой канализации в Москве является наиболее удачным примером. Основные функции сосредоточены в руках одной организации, которая отвечает не только за эксплу-

атацию традиционной серой инфраструктуры, но постепенно включается в процессы формирования городской экосистемы через работу с объектами зеленой инфраструктуры.

1.4 Финансирование ливневой канализации

НОРМАТИВНАЯ ПРАВОВАЯ БАЗА ТАРИФИКАЦИИ УСЛУГ ПО ВОДООТВЕДЕНИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

В России в последние годы все чаще наблюдается практика установления тарифов на услуги по водоотведению поверхностных стоков. Однако подобные механизмы финансирования внедряются лишь в отдельных городах, практику нельзя назвать повсеместной. Она пока скорее исключение, чем правило. Анализу российских практик финансирования ливневой канализации за счет тарифных платежей потребителей услуг водоотведения поверхностных стоков было уделено особое внимание в исследовании.

Тарификация поверхностных сточных вод производится на основании трех нормативно-правовых актов, направленных на формирование правовой базы для тарификации услуги по водоотведению, а именно:

- Федерального закона от 7 декабря 2011 года № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» [10];
- Постановления Правительства Российской Федерации от 13 мая 2013 года № 406 «О государственном регулировании тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения» [39];
- Приказа Федеральной службы по тарифам от 27 декабря 2013 года № 1746-э «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения» [40].

Федеральный закон № 416 определяет виды поверхностных сточных вод, которые используются при расчете показателя суммарного объема отводимых вод в методологических рекомендациях Постановления Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2013 года № 776 «Об утверждении Правил организации коммерческого учета воды, сточных вод» [41].

В соответствии с основами ценообразования в систему регулируемых тарифов на водоотведение входят следующие виды тарифов:

- на водоотведение;
- на транспортировку сточных вод;
- на подключение (технологическое присоединение) к централизованной системе водоотведения.

В нормативной правовой базе федерального уровня отсутствует отдельный тариф на водоотведение поверхностных стоков. Согласно методологическим рекомендациям, правовые основания для тарифа на отвод поверхностных стоков есть. Однако данные основания направлены на диверсификацию единого тарифа на отведение стока, в который кроме хозяйственно-бытовых стоков могут входить и поверхностные сточные воды.

Фактически в федеральных нормативных актах сказано о том, что поверхностный сток должен оплачиваться по тарифам, установленным регулятором для такого стока, а сам расчет тарифа производится по формуле:

$$T_i^j = k^j \frac{HBB_i}{\sum_j k^j Q_i^j}, \quad (3)$$

где T_i^j — тариф, устанавливаемый на i -й год для j -й категории сточных вод, руб./м³;
 k^j — коэффициенты, определяющие величину отклонения тарифов от среднего уровня для j -й категории сточных вод;
 Q_i^j — объем воды, устанавливаемый на i -й год для j -й категории сточных вод, определяемый на основе фактических данных, тыс. м³.

Имеется в виду, что в тариф на водоотведение входят разные составляющие (категории сточных вод), которые оплачиваются по единому тарифу.

В настоящий момент нет практики установления таких диверсифицированных тарифов с использованием поверхностных сточных вод.

При отсутствии утвержденных тарифов, дифференцированных по категории сточных вод, оплата должна производиться по тарифам на водоотведение, утвержденным для регулируемой организации. Формула расчета тарифа в данном случае выглядит следующим образом:

$$T_i = \frac{HBB_i}{Q_i}, \quad (4)$$

где T_i — тариф регулируемой организации, устанавливаемый на i -й год, руб./м³;
 HBB_i — необходимая валовая выручка регулируемой организации, относящаяся к соответствующему регулируемому виду деятельности, рассчитанная на i -й год, руб.;
 Q_i — объем отпускаемой i -й регулируемой организацией воды (принимаемых сточных вод) абонентам и другим регулируемым организациям, м³.

Фактически формула (4) методологически закрепляет практику тарификации услуги водоотведения поверхностного стока методом деления показателя необходимой валовой выручки (далее — HBB) на общий объем принимаемых сточных вод, в результате чего практика тарификации услуги во всех субъектах строится на основании двух факторов: HBB и объемов отводимых сточных вод.

Расчет необходимой валовой выручки (HBB) производится одним из четырех способов:

- методом сравнения аналогов;
- методом экономически обоснованных расходов;
- методом доходности инвестированного капитала;
- методом индексации.

Для определения объема поверхностного стока в связи с отсутствием приборов учета поверхностных сточных вод используется расчетный метод.

Поверхностные сточные воды (w_{nc}), принимаемые в централизованные системы водоотведения, включают дождевые, талые, грунтовые (инфильтрационные, дренажные) и поливочные сточные воды, их объем рассчитывается по следующей формуле:

$$w_{nc} = w_{\partial} + w_m + w_{gp} + w_m, \quad (5)$$

где w_{∂} — объемы дождевого стока, м³;

w_m — объемы талого стока, м³;

w_{gp} — объемы грунтовых вод, м³;

$w_{gp} = (w_{инф} + w_{др});$

$w_{инф}$ — объемы инфильтрационного стока, м³;

$w_{др}$ — объемы дренажного стока, м³;

w_m — объемы поливочного стока, м³.

Расчет объемов дождевого стока (w_{∂}) производится по формуле:

$$w_{\partial_{cp}} = 10 \times H_{\partial_{мен}} \times F \times \Psi_{cp \partial}, \quad (6)$$

где $w_{\partial_{cp}}$ — среднегодовой годовой объем дождевого стока, м³/год;

$H_{\partial_{мен}}$ — среднегодовой слой атмосферных осадков за теплый период года (апрель — октябрь, дождевой слой), мм;

F — площадь земельного участка (территории), принадлежащего абоненту, с которого осуществляется сброс поверхностных сточных вод, га;

$\Psi_{cp \partial}$ — средневзвешенное значение коэффициента стока (отношения объема поверхностного стока на водосборной поверхности к общему объему осадков, выпавших за расчетный период (за сутки, месяц, год) на данной территории) для площадей, имеющих разные типы покрытий (7):

$$\Psi_{cp \partial} = \frac{\sum F_i \Psi_i}{F}, \quad (7)$$

где F_i — сумма площадей с разными видами поверхностей, га. Данные по разбивке территории по видам поверхностей принимаются на основании справки абонента или по данным инвентаризации.

Ψ_i — коэффициент дождевого стока для различных видов поверхностей принимается с учетом проницаемости поверхности, в том числе:

- кровли и асфальтобетонные покрытия — 0,7;
- брусчатые и булыжные мостовые — 0,5;
- грунтовые поверхности — 0,2;
- газоны — 0,1.

ПРАКТИКИ ТАРИФИКАЦИИ УСЛУГ ПО ВОДООТВЕДЕНИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ

В России в последние годы появилась выборочная практика установления тарифов на услуги по водоотведению поверхностных сточных вод. Практика именно выборочная, поскольку число регионов и городов, где такие тарифы уже установлены или устанавливаются, относительно невелико. Эта ситуация особенно любопытна, поскольку никаких нормативных документов федерального уровня о тарификации услуг по водоотведению непосредственно поверхностных сточных вод нет. Во всех практиках такой

тарификации плательщиками являются юридические лица и индивидуальные предприниматели — собственники земельных участков. Причем в каких-то случаях бюджетные организации входят в круг таких лиц, а в каких-то — нет.

Для анализа опыта тарифного регулирования водоотведения поверхностных стоков в России, выявления общих подходов и различий, выработки предложений для возможного тиражирования этих практик и разработки необходимой нормативной базы на федеральном уровне были подробно изучены практики тарифного регулирования в 12 городах Российской Федерации.

Вологда

Установленный тариф на услуги водоотведения поверхностных стоков в Вологде на 2023 год составляет 17,2 руб. за 1 м³. Несмотря на рост показателя в текущих ценах, реальная стоимость услуги в последние годы демонстрирует стагнацию (рис. 15). Важно отметить, что введенные тарифы на водоотведение поверхностных стоков распространяются и на земельные участки, находящиеся в муниципальной или государственной собственности. Плата за водоотведение поверхностных вод с таких участков становится таким же бюджетным обязательством, как, например, оплата услуги отопления бюджетных зданий.

Услуги отвода поверхностных стоков в городе оплачиваются в следующей пропорции: 66,3% — бюджетными потребителями услуг и 33,7% — прочими потребителями (юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями — собственниками земельных участков).

рис. 15 Динамика установленных в Вологде тарифов на водоотведение поверхностных сточных вод в 2019–2023 гг., руб./м³

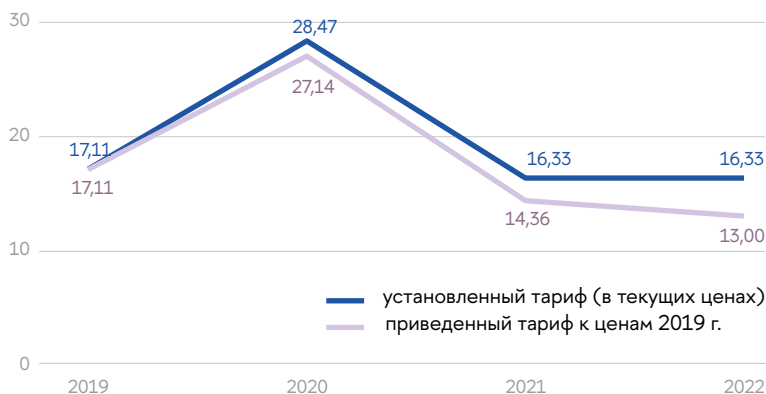


Источник: расчеты авторов на основе данных [42].

Череповец

Несмотря на единый регулирующий орган и схожие подходы к установке тарифов на услуги систем ливневой канализации в Вологде и Череповце (Вологодская область), динамика тарифов несколько различна. В Череповце также в последние годы наблюдается снижение стоимости услуг в реальном выражении, однако она по-прежнему несколько выше, чем в региональной столице (рис. 16).

рис. 16 **Динамика установленных в Череповце тарифов на водоотведение поверхностных сточных вод в 2019–2023 гг., руб./м³**



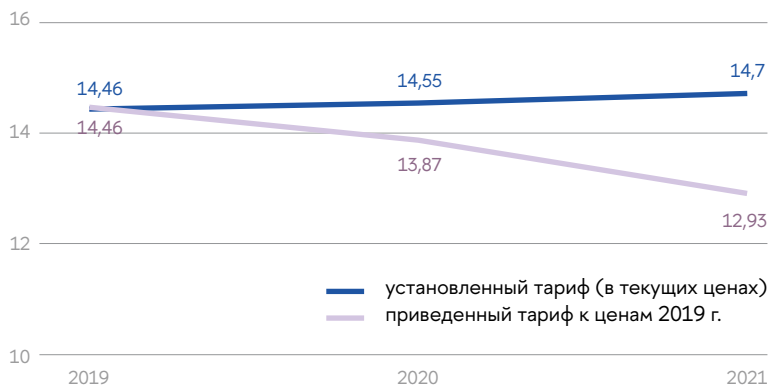
Источник: расчеты авторов на основе данных [43].

Новосибирск

Тарифы на водоотведение поверхностных стоков в Новосибирске установлены для шести зон города. Оплата, как и в других городах, осуществляется только организациями и индивидуальными предпринимателями — собственниками земельных участков. Сохранение тарифной ставки на одном уровне приводит к сокращению доходной базы муниципального предприятия, эксплуатирующего городскую ливневку. Реальная стоимость услуг с учетом инфляции для потребителей снижается (рис. 17).

Отдельно следует отметить, что в Новосибирске, судя по имеющейся информации, бюджетные организации, владеющие на правах оперативного управления земельными участками (включая улицы и дороги), не платят за услуги ливневой канализации. По существу, бюджетные организации города получают услугу по водоотведению поверхностного стока бесплатно за счет других потребителей, то есть являются с экономической точки зрения безбилетниками.

рис. 17 **Динамика установленных в Новосибирске тарифов на водоотведение поверхностных сточных вод в 2019–2023 гг., руб./м³**



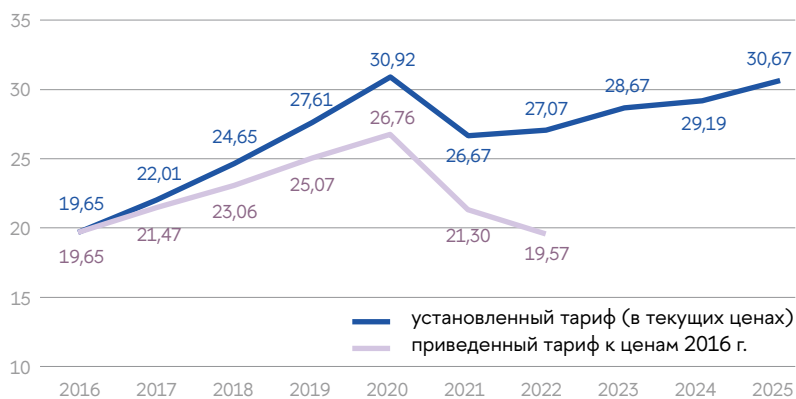
Источник: расчеты авторов на основе данных [44].

Санкт-Петербург

В Санкт-Петербурге часть ливневой канализации является автономной (менее половины территории города), а большая часть входит в состав общесплавной канализации (совместной с хозяйственно-бытовой). Тарифы на водоотведение поверхностных стоков установлены только в части автономной ливневой канализации. Это позволяет предположить, что в случае, когда ливневая канализация входит в состав общесплавной, услуги по отводу поверхностных стоков оплачиваются за счет оплаты хозяйственно-бытовых стоков.

Стоимость услуги для потребителей в северной столице, земельные участки которых подключены к ливневой канализации, заметно выше, чем в городах, рассмотренных выше, и одна из самых высоких среди всей исследуемой выборки. Кроме того, рост тарифа в Санкт-Петербурге обгонял инфляцию, что нетипично для российских городов и приводило к возрастанию реальной тарифной нагрузки на абонентов до 2020 года. Вероятно, это и стало причиной корректировки и снижения тарифов на услуги в 2020–2021 годах, что привело к существенному падению стоимости в реальном выражении — в 2022 году отвод поверхностного стока стал дешевле, чем в 2016-м (рис. 18).

рис. 18 **Динамика установленных в Санкт-Петербурге тарифов на водоотведение поверхностных сточных вод в 2019–2023 гг., руб./м³**



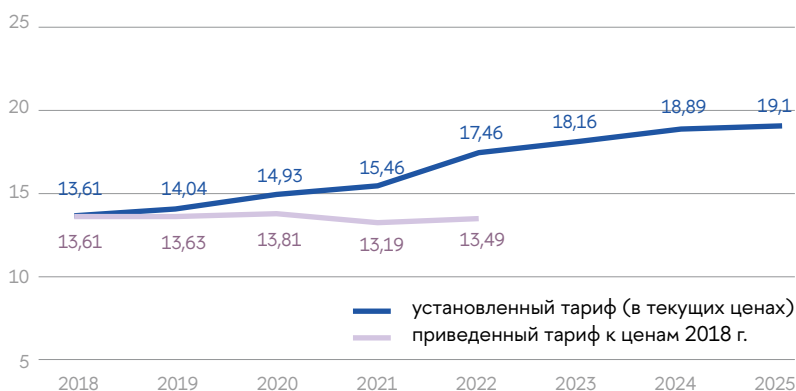
Источник: расчеты авторов на основе данных [45, 46].

Москва

Ситуация в столице является наиболее стабильной среди всех рассматриваемых городов. Без учета роста ставки тарифа, продиктованного общей инфляцией цен, стоимость услуг отвода ливневых стоков в Москве в 2018–2022 годах оставалась практически на одном уровне, сопоставимом с другими городами страны (рис. 19). Согласно плановым показателям, 68,9% от общего объема стока составляют воды от бюджетных потребителей и 31,1% — от прочих потребителей.

Большая часть поверхностных стоков Москвы подвергается очистке. Лишь 37% из них попадают в водные объекты без очистки и только 17% при этом не соответствуют установленным нормативам. Эти характеристики заметно лучше, чем во многих городах России.

рис. 19 **Динамика установленных в Москве тарифов на водоотведение поверхностных сточных вод в 2019–2023 гг., руб./м³**

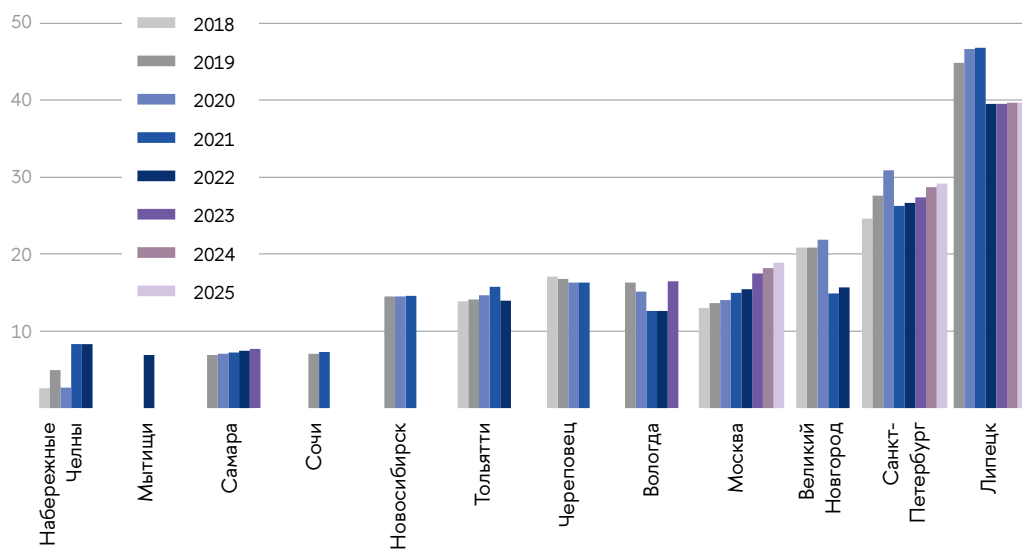


Источник: расчеты авторов на основе данных [47].

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТАРИФОВ НА УСЛУГИ ПО ВОДООТВЕДЕНИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ

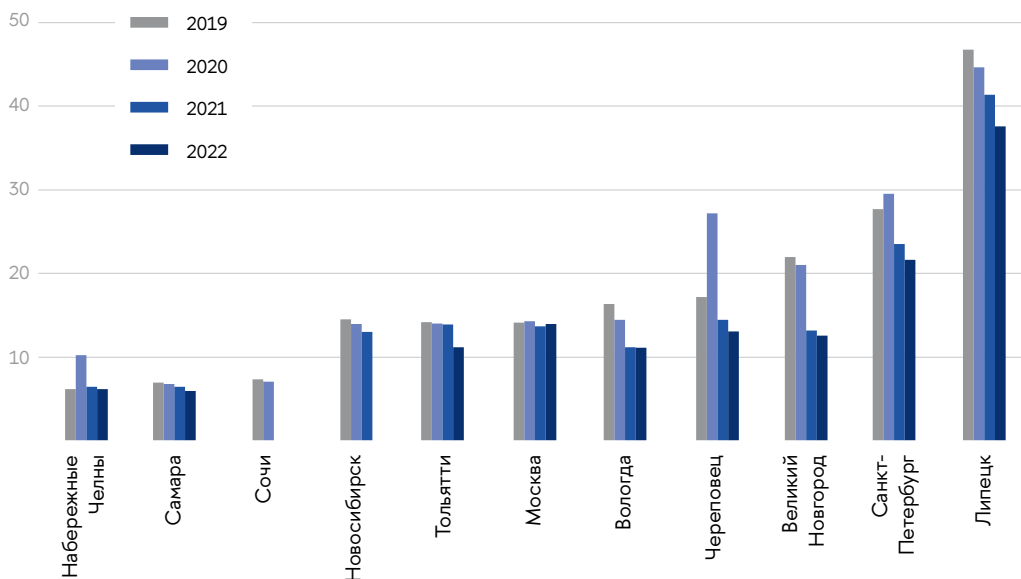
Тарифы на водоотведение поверхностных стоков в российских городах сильно дифференцированы и специфичны для каждого отдельно взятого поселения (рис. 20). Различия свидетельствуют о хаотичности тарифной политики регуляторов в соответствующих регионах ввиду отсутствия единых нормативных регуляторных актов федерального уровня. Реальная стоимость услуг определяется большим количеством факторов, среди которых масштаб существующих инфраструктурных систем и технологические особенности их работы. Небольшой размер выборки и отсутствие детальных статистиче-

рис. 20 **Тарифы на водоотведение поверхностных сточных вод в городах России (в текущих ценах), руб./м³**



Источник: составлено авторами на основе анализа нормативных документов.

рис. 21 Тарифы на водоотведение поверхностных сточных вод в городах России (в приведенных ценах 2019 г.), руб./м³



Источник: расчеты авторов на основе анализа нормативных документов.

ских данных не позволили провести более глубокий анализ существующих тарифных практик.


В реальном выражении (в ценах 2019 года) стоимость услуг отвода ливневых вод в городах сокращается (рис. 21). Одновременно со снижением тарифной нагрузки на потребителей, такая тарифная политика приводит к сокращению доходов эксплуатирующих организаций. В такой ситуации рассчитывать на улучшение состояния и развитие городских систем затруднительно.

Распределение сточных вод, поступающих в системы ливневой канализации, по группам потребителей также различается в российских городах (рис. 22). В Липецке, например, 100% сточных вод поступает от частных потребителей, что обусловлено пространственной локализацией рассматриваемой системы в границах ОЭЗ. В Москве основным плательщиком выступает бюджетный сектор (почти 70%).

рис. 22 Распределение объема поверхностных сточных вод от различных категорий потребителей в соответствии с принятыми объемами стока, %



Источник: расчеты авторов на основе анализа нормативных документов.

- 
- 1) Эксплуатация ливневой системы в рассматриваемых городах осуществляется различными муниципальными или государственными унитарными предприятиями (за исключением Липецка, где эксплуатация ливневой канализации в особой экономической зоне осуществляется акционерным обществом ОЭЗ ППТ «Липецк»). Тарифы на водоотведение поверхностных сточных вод утверждаются региональным тарифным регулятором (за исключением Сочи, где тарифы утвердила администрация города).
 - 2) При расчете тарифов, в соответствии с методическими рекомендациями, используется формула, учитывающая необходимую валовую выручку организации для предоставления услуги по водоотведению поверхностных сточных вод, в которую должны входить издержки на проектирование, строительство, текущий ремонт и содержание сети ливневой канализации, а также общий объем принятых сточных вод за рассматриваемый период.
 - 3) В случае автономной системы водоотведения поверхностных стоков расходы на содержание ливневой канализации определить относительно просто. В случае же общесплавной канализации возникает задача разделения необходимых расходов на две услуги: водоотведение хозяйственно-бытовых стоков и водоотведение поверхностных вод. Методические рекомендации по отнесению затрат к той или иной услуге отсутствуют, что создает значительную вариативность в определении необходимой валовой выручки.
 - 4) Ключевыми факторами для определения объема отводимых поверхностных вод являются площадь земельного участка и характеристики водопроницаемости отдельных его частей для определения коэффициента дождевого стока. Анализ механизмов определения, верификации и контроля этой информации при заключении и выполнении договоров водоотведения требует проведения дополнительных детальных исследований.
 - 5) Тарифы на водоотведение поверхностных сточных вод рассчитываются за 1 м^3 . Однако объем платежа за водоотведение поверхностных вод определяется площадью конкретного земельного участка и характеристиками его водопроницаемости. Очевидно, что установление тарифа, рассчитанного на единицу объема отводимой воды поверхностного стока, никак не коррелирует с площадными характеристиками земельного участка, что затрудняет содержательную интерпретацию размера платежа.
 - 6) Устанавливаются тарифы на водоотведение поверхностных сточных вод для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей — собственников земельных участков, включая бюджетные организации. Население не оплачивает данную услугу.

7) При отсутствии взимания платы за отвод поверхностных стоков со значительной части территории городов (с территорий размещения жилищного фонда) в настоящее время сложно говорить о системных подходах к решению задач финансирования и развития этого важного вида городской инфраструктуры. Скорее, рассмотренные практики иллюстрируют осознание на местном уровне важности проблематики отвода поверхностных стоков с городских территорий и вариативный поиск решения этой задачи. Маловероятно, что устойчивое и приемлемое для всех решение будет найдено без формирования необходимой нормативной правовой базы на федеральном уровне.

1.5 Практики взимания платы за подключение к ливневой канализации

Законодательство детально не регламентирует процессы подключения объектов капитального строительства и/или участков, на которых они возводятся, к централизованной системе ливневой канализации. Так, в Федеральном законе «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ [10] упоминание о подключении к ливневой канализации отсутствует (в отличие от водоотведения в целом). Нет его также и в Постановлении Правительства № 406 «О государственном регулировании тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения» [39], и в Приказе ФСТ России «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения» [40].

Специфика ливневой канализации в этом вопросе учитывается только в Постановлении Правительства № 2130 «Об утверждении Правил подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к централизованным системам горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения...» [48], где:

- во-первых, указано, что в случае подключения к централизованным ливневым системам водоотведения подключаемым объектом считается земельный участок (в отличие, например, от холодного водоснабжения и водоотведения, когда им является объект капитального строительства);
- во-вторых, отмечается, что при подключении к централизованной ливневой системе водоотведения заявитель направляет исполнителю заявление о подключении, которое содержит информацию о площади и характеристике покрытия земельного участка, с которого будет осуществляться сброс сточных вод в систему (для организации хозяйственно-бытового водоотведения эта информация не требуется).

В законодательстве ливневая канализация — вид централизованной системы водоотведения [49], поэтому методология подключения новых пользователей одинакова. Размер платы рассчитывается организацией, осуществляющей подключение, по следующей формуле:

$$ПП = T^{n,m} \times M + \sum T_d^{np} \times L_d, \quad (8)$$

где $ПП$ — плата за подключение к системе, тыс. руб.;

$T^{n,m}$ — ставка тарифа за подключаемую нагрузку, тыс. руб./м³ в сутки;

M — подключаемая нагрузка, м³/сутки;

T_d^{np} — ставка тарифа за протяженность сети диаметром d , тыс. руб.;

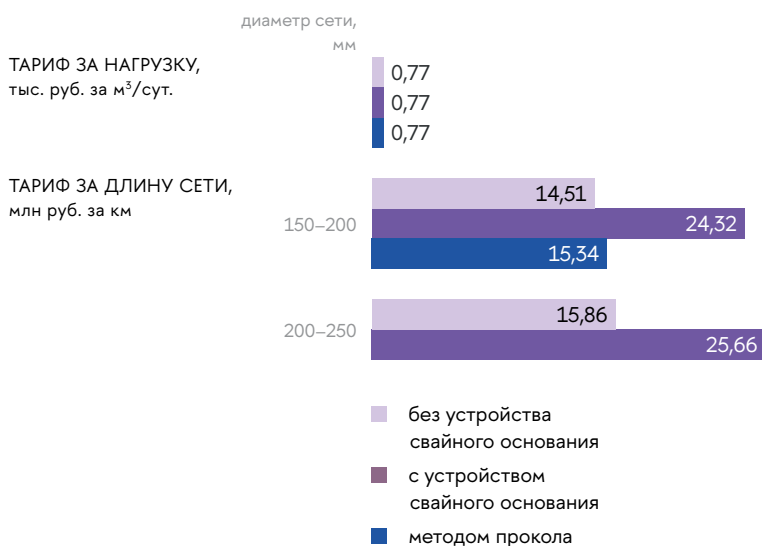
L — протяженность сети от точки подключения объекта заявителя до точки подключения создаваемых организацией сетей к объектам централизованной системы, км.

По состоянию на 30 сентября 2022 года в России тарифы на подключение к централизованной системе ливневой канализации установлены в пяти населенных пунктах: Архангельске, Вологде, Костроме, Москве и Новосибирске.

Архангельск

На рис. 23 представлены тарифы на подключение к системе ливневой канализации в Архангельске в 2022 году.

рис. 23 Тарифы на подключение к системе ливневой канализации в Архангельске, 2022 г.



Источник: расчеты авторов на основе данных [50].

Вологда

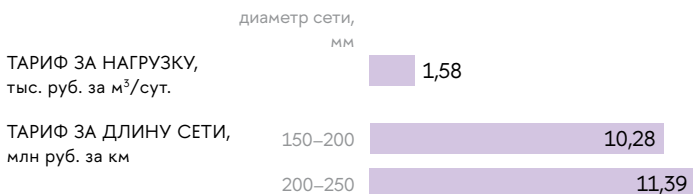
В Вологде тарифы устанавливаются на подключение к централизованной системе водоотведения поверхностных сточных вод МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал». Тариф одноставочный и зависит только от формируемой нагрузки объекта заявителя.

Ставка тарифа за подключаемую нагрузку — 2966,3 тыс. руб. за 1 м³ в час [51]. Расчет в часах в данном отчете рассматривается как ошибка и при сравнении с другими городами заменяется на сутки. Срок действия ставок — с 1 января 2019 года по 31 декабря 2023 года.

Кострома

Тарифы на подключение к системе ливневой канализации в Костроме представлены на рис. 24.

рис. 24 Тарифы на подключение к системе ливневой канализации в Костроме, 2022 г.

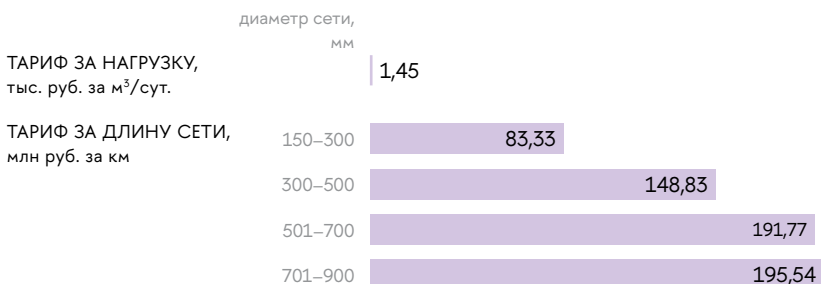


Источник: расчеты авторов на основе данных [52].

Москва

Тарифы на подключение к системе ливневой канализации в Москве представлены на рис. 25.

рис. 25 Тарифы на подключение к системе ливневой канализации в Москве, 2022 г.

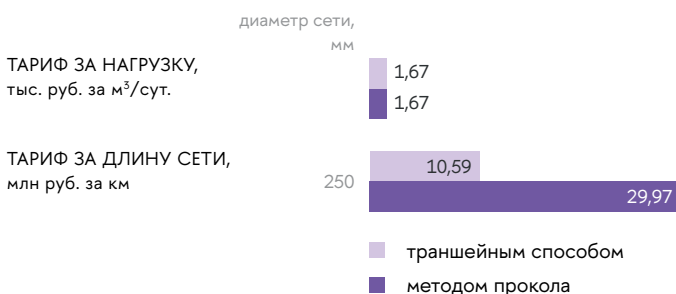


Источник: расчеты авторов на основе данных [53].

Новосибирск

Тарифы на подключение к системе ливневой канализации в Новосибирске представлены на рис. 26.

рис. 26 Тарифы на подключение к системе ливневой канализации в Новосибирске, 2022 г.



Источник: расчеты авторов на основе данных [54].



На основании проведенного анализа тарификации платы за подключение к системе отвода поверхностных стоков можно сделать следующие выводы:

- 1) Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» не содержит упоминаний тематики подключений к ливневой канализации, что может быть причиной неучета данной специфики в регулирующих и методических нормативно-правовых актах федерального уровня.
- 2) Из тарифных решений российских региональных регуляторов следует, что к централизованной системе ливневой канализации подключаются как объекты заявителей, которые можно трактовать как земельные участки (соответствует законодательству), так и объекты капитального строительства (противоречит законодательству).
- 3) Методологической проблемой является неприменимость нормативов для хозяйственно-бытового водоотведения к методике расчета стоимости подключения объектов к системам ливневой канализации. Речь идет о необходимости применять индивидуальное тарифное решение каждый раз, когда нагрузка подключаемых к системе водоотведения объектов превышает 250 м³ в сутки. Это является проблемой в силу возможного многократного превышения типичных объемов ливневых стоков над бытовыми в единицу времени. Вероятно, именно для решения данной проблемы регулятором в Москве было установлено, что для ГУП «Мосводосток» тарифы действуют при величине подключаемой нагрузки объектов, не превышающей 25 тыс. м³ в сутки (в 100 раз больше норматива в водоотведении).
- 4) Если следовать законодательным требованиям, размер платы за подключение к ливневой канализации в большинстве случаев должен устанавливаться в индивидуальном порядке. Проблема индивидуальной платы за подключение заключается в том, что туда могут включаться дополнительные средства для компенсации не предусмотренных стандартизированными тарифными ставками затрат регулируемой организации, а сроки на заключение договора увеличиваются сообразно срокам принятия решения тарифным органом в отношении индивидуальной ставки, что может существенно затягивать процессы и увеличивать конечную стоимость подключения. Данный подход существенно тормозит развитие ливневой канализации в городах.
- 5) Непроработанность законодательства и, как следствие, низкая прозрачность и экономическая доступность подключений являются причинами того, что практика подключения объектов к централизованной системе ливневой канализации в России минимальна.

Практики развития ливневой канализации зарубежных стран

2.1 Комплексный подход к обеспечению устойчивого городского развития в период климатических изменений

Климатические изменения последних лет привели к росту числа и повышению интенсивности осадков практически во всех точках планеты. Устойчивость городов к таким явлениям во многом связана с созданием эффективных систем ливневой канализации, которые сочетают как серую, так и зеленую инфраструктуру. Целый ряд развитых стран формируют на национальном уровне подходы к развитию систем ливневой канализации как значимому фактору повышения устойчивости городов в период климатических изменений.

США

Регулирование ливневых вод в США осуществляется на уровне государства, штата и муниципалитета.

- 1) Федеральный уровень:
 - Закон о чистой воде;
 - Национальная система устранения выбросов загрязняющих веществ (NPDES) Агентства по охране окружающей среды США:
 - а) правила NPDES;
 - б) программы управления ливневыми водами.
- 2) Уровень штата (пример штата Вашингтон):
 - глава 90.48 RCW (Revised Code of Washington) — Пересмотренного кодекса штата Вашингтон;
 - Руководство по управлению и проектированию ливневых стоков — включает руководства по ливневым дождям в Западном и Восточном Вашингтоне.

Рассмотрим подробно регулирование ливневой канализации на муниципальном уровне на примере Сиэтла.

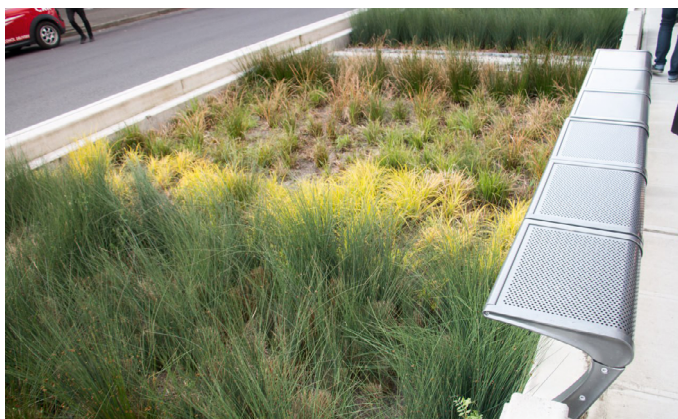
В Сиэтле действует программа управления ливневыми водами — Stormwater Management Program. Программа содержит требования, показатели эффективности, которые должны фиксироваться в разрешениях NPDES, и цели реализации. Помимо этого, информация по ливневой канализации, земельным участкам, землепользованию отражена в единой открытой геоинформационной системе [55].

Кодекс ливневой канализации Сиэтла (Stormwater Code) определяет стратегию пространственного развития города в отношении снижения загрязнений принимающих водоемов. Текст документа знакомит с современной системой ливневой канализации города: часть районов обеспечивается автономной ливневой канализацией, другие территории города — комбинированной системой утилизации сточных вод. Однако большая часть города покрыта частично отделенной системой ливневой канализации [56]. Полномочия по контролю сбросов в канализацию и в водоемы закреплены за муниципальными органами власти. Кодекс реализуется совместно с Руководством по управлению дождевым стоком (City of Seattle Stormwater Manual), в котором прописан механизм определения минимальных требований к реализуемым проектам, основанный на информации о границах земельного участка, типе проекта, способе транспортировки воды от точки приема до места выпуска, расчетах формируемой площади проницаемых и непроницаемых поверхностей, а также прогнозе площади территорий, потенциально обеспечивающих загрязнение среды.

NPDES содержит требование по разработке Структурной программы управления ливневыми водами, в которой прописывается перечень проектов, которые планируется реализовать в течение времени действия разрешения NPDES. В Сиэтле данная программа называется «Интегрированный план» (Integrated Plan). Среди рассматриваемых проблем, на решение которых направлена программа, — проблема переполнения комбинированной канализации и загрязнения поверхностного стока.

Capitol Hill Water Quality Project — пример проекта, реализованного в рамках Интегрированного плана, — представляет собой сооружение, состоящее из четырех блоков биофильтрационных установок, которые очищают ливневые воды, стекающие в озеро Юнион (рис. 27). В проекте был учтен и использован рельеф Сиэтла: вода проходит через отводной резервуар, в котором посредством центробежной силы вымывается мусор, попадает в дренажные каналы, засаженные травами, которые обеспечивают очистку вод от дорожной пыли, тяжелых металлов, микрофлоры [57].

рис. 27 Ливневое сооружение, спроектированное в рамках Capitol Hill Water



Источник: © 2015 Chris Hamby / Flickr / CC BY-SA 2.0.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Директива Совета Европейских сообществ (91/271/ЕЭС) от 21 мая 1991 года об очистке городских сточных вод обязывала Великобританию (еще в ее бытность членом Европейского союза) регулировать поверхностный сток. Основная задача директивы — защита окружающей среды от вредного воздействия поверхностного стока. Согласно директиве, страны-участники должны разработать программу по техническому и финансовому обеспечению строительства систем сбора сточных вод и очистных сооружений, а также осуществлять регулирование сброса в ливневую канализацию.

В 1991 году в Англии и Уэльсе был принят Закон о водном хозяйстве (Water Industry Act), в котором определены положения, касающиеся в том числе водоотведения и предоставления услуг по очистке поверхностного стока. В 2000 году Научно-информационной ассоциацией строительной отрасли CIRIA (Construction Industry Research and Information Association) были разработаны документы, в которых говорится о необходимости сбора информации по созданию устойчивых ливневых (дренажных) систем (далее — SUDS). В 2008 году был принят Закон об изменении климата, согласно которому правительство обязано каждые пять лет проводить оценку потенциальных рисков, возникающих вследствие изменения климата. Так, в отчете за 2016 год поднимается вопрос борьбы с наводнениями, а в качестве возможного решения предлагается внедрение и развитие зеленой инфраструктуры.

Практику развития серой и зеленой систем водоотведения поверхностных стоков в Великобритании рассмотрим на примере Лондона.

В Лондоне преимущественно используется комбинированная система канализации — сбор поверхностных стоков объединен с хозяйственно-бытовыми. Вся система водоснабжения и водоотведения находится в частной собственности компании Thames Water Utilities Ltd (Thames Water). Национальное Управление водных услуг (Ofwat) занимается регулированием ценообразования, инвестиционных программ и монопольной деятельности Thames Water в целом. Агентство по окружающей среде (EA) регулирует лицензирование забора, выдает разрешения на сброс, отвечает за мероприятия по защите от наводнений и за другую экологическую деятельность.

Компания Thames Water в 2012 году заявила о нехватке мощностей в существующей системе ливневой канализации. Для контроля и оценки количества ливневых вод Thames Water разработала информационную модель, позволяющую сравнить расчетную емкость дренажной или канализационной трубы с фактическим объемом ливневых вод от сильнейшего ливня, который возможен раз в два года. Результаты расчета представлены в виде тепловой карты, где красным показаны участки с низкой способностью отвода дождевых вод, зеленым — участки, не требующие развития системы водоотведения [58].

The London Plan — документ, определяющий стратегию пространственного развития Лондона, принят в 2004 году. В 2013 году он был дополнен и действует до 2036 года. Глава 9 документа посвящена отведению ливневых вод (SI13) [58]. Стратегия обязывает местные органы управления

наводнениями — Lead Local Flood Authorities (LLFAs) — определять территории, не справляющиеся с отведением ливневых вод, и предпринимать действия для снижения рисков их затопления. Стратегия предлагает следующие способы борьбы с наводнениями (от наиболее приоритетного — к наименее):

- 1) Сбор дождевой воды (включая комбинацию зеленых и синих крыш). Синяя крыша — крыша, обеспечивающая первоначальное временное хранение воды, а затем постепенный ее выпуск [59].
- 2) Методы инфильтрации и зеленые крыши.
- 3) Хранение дождевой воды в специальных водоемах (таких как дождевые пруды) и постепенный сброс.
- 4) Сброс дождевой воды сразу в водоем.
- 5) Хранение дождевой воды над землей и постепенное водоотведение.
- 6) Сброс дождевой воды в ливневую канализацию.
- 7) Сброс дождевой воды в комбинированную канализацию.

В Лондоне осуществляется проект The Drain London project [60], в рамках которого финансируется внедрение SUDS при благоустройстве улиц и территорий социального жилья. Кроме того, компания Thames Water разработала программу Twenty 4 Twenty, цель которой заключается в снижении количества непроницаемых покрытий в районах с комбинированной канализацией. Так за период 2015–2020 годов компания потратила 20 млн ф. ст. на превращение 20 га непроницаемых поверхностей в проницаемые.

Для объектов нового строительства в Лондоне разработана типовая форма, в которой необходимо заполнить четыре раздела:

- 1) Информация об участке и о проекте.
- 2) Предлагаемая схема водоотведения. Описание грунтовых условий на участке для определения потенциала инфильтрации. Выбор метода сброса и отведения поверхностных вод (или сочетание методов), следуя иерархическому подходу, изложенному в Плане Лондона.
- 3) Стратегия водоотведения — приоритизация механизмов SUDS для отведения воды максимально близко к источнику.
- 4) Вспомогательная информация.

В транспортной стратегии Лондона от 2018 года поставлена цель по снижению более чем на 5 га непроницаемых покрытий каждый год. Помимо этого, в Лондоне ведется активная работа по популяризации элементов SUDS среди горожан: разрабатываются рекомендации, системы грантов для горожан и сообществ, желающих внедрить на своем земельном участке SUDS.

АВСТРАЛИЯ

В 1992 году в Австралии была принята Национальная стратегия управления качеством воды (далее — NWQMS). Также разработано руководство по управлению ливневыми стоками (Guidelines for urban stormwater management) [61]. За управление ливневыми стоками в Австралии отвечают

муниципальные власти. При этом правительства штатов и территорий отвечают за планирование и управление землепользованием и водопользованием. Органы местного самоуправления обязаны разработать программу управления ливневыми стоками. Данные программы содержат фактические и расчетные показатели водосбора, ограничения, комплекс мер, направленных на очистку стоков, требования к повторному использованию ливневых вод [62].

В Сиднее ливневая и бытовая канализации разделены. Половина ливневой сети находится в управлении компании Sydney Water, а другая половина управляется муниципальными властями города Сиднея. Собственники земельных участков ответственны за управление ливневыми стоками в границах их участков.

Для реализации городской стратегии Sydney 2030 разработана Стратегия и план действий по защите окружающей среды (Environmental Action 2016–2021 Strategy and Action Plan). В рамках этого документа планируется подключить ряд объектов и парков к альтернативным источникам водоснабжения, в том числе за счет сбора дождевой воды; провести модернизацию парковых ирригационных систем; использовать дождевые сады на территориях общего пользования; переоснастить объекты с высоким потреблением воды. К середине 2015 года в Сиднее было создано 154 дождевых сада, а более 20,4 тыс. м² непроницаемых покрытий (асфальт и бетон) были заменены зелеными насаждениями.

Также для Сиднея разработан Мастер-план децентрализованного водоснабжения (Decentralised Water Master Plan 2012–2030), в котором содержится информация об актуальном состоянии инфраструктуры, а также предложения для районов города по повышению эффективности водопользования и снижению загрязнений дождевого стока [63]. План предусматривает в том числе осуществление мониторинга ливневых стоков, сокращение доли непроницаемых покрытий, проведение работ по внедрению элементов зеленой инфраструктуры.

Среди реализованных проектов следует отметить проект по отведению дождевых вод в районе Грин-сквер (Green Square Stormwater Drain Project). Грин-сквер — крупный проект нового строительства, включающий создание 30 тыс. новых жилых единиц (квартир и/или односемейных домов) и 20 тыс. рабочих мест к 2030 году. До момента реализации строительства территорию затапливало в период дождей. В рамках проекта было решено построить систему водоотведения поверхностного стока длиной 2,5 км, состоящую из труб диаметром 1800 мм. Очищение стока от мусора происходит при помощи зеленой инфраструктуры. После отчистки вода собирается в резервуарах под парком Matron Ruby Grant, а затем доставляется в жилые дома по специальным трубам пурпурного цвета. Горожане могут использовать данную воду для смыва туалетов и полива зеленых насаждений.

Также для проектов нового строительства в Сиднее разработано руководство по отводу дождевых вод (Stormwater Drainage Manual), в котором содержатся требования к проектированию ливневой канализации, без соблюдения которых невозможно получить разрешение на строительство объектов.

ГЕРМАНИЯ

В Германии ответственность за управление сточными водами возложена на муниципалитеты [64]. Сточные воды, поступающие на очистные сооружения, разделяют на три категории:

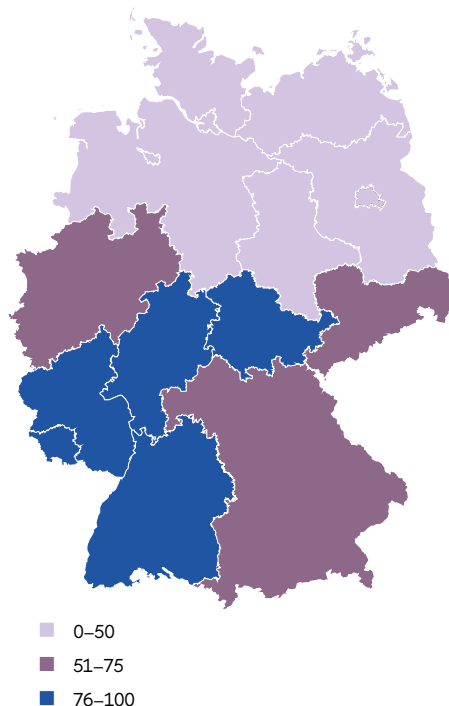
- хозяйственно-бытовые сточные воды;
- ливневые сточные воды с территории домовладений;
- ливневые сточные воды с общественных улиц и площадей.

Несмотря на то что, согласно закону о водных ресурсах, обязанности по транспортировке и очистке всех сточных вод переданы муниципалитетам [65], они не обязаны финансировать услуги из собственного бюджета. Большинство городов ввели плату за ливневые стоки с 1980-х годов [66]. А прецеденты финансирования водоотведения ливневых стоков за счет потребителей можно было наблюдать и в 1970-х. Как правило, расходы на удаление ливневых сточных вод с дорог общего пользования и городских площадей несут соответствующие дорожные службы, тогда как расходы по удалению и очистке сточных и дождевых вод с территории домовладений несут владельцы недвижимости. Это прописано в законе о муниципальных сборах отдельных земель и уставах муниципалитетов.

История ливневой канализации Германии берет начало в XIX веке, когда английские инженеры Уильям Линдли и Уильям Филлипс Данбар осуществили строительство первой общесплавной канализации во Франкфурте и Гамбурге [67]. На протяжении длительного периода общесплавная канализация была эталонным инженерным решением водоотведения всех сточных вод города. Более позднее развитие систем очистных сооружений привело к тому, что стоки стали разделяться в отдельные системы — водоотведение хозяйственно-бытовых стоков и ливневых стоков. В результате исторически комбинированная канализация получила распространение на юге Германии, тогда как отдельные системы распространены в северной и восточной частях страны (рис. 28).

В последние десятилетия наблюдается тенденция к разделению системы канализации. В федеративных землях с изначально низким уровнем комбинированных канализаций все новые ливневые системы спроектированы как обособленные от бытовой канализации системы, а существующие обще-

рис. 28 Доля общесплавных канализационных систем в землях Германии, 2004 г., %



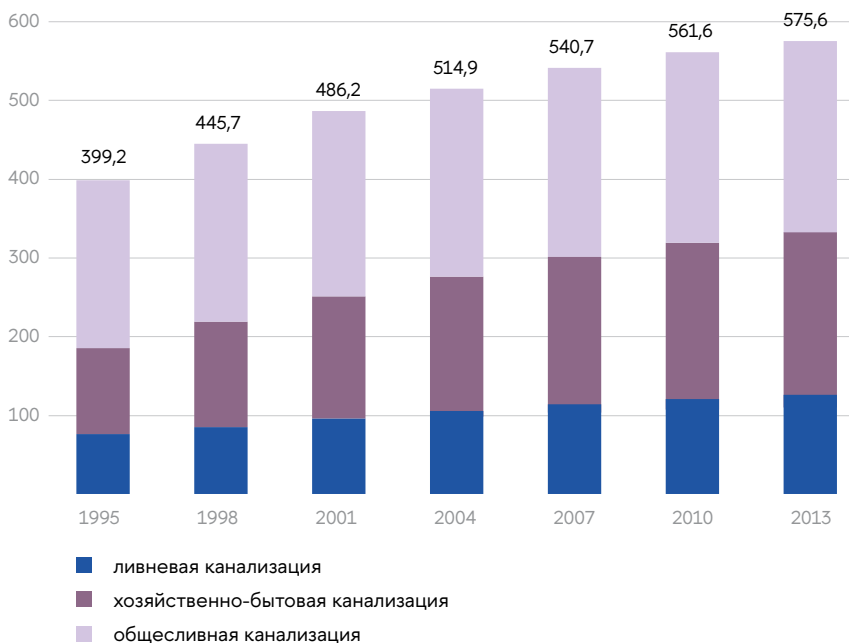
Источник: составлено авторами по материалам Weiss G., Brombach H. *Today's practice in stormwater management in Germany-statistics* [67], © 2008 NordNordWest / Wikimedia Commons / CC BY-SA 3.0 <Germany location map.svg>.

сплавные канализации были модифицированы и разделены. Только за период с 1984 по 2004 год число немецких граждан, которые обслуживались общесплавной канализацией, сократилось с 71,2 до 58,3% [67].

Если рассматривать общие тенденции развития ливневой канализации городов Германии, то за период с 1992 по 2004 год наблюдается сдвиг в числе общесплавных систем. Медиана, отражающая равную долю общесплавной и отдельной канализации, сдвигается на юг, что говорит об общей тенденции к снижению единой инфраструктуры хозяйственно-бытовых и ливневых стоков на территориях, где они были распространены. Интересно, что такие города-земли, как Берлин, Гамбург и Бремен, все еще пользуются общесплавной канализацией. Можно предположить, что это связано с высокими издержками по модернизации систем в исторических городах и мегаполисах, а потому процесс разделения ливневок не может проходить аналогично другим территориям.

Продолжается активное строительство новых отдельных ливневых сетей. Общая длина систем отвода поверхностных вод Германии увеличилась с 399,2 тыс. км до 575,6 тыс. км за период с 1995 по 2013 год [68], а к 2020 году приблизилась к отметке в 590 тыс. км [69] (прирост составляет около 7,6 тыс. км в год). Несмотря на такой интенсивный рост инфраструктуры отдельной ливневой канализации, большая часть вод с территорий городов все еще отводится общесплавной канализацией (рис. 29).

рис. 29 Изменение длины канализационных сетей в Германии за 1995–2013 гг., км



Источник: составлено авторами по материалам Berger C., Falk C., Hetzel F. State of the Sewer System in Germany [68].

КИТАЙ

В Китае реализуется концепция города-губки (Sponge City). За управление ливневыми стоками отвечает Министерство водных ресурсов КНР. В ноябре 2014 года Министерство жилищного строительства, городского и сельского развития опубликовало техническое руководство по строительству городов-губок: модель развития города с накоплением вод в естественных условиях, с инфильтрацией и очищением. В 2015 году Государственный совет КНР издал Руководство по содействию строительству городов-губок [70], согласно которому муниципальные власти должны разработать соответствующие планы и стандарты. Также в 2015 году было отобрано 16 пилотных городов, а в 2016 году список был дополнен еще 14 городами [71] (рис. 30).

рис. 30 Пилотные города КНР для реализации концепции города-губки



Источник: составлено авторами по материалам Peng Y, Reilly K. *Using nature to reshape cities and live with water: an overview of the Chinese Sponge City programme and its implementation in Wuhan* [71], © 2010 Uwe Dederig / Wikimedia Commons / CC BY-SA 3.0 <China edcp location map.svg>.

- Концепция города-губки предусматривает следующие направления:
- 1) Защита сохранившейся экосистемы города: во время нового строительства следует уделять большое внимание защите рек, озер, водно-болотных угодий.
 - 2) Восстановление природных объектов: очистка рек, озер, ликвидация сброса вредных веществ.

- 3) Реализация концепции низкого уровня воздействия при новом строительстве: снижение интенсивности застройки, минимизация рисков разрушения существующей среды.
- 4) Управление ливневыми стоками: использование дождевых вод, контроль загрязнений, снижение рисков наводнений.

Для городов, реализующих концепцию городов-губок, правительство выделяет субсидии: 400 млн юаней в год для каждого города, 500 млн юаней для каждой столицы провинции и 600 млн юаней для каждого муниципалитета, находящегося в непосредственном подчинении центрального правительства.

Реализация концепции исходит из характеристик муниципалитета, в том числе социально-экономических, географических, метеорологических и других факторов, а не спущена руководством сверху. При этом план развития города-губки может быть как самостоятельным документом, так и частью мастер-плана.

Рассмотрим практику реализации концепции города-губки в двух городах: Пекине и Ухане.

Пекин с 1989 года проводит исследования и применяет технологии для повторного использования дождевой воды. При этом обеспеченность улично-дорожной сети ливневой канализацией составляет всего 14%, что чрезвычайно мало для города такого масштаба. В начале 2000-х в результате сотрудничества между Китаем и Германией в Пекине стал реализовываться научно-исследовательский проект по внедрению зеленой инфраструктуры, который впоследствии распространился на 30 городов.

Среди наиболее часто используемых элементов зеленой инфраструктуры — зеленые крыши, дождевые сады, специальные каналы для биологической защиты, сухие колодцы и водосливы, а также система контроля дождевой воды. Сухие колодцы и водосливы используются для временного сбора воды во время паводков. Также развита практика повторного использования дождевой воды: орошение зеленых насаждений, мойка автомобилей, дорог и др.

В Пекине положение об управлении ливневыми водами закреплено несколькими нормативно-правовыми актами. Также разработаны стратегические планы по реализации: пятилетний план использования дождевых вод в рамках развития водного хозяйства Пекина и пятилетний план использования дождевой воды. Кроме того, разработаны стратегии для отдельных районов, а также ряд стандартов по проектированию зеленых крыш, проницаемых покрытий, ливневой канализации и ландшафтного дизайна.

Для объектов нового строительства в 2013 году ввели систему оценки воздействия строительных объектов на водные ресурсы, включающую в том числе следующие индексы: коэффициент проницаемости грунта и боковых канав, анализ и расчет затопления земель.

Ухань, так же, как и Пекин, реализует концепцию города-губки. В 2015 году было выпущено руководство по планированию и проектированию города-губки. Для Уханя разработан зеленый каркас — система связанных между собой зеленых территорий и водоемов. Среди элементов зеленой

инфраструктуры используют дождевые сады, зеленые крыши, проницаемые тротуары, колодцы для инфильтрации, инфильтрационные бассейны, траншеи, модули для хранения дождевой воды.

Реализация концепции города-губки затрагивает сразу несколько департаментов. Муниципальные и районные власти координируют строительство объектов, муниципальное бюро городского и сельского строительства отвечает за планирование, муниципальное бюро по озеленению — за реализацию объектов зеленой инфраструктуры, а муниципальное бюро по водным ресурсам участвует в проектах, касающихся водных объектов. В 2017 году в Ухане было выпущено техническое руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию инфраструктуры города-губки в жилых кварталах.

Выстроенная система управления и технологическая система отвода ливневых стоков хорошо себя зарекомендовали в 2020 году, когда выпало почти в 2 раза больше осадков, чем в другие годы. Количество точек затопления при этом уменьшилось со 162 до 30 по сравнению с интенсивными ливнями в 2016 году. Исследователи Университета Лидса подсчитали, что реализация концепции города-губки в Ухане позволила сэкономить около 510 млн евро [72].



Во всех рассмотренных странах на национальном уровне приняты документы (программы) развития ливневой канализации как реакция на изменение климата с целью защиты окружающей среды и борьбы с наводнениями. Но при этом создание планов реализации мероприятий по контролю ливневых стоков входит в полномочия муниципалитетов. Муниципальные образования отличаются друг от друга по различным характеристикам, в том числе климатическим. Поэтому считается, что на местах лучше понимают существующие проблемы. Значит, и эффект от реализации планов, выдвинутых муниципальными властями, будет выше, чем если бы проектные решения были спущены сверху. Тем не менее нормативно-правовые акты по контролю ливневых стоков закреплены на всех уровнях власти: на национальном уровне, как правило, определяются общие принципы, на региональном уровне — критерии контроля, оценки и ответственные департаменты, на местном уровне — конкретные планы реализации проектов.

Часто реализация планов по контролю ливневых стоков требует межведомственного взаимодействия различных департаментов. Медиатором взаимодействий выступает департамент, ответственный за реализацию планов по контролю ливневых стоков. Он координирует взаимодействие между ведомствами, отвечающими за строительство, озеленение, состояние водных объектов, организацию транспорта и др.

Также большое внимание уделяется организации дождевого стока на территориях объектов нового строительства. Отсутствие обоснований и планов по управлению дождевыми стоками на новом

объекте может послужить причиной отказа в выдаче разрешения на строительство. Планирование развития существующей сети тесно взаимосвязано с мероприятиями, заложенными в документах территориального планирования.

Кроме того, в странах активно применяют элементы зеленой инфраструктуры для контроля ливневых вод, а также развивают практику использования дождевой воды в технических целях. При этом активно создаются интерактивные геоинформационные системы, в которых отражается существующая система ливневой канализации, создаются модели, предсказывающие ее способность выдерживать пиковые нагрузки в период обильного выпадения осадков.

2.2 Практики тарификации услуг отвода поверхностных стоков

Анализ практик финансирования систем водоотведения поверхностных стоков в разных странах показал, что тренд последнего двадцатилетия — взимание платы (тарификация) за соответствующие услуги. Плательщиками выступают собственники объектов недвижимости (земельных участков), включая органы публичной власти. Но подходы к тарификации не универсальны, и способы определения размера платежей могут существенно различаться не только от страны к стране, но и от города к городу.

В данном разделе проанализированы практики тарификации в таких странах, как США, ФРГ, Англия и Австралия. Ключевыми вопросами анализа стали:

- правовое регулирование;
- статус плательщика;
- механизм расчета стоимости платы за отведение поверхностных стоков;
- инструменты, стимулирующие развитие зеленой инфраструктуры инфильтрационного и накопительного характера;
- прочие факторы, характеризующие работу с поверхностными стоками в рассматриваемых городах.

С Ш А

Водоотведение поверхностных сточных вод в Соединенных Штатах регулируется как на национальном уровне, так и на уровне штатов и муниципалитетов. Но именно федеральные законы оказали влияние на принимаемые решения о тарификации на местах. В итоге именно США стали страной с самым большим разнообразием механизмов финансирования водоотведения поверхностных стоков в настоящее время.

Федеральное законодательство США накладывает на муниципалитеты обязательства по отводу и очистке поверхностных стоков. В силу этого города начиная с 1970-х годов разрабатывают и внедряют механизмы оплаты за услуги по обслуживанию общественных систем отвода ливневых стоков. Таким образом они сформировали эффективный механизм финансирования

своих обязательств. Как итог — за более чем 50 лет существования программы лицензирования водоотведения стоков муниципалитеты США разработали разнообразные практики, многие из которых используются не только в Штатах, но и во всем мире.

Подходы, которые используются в Соединенных Штатах для определения платы за ливневые стоки, можно разделить на две группы.

Первая группа — плата по фиксированной ставке (в английской литературе — Flat Fee) для всех собственников недвижимости, независимо от того, какой объем воды отводится с участка [73]; вторая группа — использование переменных ставок (Variable Fee) на основании объемов отводимых в ливневую канализацию вод, которые могут определяться разными способами [74] (табл. 6).

табл. 6 **Классификация методов тарификации водоотведения поверхностного стока в США**

ПЕРЕМЕННЫЕ СТАВКИ		ПОСТОЯННЫЕ СТАВКИ
ID	Development Intensity	Tier
DAT	Distributed Alternative Transportation	Flat Fee
ERU	Equivalent Residential Unity	
EHA	Equivalent Hydraulic Area	
HA	Hydrological alternative	
REF	Residential Equivalent Factor	
TPA	Total Property Area	

Источник: составлено авторами по материалам из Kea K., Dymond R., Campbell W. An analysis of patterns and trends in United States stormwater utility systems [74].

Проанализируем основные подходы к тарифному регулированию.

Intensity of Development (ID)

Тарификация водоотведения поверхностных сточных вод методом Intensity of Development — интенсивности застройки (далее — ID) — происходит на основании процентного соотношения непроницаемой площади к размеру всего участка. При применении данного подхода к расчету платы требуется, чтобы общая площадь участков была определена для всех жилых и нежилых объектов недвижимости. Каждому участку должен быть присвоен коэффициент интенсивности застройки в зависимости от доли непроницаемых поверхностей на нем. На основании коэффициентов интенсивности застройки устанавливается скользящая шкала платежей.

Большинство муниципалитетов применяют упрощенный порядок определения платы за отвод ливневых вод. Чаще всего тариф привязывается к одной или нескольким категориям жилых домов для одной семьи. В свою очередь, нежилые объекты подразделяются, как правило, на 5–10 тарифных групп, которые варьируются от неосвоенных (undeveloped) до очень сильно застроенных земельных участков (very heavily developed). Таким образом,

морфология застройки оказывает сильное влияние на размер платежа в соответствии с данной методикой. Территориям с однотипной жилой застройкой, как правило, присваивается единая категория интенсивности застройки.

Данный метод тарификации позволяет сгруппировать морфологически схожие объекты недвижимости и применять средние значения для всех участков, отнесенных к данной группе. Например, все многоквартирные дома могут иметь единый коэффициент интенсивности застройки 0,65 вместо присваивания индивидуальных оценок в диапазоне от 0,50 до 0,85.

В настоящее время данный подход к тарификации используется в таких городах, как Бельвью, Такома и Сиэтл (штат Вашингтон), Цинциннати (штат Огайо) и многих других. В Сиэтле услуги по водоотведению ливневых вод оплачиваются в зависимости от категоризации собственников недвижимости единовременным платежом раз в год. Собственники объектов жилой недвижимости площадью до 10 тыс. кв. футов платят на основании многоуровневого тарифа TF (см. подраздел "Tier Fee" в этом разделе) в зависимости от общей площади участка.

Следует отметить, что в Сиэтле предоставляются тарифные скидки в случае снижения доли непроницаемых поверхностей. Это делает практику Сиэтла одной из самых интересных ввиду одновременного наличия трех подходов в одном муниципалитете. Дифференциация, установленная местными властями, позволяет определить тариф для всех потребителей услуги ливневой канализации. По отчетным данным, 93% земельных участков потребителей услуги тарифицируется согласно показателям табл. 7, что говорит о высокой однородности жилой недвижимости в городе.

табл. 7 Пример многоуровневого тарифа TF в Сиэтле (штат Вашингтон) для жилой застройки площадью менее 10 тыс. кв. футов

КАТЕГОРИЯ УЧАСТКА	2022 долл. США	2023 долл. США
Менее 186 м ²	204,21	216,23
187–278 м ²	337,13	356,90
279–464 м ²	465,91	493,22
465–650 м ²	632,67	669,75
651–929 м ²	797,99	844,76

Источник: Seattle Public Utilities. Drainage Rates [75].

Equivalent Residential Unity (ERU)

Тариф, рассчитанный методом Equivalent Residential Unity — эквивалентной жилой единицы (далее — ERU), — также известным как Equivalent Stormwater Utility — эквивалентной услуги водоотведения ливневых вод (ESU), — наиболее распространенный метод тарификации услуги водоотведения поверхностных стоков в США. Только в Новой Англии до 80% всех услуг, связанных с ливневой канализацией, оплачивается по тарифам, рассчитанным методом ERU [76].

В основе тарификации методом ERU лежит использование средней стандартизированной площади непроницаемой поверхности жилого объекта в качестве стандартной единицы для определения платы за ливневые стоки для жилых объектов в массовой категории зонирования (например, односемейные жилые дома) в выбранной зоне обслуживания [77]. При использовании такого подхода платеж для всех объектов недвижимости в данной категории зонирования одинаков и соответствует ставке ERU. В свою очередь, плата за услуги водоотведения ливневых стоков для нежилой недвижимости определяется на основании стандартизированных ставок ERU с учетом коэффициента, который определяется путем сопоставления доли непроницаемой поверхности земельного участка с нежилой недвижимостью с участком, для которого установлено ERU [78, 79]. При определении эквивалентной жилой единицы для оценки общей и непроницаемой площади участков с жилой недвижимостью может быть использована многоспектральная аэрофотосъемка. Рассчитанная на основании фотосъемки площадь непроницаемых поверхностей делится на количество жилых объектов для получения показателя стандартизированного тарифа ERU [80].

Расчет тарифа ERU выглядит следующим образом:

$$\text{Площадь ERU} = \frac{\text{площадь непроницаемых поверхностей жилой недвижимости}}{\text{общее число участков резидентов жилой недвижимости}} \quad (9)$$

$$\text{Число ERU на один участок} = \frac{\text{площадь непроницаемых поверхностей}}{\text{площадь ERU}} \quad (10)$$

Изменение размера площади среднестатистического участка жилой недвижимости изменяет тарифную нагрузку на собственников в зависимости от тарифной политики городской администрации. Многие города изменяют значения ERU в зависимости от текущих приоритетов. Так, например, Сан-Маркос (штат Техас) повысил ERU с 2250 до 2575 кв. футов, что привело к снижению тарифной нагрузки на собственников нежилой недвижимости, а Лонгвью (штат Вашингтон) повысил ERU с 2500 до 3000 кв. футов.

Использование тарификации методом ERU в каноническом виде может привести к социальной несправедливости по отношению к ряду собственников недвижимости. В основном это касается жилой недвижимости. Но простота расчета и возможность оказывать непосредственное влияние на тарифную политику городов сделала этот метод наиболее распространенным для расчета тарифов на водоотведение ливневых стоков в США.

Tier Fee (TF)

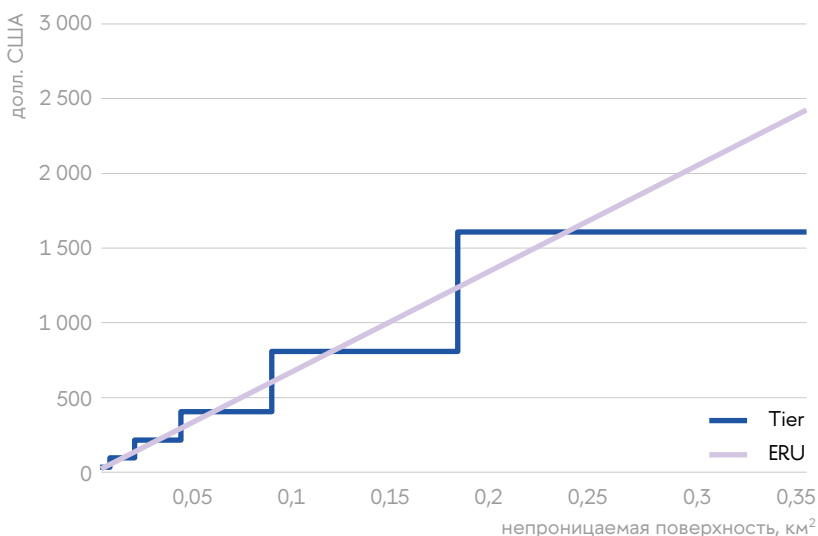
Для устранения элементов несправедливости, связанных с методом расчета тарифа по ERU, сложилась практика многоуровневой тарификации, или — в английской терминологии — Tier Fee (далее — TF). Фактически данная методология является ценовой дискриминацией третьей степени, при которой для каждой группы потребителей устанавливается ставка

тарифа в зависимости либо от показателя непроницаемой поверхности, либо от общей площади участка [77]. В ряде случаев уровни могут быть рассчитаны на основании категориальных факторов, таких как тип землепользования [74].

Установление тарифов для каждой категории собственников методом TF происходит путем решения системы уравнений. Теоретически это должно обеспечивать максимальную справедливость тарифных решений. Однако на практике это не всегда так. При неправильном разбиении потребителей на группы ситуация еще более усугубляется, нежели при использовании метода ERU. Например, при большем шаге площади непроницаемой поверхности собственники очень крупных объектов недвижимости не платят свою справедливую плату, соответствующую объему оказанных услуг, в то время как собственники меньших объектов недвижимости могут сильно переплачивать.

Чем более многоуровневая система TF, тем ближе она к тарифу ERU для нежилой недвижимости. На рис. 31 приведено сопоставление многоуровневого тарифа TR с тарифом, рассчитанным по ERU [80].

рис. 31 Пример расчета многоуровневого тарифа TR по сравнению с тарифом ERU



Источник: составлено авторами по материалам Campbell W. *The Western Kentucky University Stormwater Utility Survey 2022* [80].

В Флагстаффе (штат Аризона) многоуровневый тариф для жилой недвижимости основан на средней площади непроницаемой поверхности на участке потребителя (табл. 8). В свою очередь, тарифы для нежилой недвижимости рассчитываются на основании метода ERU. Как можно заметить, тарифная ставка за эквивалентную жилую единицу ERU для нежилой недвижимости равна 1,3 долл., как и тариф для 1-й категории TR системы жилой недвижимости. Фактически среднестатистический участок собственников нежилой недвижимости Флагстаффа находится в 1-й категории с площадью непроницаемой поверхности от 200 до 1500 кв. футов. Большие участки оплачиваются пропорционально росту непроницаемой поверхности.

табл. 8 Пример многоуровневого тарифа TR — Флагстафф (штат Аризона)

TIRE	НЕПРОНИЦАЕМАЯ ПОВЕРХНОСТЬ фут. кв.	МЕСЯЧНЫЙ ТАРИФ долл. США
Жилой (1-го типа)	200–1500	1,3
Жилой (2-го типа)	1501–3000	2,6
Жилой (3-го типа)	3001–4500	3,9
Жилой (4-го типа)	4501–6000	5,2
Жилой (5-го типа)	Более 6001	6,5
Нежилой	1 ERU = 1500 (фут. кв.)	1,3/ERU

Источник: Flagstaff, Arizona [81].

В Нэшвилле (штат Флорида) тариф TR зависит от типа объекта недвижимости (табл. 9). Для жилой недвижимости установлена единая TF-ставка в размере 4,51 долл. Такие объекты нежилой недвижимости, как фабрики и коммерческие помещения, тарифицируются пропорционально площади непроницаемой поверхности по ставке 4,51 долл. за каждые 7500 футов непроницаемой поверхности. В отличие от Флагстаффа, в Нэшвилле тарификации подвергаются и неиспользуемые участки потребителей. Участки разделяются на очищенные и неочищенные, и считается, что участок с растениями поглощает весь объем осадка, а очищенный участок — нет.

табл. 9 Пример многоуровневого тарифа TR — Нэшвилл (штат Флорида)

ОПИСАНИЕ УРОВНЯ ТАРИФИКАЦИИ	МЕСЯЧНЫЙ ТАРИФ долл. США
Односемейный жилой дом	4,51
Другая жилая постройка	4,51 за 1 постройку
Фабрика	4,51 за постройку и 4,51 за 7500 футов непроницаемой поверхности
Коммерция	9,03 за постройку и 4,51 за 7500 футов непроницаемой поверхности
Участок очищенный	1,73 за 1 акр
Участок неочищенный	0

Источник: заимствовано из [82].

Flat Fee (FF)

Методология единой ставки Flat Fee (далее — FF) подразумевает установление единого тарифа для всех пользователей сети ливневой канализации, то есть единый фиксированный платеж [74]. Данный вид тарификации не может быть справедливым ввиду отсутствия оценки объемов сточных вод, поступающих в систему водоотведения. Но он не требует вычислений и понятен для получателей услуг.

Есть практики модификации методологии единой ставки. В большинстве случаев именно модификации FF являются составляющей частью тарифов, определяемых на основании эквивалентной жилой единицы ERU. Так, система двух платежей Dual Fee (далее — DF) является версией установления тарифов методом FF, но с двумя фиксированными платежами вместо одного.

Существуют различные варианты установления потолка цен на тарифы водоотведения поверхностных стоков, например, в случае тарификации ERU. Тем не менее именно фиксированный платеж (плоская плата) и реже два фиксированных платежа по тарифу FF используются для сбора средств на первичном этапе установления тарифов с последующей разработкой более справедливой системы тарификации [79].

Equivalent Hydraulic Area (EHA)

Тарификация методом эквивалентной водопроницаемой площади Equivalent Hydraulic Area (далее — EHA) учитывает площадь как непроницаемых, так и проницаемых поверхностей. В результате методология EHA обеспечивает наилучшую справедливость в части фактического объема оказываемых услуг водоотведения по сравнению с другими видами тарифов (ID, ERU, FT, FF), где пользователи так или иначе уравниваются в рамках унифицированных систем оплаты. Также данный метод позволяет установить тариф для неосвоенных участков. Это положительным образом сказывается на оплате услуг ливневой канализации в целом, поскольку снижается нагрузка на других пользователей и, что не менее важно, стимулируется уменьшение площади непроницаемых поверхностей через снижение совокупного объема платы. Размер платы по EHA определяется следующим образом:

$$FEE = C_{imp} \times IA_{imp} + C_{perv} \times IA_{perv} \quad (11)$$

где IA_{imp} — площадь непроницаемых поверхностей;

IA_{perv} — площадь проницаемых поверхностей;

C_{imp} — ставка тарифа EHA для непроницаемых поверхностей;

C_{perv} — ставка тарифа EHA для проницаемых поверхностей.

Например, в Мононе (штат Висконсин) с 2014 года установлены платежи методом EHA. Плата для всех пользователей услуги определяется путем умножения площади водонепроницаемой поверхности на ставку тарифа в размере 0,019533 долл. за 1 кв. фут и площади водопроницаемой поверхности — 0,00000456 долл. за 1 кв. фут (в 4300 раз меньше, чем за непроницаемую). В итоге при наличии земельного участка площадью водонепроницаемой поверхности 1500 кв. футов и площадью водопроницаемой

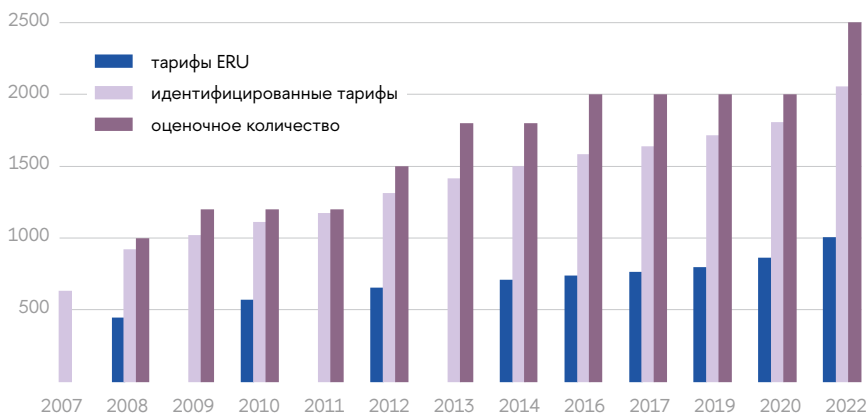
поверхности 2500 кв. футов житель Мононе заплатил 29,31 долл., из которых 29,3 — за водоотведение с водонепроницаемой поверхности. В результате потребители финансово заинтересованы в снижении площадей водонепроницаемых поверхностей.

Несмотря на положительные стороны, данная методология считается трудоемкой, поскольку предполагает измерение непроницаемой и проницаемой площади каждого земельного участка пользователей услуг. Это приводит к более высоким административным расходам, а также повышает вероятность возникновения ошибок при выставлении счетов. Отметим также, что механизм определения ставок тарифа остается сложным для понимания рядовым потребителем услуг.

Общие характеристики тарифной политики

С принятия закона о чистой воде в 1972 году начался постепенный рост практик введения платы за услуги по отводу ливневых вод при отсутствии федерального регулирования. В 1980–1990-х годах тематика управления и финансирования программ по ливневым водам стала рассматриваться в аналитических публикациях и на научных конференциях [83]. Сформированные теоретические основы способствовали росту числа введенных муниципальных программ водоотведения поверхностных стоков. Если за первые 18 лет после введения федерального закона число программ не доходило до 100, то уже за следующие 5 лет оно увеличилось до 226, а к концу XX века чуть менее 350 городов финансировали ливневую канализацию за счет платежей потребителей. С 2000 по 2010 год число муниципальных программ развития ливневой канализации утроилось до оценочного значения 1112. К 2020 году их насчитывалось 1807, а в 2022 году общее число выявленных в ежегодном исследовании [80] программ составило 2057 в 41 штате. По мнению авторского коллектива, такое количество является вполне объективной оценкой. Реальное число городов с финансированием ливневой канализации за счет пользователей услуг еще больше и варьируется от 2500 до 3000 (рис. 32).

рис. 32 Число программ водоотведения поверхностных стоков в США с 2007 по 2022 г., шт.



Источник: составлено авторами по материалам из *The Western Kentucky University Stormwater Utility Survey* за различные годы [78, 79, 80].

Имеющиеся данные позволяют составить представление о неоднородности ценообразования в вопросе тарификации услуг ливневой канализации в США. Из рисунка следует, что далеко не во всех городах страны введена ежемесячная оплата водоотведения поверхностных вод. Там, где она есть, ее вклад в общий платеж за воду и водоотведение составляет 10–15%. В крупных американских городах достаточно часто отвод ливневых вод не является отдельной услугой и фактически оплачивается через услугу водоотведения хозяйственно-бытовых стоков. Это объясняет более высокие ежемесячные платежи за канализование в сравнении с услугами водоснабжения.

В большинстве изложенных выше подходов к тарификации ливневая канализация является услугой по содержанию объекта недвижимости, оплачиваемой в виде ежемесячного неналогового сбора. Наряду с этим есть практики, когда сбор за водоотведение поверхностных вод (Storm Water Fee) входит в перечень налоговых сборов на уровне штата (State and Other Taxes) и оплачивается один раз год.

Наиболее распространенным методом тарификации услуг водоотведения ливневых вод в США является ERU. Общая доля городских программ тарификации по ERU за период с 2008 по 2022 год выросла с 46 до 51%. ERU наиболее распространен во всех климатических зонах за исключением Западной и Северо-Западно-Центральной Америки, где в основном распространены практики установления единой ставки для всех потребителей. Система ERU также преобладает на территориях с высокой плотностью населения, тогда как FF распространена в местах с низкой плотностью населения [74].

Вне зависимости от штата размер платежей за отвод поверхностных вод высокий. Самые высокие тарифные ставки на северо-западе в Вашингтоне и Орегоне, самые низкие — на юге: в Джорджии, Алабаме, Миссисипи. Сравнивая показатели 2007 и 2022 годов, можно отметить общий рост ставок. Интересно, что плата по вновь появившимся тарифам выше, чем по введенным до 2007 года [78, 80].

Средний платеж одного домохозяйства с 2007 по 2022 год вырос на 49% до показателя в 6,01 долл. в месяц, медианный — на 42% (рис. 33). Рост платежа опережает общий рост уровня цен в США, что говорит об увеличении тарифной нагрузки на среднестатистического потребителя услуг ливневой канализации вне зависимости от территории.

рис. 33

Средний и медианный месячные тарифы за отвод поверхностного стока в США с 2007 по 2022 г. в расчете на одно домохозяйство, долл. США



Источник: составлено авторами по материалам из The Western Kentucky University Stormwater Utility Survey за различные годы [78, 79, 80].

ГЕРМАНИЯ

Большая часть ливневой канализации Германии общесплавная. Такая структура более сложна при разделении издержек в случае принятия решения об отдельной тарификации услуги водоотведения хозяйственно-бытовых и ливневых стоков. В случае смешивания сточных вод регулятору надо рассчитать вклад каждого отдельного вида стока в издержки на обслуживание общесплавной канализации. Из-за сложностей отдельной тарификации стоков при общесплавной канализации в Германии долгое время использовались подходы к тарификации, основанные на агрегации издержек, а расчет платы производился исходя из объема потребления питьевой воды.

В 1972 году Федеральный административный суд (BVerwG) вынес решение о том, что отсутствие отдельной платы за водоотведение поверхностного стока не должно оспариваться, если расходы на канализование поверхностных вод остаются незначительными, не определив значение понятия «незначительные» [84]. Однако в 1985 году BVerwG на повторном заседании по данному вопросу определил понятие незначительности. Согласно этому решению, плата за водоотведение сточных вод должна быть разделена, если расходы на отвод поверхностных стоков превышают 12% от общих расходов на водоотведение всех сточных вод [85]. В случае возникновения сомнений у потребителей услуг муниципалитет, как регулятор, обязан доказать, что текущие расходы на отвод ливневых сточных вод составляют менее 12% и отдельную плату можно не применять. Очевидно, что единый платеж за водоотведение, рассчитанный исходя из объемов потребления питьевой воды, делает муниципалитеты «зайцами-безбилетниками», поскольку максимальный объем ливневых стоков отводится с публичных пространств, находящихся в муниципальной собственности.

Отменить единую плату за водоотведение стоков могут не только при подозрении, что более 12% издержек инфраструктуры общесплавной канализации составляют издержки на поддержание ливневой канализации, но и при доказательстве того, что данная система ценообразования не соответствует принятому в Германии принципу эквивалентности, согласно которому размер платы по тарифу должен соответствовать полученной потребителем услуге на основании общего принципа равенства (ст. 3. 1 ГГ) [86].

В итоге в Германии в настоящее время существуют два подхода к тарификации водоотведения (табл. 10):

- 1) Единый тариф на водоотведение (*нем.* Einheitlichen Frischwassermassstab), когда издержки по водоотведению поверхностных сточных вод включаются в оплату водоотведения хозяйственно-бытовых стоков.
- 1) Раздельная плата за сточные воды (*нем.* Gesplittete Abwassergebühr, или GAG), когда оплата услуги водоотведения ливневых вод определяется на основании общей площади непроницаемых поверхностей земельного участка потребителя услуг.

Проанализируем практику раздельной платы за поверхностные сточные воды.

	ЕДИНЫЙ ТАРИФ		РАЗДЕЛЬНАЯ ПЛАТА	
Тарификация на основе	потребления питьевой воды		объемов отводимой воды	
Стоимость услуг	хозяйственно-бытовая канализация	ливневая канализация	хозяйственно-бытовая канализация	ливневая канализация
	объем потребления питьевой воды		объем потребления питьевой воды	площадь поверхности

Источник: составлено авторами по материалам официального интернет-портала Gesplittete Abwassergebuehr Baden [87].

Многие муниципалитеты в Германии отказались от единого тарифа по оплате водоотведения хозяйственно-бытовых и поверхностных стоков. В связи с этим получили развитие подходы, направленные на учет размера застроенной территории, с которой вода попадает в систему ливневой канализации [88]. В рамках такого подхода платеж за водоотведение поверхностного стока зависит от площади водонепроницаемых поверхностей собственника недвижимости.

Цель перехода на новую систему оплаты — бóльшая социальная справедливость. При введении отдельной платы за ливневые воды расходы на утилизацию и очистку бытовых сточных и дождевых вод распределяются между получателями услуг в зависимости от объема услуг для каждого конкретного пользователя. В этом случае соблюдается упомянутый выше принцип эквивалентности (оплата услуги соизмерима с объемом ее предоставления). Наряду с этим отдельная плата формирует стимулы к увеличению доли проницаемых поверхностей и мест хранения и/или инфильтрации ливневых осадков. Это важный фактор экологического вектора развития Германии с применением стандартов LID.

Методы тарификации услуги водоотведения ливневых вод, используемые в Германии, аналогичны методам ЕНА, ТФ и другим, применяемым в США. Например, в городе Детмольде плата за водоотведение ливневого стока в начале 2010-х годов составляла 11,25 евро за каждые 15 м² водонепроницаемой поверхности [89], что соответствует американской методологии расчета тарифа ЕНА при условии отсутствия платы за полностью водопроницаемые участки территории. Примеры тарификации услуги водоотведения поверхностных стоков в Детмольде и Киле показаны на рис. 34.

Метод проницаемости поверхности Verursacherprinzip Rechnung

С теоретической точки зрения тариф, рассчитанный на основе определения проницаемых поверхностей земельного участка (нем. Verursacherprinzip Rechnung), представляет собой аналог метода, который в Соединенных Штатах называется Hydrologic Alternative (водопроницаемая альтернатива). Нам не удалось найти факты применения этого метода

в США, что, скорее всего, связано со значительными издержками при определении размера платежей для каждого участка и предпочтением более унифицированных решений. По этой причине рассмотрим немецкую практику подробнее.

Определение платы за отвод поверхностных вод с использованием метода водопроницаемой альтернативы (НА, или нем. VR) учитывает не только общую площадь проницаемой и непроницаемой поверхности земельных участков, но также и водопроницаемые свойства отдельных его элементов. Расчет платы происходит путем умножения ставки тарифа водоотведения стока за 1 м² на характеристику водопроницаемости конкретной поверхности и на площадь участка, занимаемую данной поверхностью. Итоговый размер платы определяется как сумма платы за отдельные элементы участка с различными характеристиками проводимости поверхности, так называемых уменьшенных площадей водоотведения [89]:

$$FEE = \sum_i Q_i \times \Psi_i \times C_{НА} \quad (12)$$

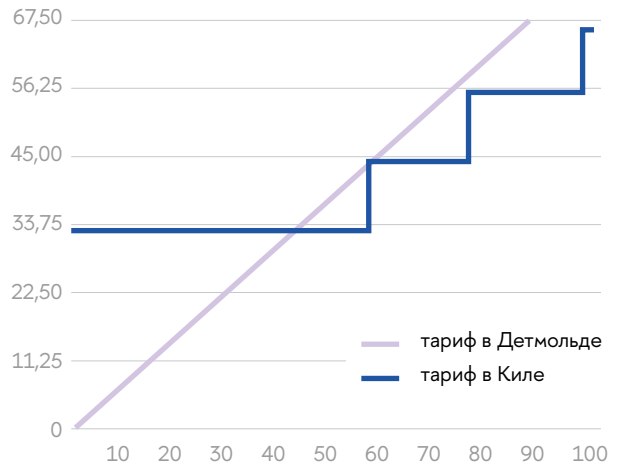
где $C_{НА}$ — ставка тарифа методом НА, евро
 Q_i — площадь участка абонента со схожими характеристиками проводимости;
 Ψ_i — гидравлический коэффициент стока, то есть характеристики проводимости i -го покрытия на территории абонента (см. формулу 3):

$$\Psi = \frac{A_o}{N}, \quad (13)$$

где A_o — отводимые осадки в мм;
 N — общее количество осадков в мм.

Показатели гидравлического коэффициента стока стандартизированы для наиболее распространенных видов отделочных материалов. Например, в Баден-Бадене тариф определяется по шкале с использованием коэффициента непроницаемости участков, представленной в табл. 11. Кровельные поверхности и открытые пространства классифицируются отдельно. Для расчета тарифа используется ставка оплаты услуги водоотведения ливневых вод за 1 м² поверхности, которая составляет 0,46 евро/м². Далее платеж корректируется в соответствии с показателями проницаемости отдельных

рис. 34 Тарификация ливневого стока в Детмольде и Киле (евро в год) в зависимости от площади непроницаемой поверхности



Источник: составлено авторами по материалам из Słyś D., Stec A., Zeleňáková M. A LCC analysis of rainwater management variants [89].

табл. 11 Гидравлический коэффициент стока для различных типов поверхностей в Баден-Бадене, Германия

КОЛОНКА	ТИП УПЛОТНЕНИЯ	КОММЕНТАРИЙ	
Поверхность крыши			
B1	Стандартная крыша	Все поверхности крыши, кроме зеленых крыш и крыш с гравийным покрытием	0,9
B2	Крыша с гравийным наполнителем		0,6
B3	Зеленая крыша		0,3
Открытое пространство			
C1	Полностью непроницаемые	Водонепроницаемые поверхности, такие как асфальт, битум, бетонные поверхности и пандусы и т.д.	0,9
C2	Сильно непроницаемые	Тротуары, камни, блокирующие камни, мощение газонов и т.п.	0,6
C3	Мало непроницаемые	Гравий, щебень, дробленая трава, травоукладчики, пористая мостовая, спортивные покрытия с дренажом, экомостовые или аналогичные покрытия	0,3
C4	Проницаемые	Парки и растительные зоны, гравий и щебень, укатанный гравий и т.д.	0

Источник: *Baden-Baden Gesplittete Abwassergebühr. Häufig gestellte Fragen* [91].

элементов участка потребителя. Например, при наличии крыши с гравийным наполнением плата сократится на 33% по сравнению с черепичной крышей той же площади. Если изменение покрытия крыши затрагивает конструктивные особенности дома и маловероятно, то открытые поверхности земельного участка относительно легко поддаются изменениям. Если собственник недвижимости в Баден-Бадене решит заменить бетонную парковку у дома на экобрусчатку, то платеж с данной поверхности снизится на 67%, что весьма существенно. Варианты покрытий для крыш и открытых пространств земельных участков также представлены на рис. 35.

Наиболее трудоемкими при использовании данного метода тарификации являются учет различных элементов участка потребителей услуг и их классификация. На практике он производится двумя способами. Это может быть аэрофотосъемка, которая вкуче с планировочными документами и земельным кадастром позволяет определить площади проницаемых и непроницаемых элементов на участках потребителей [92]. Например, аэрофотосъемка использовалась в Фирсене (Северный Рейн — Вестфалия) при переходе от единого тарифа к разделенному. Второй способ — самооценка, когда потребители услуг самостоятельно передают данные об участках в регулирующие органы. Эти данные подвергаются выборочной проверке, чтобы снизить вероятность несоответствия или ошибок.

ПОЛНОСТЬЮ НЕПРОНИЦАЕМЫЕ

Асфальт



Бетон



Кровельные материалы



Каменное покрытие (сцементированное)



СИЛЬНО НЕПРОНИЦАЕМЫЕ

Плиты



Мощение



СЛАБО ПРОНИЦАЕМЫЕ

Эко-брусчатка



Каменное покрытие с открытыми швами



Горный песок/ минеральная смесь



ПОЛНОСТЬЮ ПРОНИЦАЕМЫЕ

Трава



Гравий



Источник: составлено авторами по материалам © 2019 Kyaw Zay Ya, © 2020 Tanner Vote, © 2017 Jack Price-Burns, © 2019 Antonio Virgil, © 2018 Anna Schroeder, © 2020 Egor Myznik, © 2022 masden picture, © 2022 Suzi Kim, © 2017 aurora.kreativ, © 2017, © 2016 Peter Shahlaei / Unsplash

Важным компонентом расчета платы методом НА является непосредственно определение ставки тарифа водоотведения поверхностного стока. Данный показатель рассчитывается муниципалитетом, основываясь на необходимой валовой выручке для поддержания ливневой канализации в исправном состоянии. Таким образом, реализуется ключевой принцип немецкой системы тарификации — принцип покрытия платежами потребителей необходимых расходов. В данном случае он успешно применяется и в области ливневой канализации. Затраты на ливневую канализацию, в том числе и инвестиционные, практически полностью покрываются за счет платы за водоотведение поверхностного стока [93].

Следует отметить, что разброс тарифных ставок между городами значительный. Например, в Хеммингене тариф составляет 0,27 евро/м², в Ганновере — 0,68 евро/м² [89], а в Гамбурге и Штутгарте — 0,73 евро/м² [94]. Получается, что отвод осадков в столице Швабии на 12 центов дороже, чем в Ингольштадте. В Мюнхене за 1 м² непроницаемой площади потребители платят 1,30 евро, в Кельне аналогичный показатель составляет 1,27 евро/м², в Дрездене — 1,56 евро/м², а в Берлине ставка самая высокая в Германии и составляет 1,897 евро/м². Высокий тариф — это лучший стимул для развития зеленой инфраструктуры среди потребителей услуг [95]. Отметим также, что в Германии тарифы на водоотведение поверхностных вод практически не изменяются во времени [96].

Применение в Германии более сложной методологии расчета платежа за водоотведение поверхностных стоков по сравнению, например, с США связано не только с обеспечением более справедливого подхода, но, как уже было сказано, с возможностью финансово стимулировать пользователей услуг централизованного водоотведения повышать водопропускную способность участка. Введение таких практик требует значительных административных затрат со стороны муниципалитета. Однако подобные стимулы приводят к успешным практикам внедрения зеленой инфраструктуры [97]:

- использованию строительных материалов с повышенной инфильтрационной способностью;
- разгерметизации поверхностей, которая повышает сток участка;
- инфильтрации осадков на территории участка.

Опираясь на адресный подход к работе с потребителями, в Берлине была разработана подробная схема снижения платежа за водоотведение ливневых стоков при внедрении зеленой инфраструктуры [98]. Многие муниципалитеты Германии также предоставляют скидки по оплате отведения ливневых стоков в случае, если владельцы земельных участков собирают и хранят ливневую воду в цистернах или дождевых бочках объемом 1 м³ и более. Аналогично практике Берлина пользователь заранее должен доказать эффективность использования устройства для сбора воды с целью снижения объема ливневых стоков с участка.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

В Англии и Уэльсе водоснабжение и водоотведение осуществляются частными компаниями, которые организуют свою деятельность не по поселенческому принципу, а по водным бассейнам. Поэтому при изучении механизмов тарификации водоотведения поверхностных вод в Великобритании будут рассмотрены примеры установления тарифов не для отдельных городов, а для двух различных компаний: Thames Water и Dŵr Cymru Welsh Water.

Thames Water

Thames Water оказывает услуги водоснабжения и водоотведения населенным пунктам в бассейне реки Темзы, включая Лондон [99].

Тариф для пользователей услуг компании по отводу хозяйственно-бытовых стоков рассчитывается одним из следующих методов: плата за арендную стоимость (*англ.* The Rateable Value Charge, или RVC), плата за рыночную стоимость (*англ.* The Notional Value Charge, или NVC), предполагаемое расчетное водоотведение (*англ.* The Assessed Household Charge), плата за снабжение домохозяйств услугой на основании арендной стоимости (*англ.* The Bulk Supplied Households (RV) Charge) (метод, аналогичный RVC, но расчет осуществляется исходя из площади недвижимости) и фиксированная ставка тарифов (*англ.* The Fixed Charge). При столь разнообразных вариантах тарификации услуги водоотведения хозяйственно-бытовых стоков для ливневых сточных вод предусмотрена только фиксированная плата (FF). Эта ставка входит в оплату услуги водоотведения хозяйственно-бытовых сточных вод и неотделима от нее при условии, что к объекту недвижимости подведена вода. Таким образом, Thames Water рассчитывает платеж за водоснабжение и водоотведение хозяйственно-бытовых стоков одним из перечисленных методов и включает в него фиксированный платеж за отведение ливневых стоков.

Если к объекту не подведена вода, собственники платят фиксированную годовую ставку за отведение поверхностных вод в размере 51,15 ф. ст. за объект жилой недвижимости и 8,18 ф. ст. за гараж или любое другое место хранения автомобиля.

Возможно снижение платы за услугу водоотведения сточных вод в размере 32,46 ф. ст., если собственник земельного участка не отводит ливневую воду, а накапливает и/или использует ее. Но если хоть какая-то часть ливневых вод отводится, то просто снижение объемов отведения ливневых вод не приводит к получению скидки. Такая политика не формирует интерес к снижению платы путем создания объектов зеленой инфраструктуры на земельном участке за исключением ситуации полного поглощения осадков.

Dŵr Cymru Welsh Water

Аналогично введению тарифов на территории водного бассейна Темзы плата за водоотведение в Уэльском водном бассейне, где осуществляет деятельность компания Dŵr Cymru Welsh Water, включает плату за водоотведение поверхностных сточных вод и дренаж автомобильных дорог [100].

В случае Dŵr Cymru Welsh Water предусматриваются варианты тарификации водоотведения сточных вод с применением данных приборов учета и без. При отсутствии счетчика расхода питьевой воды организация применяет следующие методы тарификации: фиксированная плата (*англ.* Standing Charge, или SC), в зависимости от арендной платы за недвижимость (*англ.* RV based charge, или RV) и унифицированная стоимость услуги (*англ.* Uniform Service Charge, или USC). Последний метод базируется на среднестатистической оценке стоимости определенного вида недвижимости в Уэльсе.

В случае применения стандартной фиксированной платы за водоотведение (Standing Charge, или FF в Соединенных Штатах) стоимость услуги водоотведения составляет 200,27 фунта для жилой недвижимости в случае отвода ливневой воды в канализацию и 148,72 фунта, если ливневая вода в канализацию не отводится (вычет в размере 51,55 фунта стерлингов). Для нежилой недвижимости эти платежи составляют 139,48 и 79,99 фунта стерлингов соответственно (вычет 59,49 фунта).

Метод унифицированной стоимости (USC) услуги базируется на среднестатистическом показателе стоимости недвижимости в Уэльсе и варьируется в зависимости от изменения стоимости при применении коэффициентов. Так, тариф составляет 369,17 и 342,34 фунта для жилой и нежилой недвижимости. При отсутствии отведения поверхностных вод применяется вычет, аналогичный таковому по методу SC, в размере 51,55 и 59,49 фунта. Если к объекту недвижимости не подключено централизованное водоснабжение, то собственники не освобождаются от оплаты водоотведения ливневых стоков. Они вносят фиксированный сбор в размере 48,38 фунта для жилых и 98,87 — для нежилых объектов.

В случае применения методов на основе показания приборов учета потребления питьевой воды тарифная ставка за 1 м³ потребляемой воды для домохозяйств составляет 1,7317 ф. ст. при использовании ливневой канализации и 1,5218 ф. ст. — при отсутствии отведения ливневых вод. Дополнительный сервисный сбор в размере 98,00 ф. ст. оплачивается потребителями в независимости от объема потребления питьевой воды (табл. 12). При отсутствии отведения ливневых вод сервисный сбор снижается на 24,6 ф. ст.

табл. 12 Сервисный сбор для домохозяйств Уэльса, Великобритания, 2021–2022 гг.

ДИАМЕТР ВХОДНОГО ВОДОВОДА	СЕРВИСНЫЙ СБОР	
	Канализация, ф. ст.	Канализация при отсутствии отведения ливневых вод, ф. ст.
Менее 30 мм	98,0	73,4
30 мм	98,0	73,4
40 мм	98,0	73,4

Источник: *The Welsh Water Highway Drainage [100]*.

В случае нежилой недвижимости структура платежей аналогична. Изменения касаются только тарифных ставок. Ставка тарифа за 1 м³ составляет 1,8084 и 1,6515 ф. ст. Тариф снижается на 0,1569 ф. ст. с 1 м³ при отсутствии отвода ливневых вод. Сервисный сбор сильно различается в зависимости от диаметра трубы водоснабжения. Размер снижения сервисного сбора при отсутствии отведения ливневых вод практически не варьируется — 36,81 ф. ст.

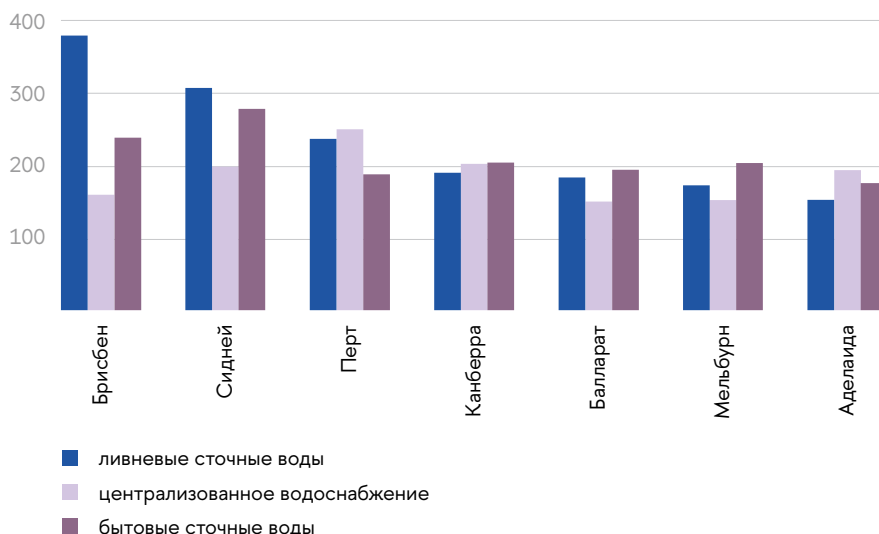
В случае Уэльса, как и для Темзы, можно отметить, что при оплате услуги водоотведения ливневых вод используется фиксированный платеж, который интегрирован в стоимость услуги водоотведения хозяйственно-бытовых стоков. Размер вычета при отсутствии отведения ливневых стоков позволяет предположить размер платы непосредственно за водоотведение ливневых сточных вод.

АВСТРАЛИЯ

Дождевые воды — один из наиболее доступных и важных ресурсов пресной воды в Австралии. Статистика за 2015 год показывает, что в целом ряде городов континента, таких как Балларат, Брисбен, Мельбурн и Сидней, объем дождевых вод превышал объем других видов вод, которые использовались в домохозяйствах (рис. 36).

В Австралии нет единой методологии тарификации услуги водоотведения ливневых вод. Муниципалитеты самостоятельно принимают решения о том, какие подходы использовать при установлении тарифов. При этом методы, используемые в Австралии, в большинстве своем аналогичны американским и английским практикам. Ниже рассмотрены подходы, используемые в Мельбурне и Сиднее.

рис. 36 Среднегодовой водный баланс домохозяйств городов Австралии, тыс. л на домохозяйство в год, 2015 г.



Источник: составлено авторами по материалам *Runoff in Urban Areas, Book 9 in Australian Rainfall and Runoff — A Guide to Flood Estimation* [101].

Мельбурн

В Мельбурне более 2 млн владельцев недвижимости оплачивают услугу по водоотведению ливневых сточных вод. Для всех объектов жилой недвижимости в пределах городской черты установлена фиксированная плата (FF) в размере 109,68 австрал. долл. в год (табл. 13). Владельцы коммерческой недвижимости в пределах городских границ (склады, заводы, магазины, офисы, гостиницы и аэропорты) платят сбор, размер которого определяется исходя из стоимости объекта недвижимости в данном году (Nat Average Value, или NAV) с установленным минимальным размером сбора.

табл. 13 Тарифы водоотведения ливневых сточных вод в Мельбурне, Австралия, 2023 г.

ТИП НЕДВИЖИМОСТИ	ГОДОВОЙ СБОР, австрал. долл.
Жилая городская недвижимость	109,68
Нежилые помещения — минимальная плата	164,76
Нежилые помещения — ставка в NAV	0,004432
Жилая сельская недвижимость	60,20

Источник: *Melbourne Waster, 2023 [102]*.

Используемый муниципалитетом Мельбурна метод тарификации не привязан к объему отводимых сточных вод. Поэтому в данном случае отсутствует возможность получения пользователями услуги при снижении объема отводимых сточных вод.

Сидней

В Сиднее также введен платеж за услуги по отведению поверхностного стока в зависимости от типа недвижимости. Для собственников жилой недвижимости вводится фиксированная плата (FF) по аналогии с Мельбурном. Но город классифицирует жилую недвижимость на подвиды. Собственники односемейных домов оплачивают тариф по ставке 20,78 австрал. долл. за квартал, а владельцы квартир — 6,64 австрал. долл. (табл. 14).

табл. 14 Тарифы водоотведения ливневых сточных вод для жилой недвижимости в Сиднее, Австралия, 2021–2023 гг.

ТИП НЕДВИЖИМОСТИ	ТАРИФ	ТАРИФ
	2021–2022 гг. австрал. долл./ квартал	2022–2023 гг. австрал. долл./ квартал
Жилая недвижимость (односемейный дом)	19,76	20,78
Жилая недвижимость при предоставлении скидки (односемейный дом)	6,32	6,34
Жилая недвижимость (квартира/апартаменты)	6,32	6,64

Источник: *Sydney Water, Waterways and Drainage Charge [103]*.

Применяемая система платежей предусматривает предоставление скидок при снижении объемов стока. В результате жители односемейных домов приравниваются к жителям многоквартирных домов и оплачивают аналогичный фиксированный тариф. Получение скидки возможно при применении множества способов сокращения стока. Среди них наиболее распространены:

- использование большой емкости для дождевой воды (не менее 3 тыс. л), которая собирает всю воду с крыши и подводит ее к туалетам, стиральной машине и системе горячего водоснабжения;
- система инфильтрации, например дождевой сад, который собирает ливневые воды, не давая им попасть в ливневую канализацию;
- использование водопроницаемых поверхностей дорожек и подъездных путей.

Владельцы коммерческой недвижимости оплачивают тариф в зависимости от общей площади поверхности недвижимости по методологии многоуровневого тарифа (TR). В Сиднее классифицируется пять категорий объектов недвижимости в зависимости от ее площади. Минимальный тариф составляет 6,64 австрал. долл. в квартал, что соответствует тарифу для владельцев квартир и применяется в том случае, если площадь объекта недвижимости менее 200 м², максимальный — 1330,91 австрал. долл. в квартал для объектов площадью свыше 45 тыс. м². Как и в случае с жилой недвижимостью, владельцы коммерческой недвижимости могут претендовать на скидку при выполнении аналогичных мер.



В рамках проведенного исследования были рассмотрены методологии тарификации водоотведения поверхностных вод в четырех странах: США, Германии, Австралии и Великобритании. В общей сложности было найдено и изучено более десяти методологий тарификации, которые можно разделить на методы, учитывающие объем поверхностных сточных вод, и методы без привязки к объему отведенных сточных вод.

На основании анализа международных практик можно сделать следующие выводы:

- 1) *Чем проще методологии тарификации, тем больше они распространены. Например, в США наиболее распространенной методологией считается ERU, в основе которой лежит предпосылка об однородности водоотведения поверхностных сточных вод для однотипных объектов недвижимости.*
- 2) *Удалось установить, что в США нашли распространение все рассмотренные практики тарификации сточных вод за исключением ряда практик, где платеж коррелирует со стоимостью недвижимости и которые присущи Великобритании и ее бывшим колониям.*

- 3) Несмотря на разные применяемые подходы к тарификации, во всех странах существуют тарифные практики, направленные на снижение предельных объемов ливневых вод и развитие для этой цели зеленой инфраструктуры.
- 4) Практически везде расчет платы связан с характеристиками водопроницаемости земельного участка и производится с учетом площади земельного участка, конкретного или унифицированного. Расчет платежа на основании кубических метров используется только при применении метода WU в Германии, США и Великобритании (Уэльс) при совместной плате за водоотведение хозяйственно-бытовых и ливневых стоков. Однако плата по тарифу зависит не от объема отведенных поверхностных вод, как в России, а от объема потребляемой питьевой воды.

Опыт рассмотренных стран показывает, что взимание платы за водоотведение ливневых стоков — это успешный механизм финансирования услуги ливневой канализации. Тарификация позволяет не только снизить нагрузку на бюджет, сделать платежи прозрачными, но также и эффективно препятствовать затоплениям и подтоплениям территорий путем стимулирования создания элементов зеленой инфраструктуры владельцами недвижимости в целях водоотведения.

2.3 Практики подключения к системам ливневой канализации

Проведенный выборочный анализ показал, что в развитых странах экстенсивное развитие ливневой канализации происходит, как правило, за счет платежей девелоперов при присоединении объектов капитального строительства к городской системе ливневой канализации.

Оберн (США, штат Вашингтон)

В Оберне [104], как и в других городах США, плата за подключение состоит из двух компонентов: разрешительного сбора (Permit Fee) и платы за улучшение системы (System Development Charge).

Разрешительный сбор предполагает три уровня дифференциации платы в зависимости от размера площади участка, на который направлены мероприятия по подключению, — чем больше площадь, тем выше уровень (от 1-го до 3-го) и тем выше плата по разрешительному сбору (табл. 15).

Плата за улучшение системы дифференцируется в зависимости от типа участка земли (Parcel): либо индивидуальная плата за участок земли (дом на одну семью), либо унифицированные эквивалентные единицы обслуживания (ESU — Equivalent Service Unit) — конфигурация застройки твердых поверхностей, сток от которых примерно равен стоку, создаваемому средним жилым участком на одну семью площадью 2600 кв. футов. При этом плата

табл. 15 Соотношение площади земельного участка, на который направлены мероприятия проекта по подключению, и платы по разрешительному сбору в США

УРОВЕНЬ	ДОБАВЛЕННАЯ (ЗАМЕНЕННАЯ) ПРОЕКТОМ ПЛОЩАДЬ НЕПРОНИЦАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, кв. фут.	ЗАТРАГИВАЕМАЯ ПРОЕКТОМ ПЛОЩАДЬ ЗЕМЛИ, кв. фут.	РАЗМЕР СБОРА, долл. США
Первый	менее 2 000	менее 7 000	225
Второй	от 2 000 до 4 999	более 7 000	445
Третий	5 000 и более	до 10 000	1 575
		от 10 001 до 43 560 (1 акр)	2 020
		более 43 560	2 020 + 115 за последующий акр

Источник: Handout on Utility Connection Fees [104].

в обоих случаях составляет 1374 долл. Но в первом случае плата взимается за число участков земли (один и более), во втором — за каждую ESU в общей стоимости добавленной площади участка.

Таким образом, формула платы за подключение выглядит следующим образом:

$$\text{Плата за подключение} = \text{Разрешительный сбор (Permit Fee)} + \text{Плата за улучшение системы (System Development Charge)} \quad (14)$$

Ганновер (Германия)

В Ганновере [105, 106] подключение к ливневой канализации возможно только после уплаты единовременного взноса в развитие системы. Если подключение к централизованной ливневой системе для объекта заявителя устанавливается впервые, то в обязательном порядке с заявителя взимается единовременный взнос (Abwasserbeitrag), который используется для финансирования части расходов на строительство сетевого хозяйства всей системы (не только подключаемого объекта заявителя).

Размер единовременного взноса определяется исходя из оценочной площади (Veranlagungsfläche) подключаемого объекта, с которой происходит удаление ливневых вод. Оценочная площадь рассчитывается путем умножения площади подключаемого объекта на коэффициент использования. Площадь земельного участка определяется в соответствии с планом застройки территории, коэффициент использования площади определяется количеством полных этажей, указанных в данном плане.

По состоянию на 2021 год размер ставки единовременного взноса составляет 14,82 евро за 1 м² оценочной площади. После уплаты единовременного взноса объект заявителя будет подключен к централизованной ливневой системе без взимания какой-либо иной платы.

В результате формула платы за подключение выглядит следующим образом:

$$\text{Плата за подключение} = S \times k \times P, \quad (15)$$

где S — поэтажная площадь подключаемого объекта;
 k — коэффициент использования площади (табл. 16);
 P — ставка единовременного взноса.

табл. 16 Коэффициент использования подключаемой площади (k) для различных типов собственности в соответствии с планом застройки территории в Германии

ТИП НЕДВИЖИМОСТИ	ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА k
Одноэтажная застройка	1,00
Двухэтажная застройка	1,25
Трехэтажная застройка	1,50
Четырехэтажная застройка ²	1,75
Без указания этажей	1,25
Коммерческая застройка	1,25
Кладбища, открытые бассейны, спортивные площадки и схожие одноуровневые объекты	1,00
Гаражи и парковки	0,50
Приусадебные участки	0,50
Религиозные здания	1,25

Источники: *Anschlusskosten für ein Grundstück. Unsere Einheitssätze [105]; Abwasserbeitrag. Ein einmaliger Anschlussbeitrag an die öffentliche Kanalisation [106].*

Анализ зарубежного опыта показал, что плата девелоперов за подключение вновь построенных объектов недвижимости к городским системам ливневой канализации — устойчивая, практически повсеместная практика в развитых странах. При этом существует серьезная разница в методологических подходах по сравнению с Россией.

Основные особенности этой методологии следующие:

- подключаются земельные участки с объектами капитального строительства на них;
- нагрузка подключаемого объекта зависит от площади земельного участка и/или поэтажной площади объекта капитального строительства; нагрузка по объему отводимых поверхностных вод девелопером определяется исходя из этих параметров;

2 Коэффициент использования увеличивается на 0,25 за каждый дополнительный полный этаж.

- плата за подключение зависит только от нагрузки подключаемого объекта — длина сети при подключении не учитывается;
- применяется коэффициент, который дифференцируется в зависимости от типа подключаемого объекта;
- учитываются общественные (общегородские) интересы: плата за подключение предполагает прямой взнос на развитие всей системы городской ливневой канализации.

Указанные особенности не всегда имеют понятную логику (например, учет в расчетах платы за подключение поэтажной площади объекта капитального строительства), однако они позволяют выделить одно важное преимущество зарубежного опыта перед российским — наличие платы за развитие (целевых платежей застройщиков) ливневой канализации в целом.

Перспективы развития ливневой канализации в России

Эмпирическое, практически обывательское ощущение запущенности систем ливневой канализации городов нашло подтверждение как в изучении теории вопроса, так и в практической деятельности. Получается, что тема комфортной городской среды в России существует отдельно от темы ливневых подтоплений, а то и потопов. Как будто лужи в городе придают ему дополнительный шарм и комфорт. Все это сопровождается словами о необходимости учитывать климатические изменения при принятии тех или иных системных управленческих решений, которых на сегодняшний день на федеральном уровне по-прежнему нет в отношении ливневой канализации. Тем более заслуживают внимания пусть редкие, но достаточно настойчивые попытки поиска практических решений для качественного улучшения ситуации с отводом поверхностных стоков в отдельных городах, таких как Вологда, Москва, Великий Новгород и других.

С нашей точки зрения, в первую очередь для нахождения успешного решения задачи по развитию системы ливневой канализации требуется найти правильный ответ на вопрос: что же такое ливневая канализация? Публичное благо? Коммунальная услуга? Или?..

3.1 Экономическая природа ливневой канализации

Ключевой вопрос для обеспечения нормальной работоспособности городской инфраструктуры по отводу поверхностных вод (централизованных систем) — в формировании стабильных источников ее финансирования. Опыт целого ряда городов и стран показывает, что одним из главных трендов сегодня является уход от государственного (бюджетного) финансирования отвода поверхностных вод и организация сбора средств на содержание и развитие ливневой канализации непосредственно с выгодоприобретателей и пользователей инженерной инфраструктуры [107].

Нормативно-правовая регламентация вопросов отведения поверхностных стоков в России в настоящее время крайне малоразвита. Но в данном случае это можно рассматривать как позитивный момент. Такое положение дел дает возможность первоначально разобраться в экономической природе услуги по отводу поверхностных вод. Является ли она публичным благом и должна ли иметь бюджетное финансирование? Или должна рассматриваться как одна из разновидностей коммунальных услуг ввиду близости, а порой и общности ливневой канализации с городскими системами хозяйственно-бытового водоотведения? Или это характеристика конкретного земельного участка с объектами недвижимости (просто объекта недвижимости в классическом понимании), то есть услуга, связанная с содержанием объекта недвижимости?

Для того чтобы более подробно разобраться в экономической природе услуги по отведению поверхностных сточных вод, необходимо определить возможность (или невозможность) отнесения ее к категории публичных благ.

Основные характеристики публичного блага, которые лежат в основе большинства существующих определений, — неконкурентность (отсутствие соперничества среди потребителей) и неисключаемость (невозможность ограничения доступа новых и отстранения существующих потребителей) [108]. Источником финансирования публичных благ являются государственные (муниципальные) финансы, формируемые за счет налогообложения [109].

Неконкурентность предполагает равную доступность отвода поверхностных вод для всех потребителей, подключенных к системе канализации, вне зависимости от их месторасположения и поведения других потребителей. Для этого технологически система должна быть выстроена таким образом, чтобы обеспечивать прием стока в полном объеме даже у последнего потребителя, расположенного наиболее близко к концу (или началу) технологической сети для отвода воды. При этом очевидно, что низкая пропускная способность сети, даже при наличии подключения к ней у потребителей, не способна обеспечить гарантированный отвод воды с земельных участков.

Неконкурентность должна соблюдаться и соблюдается при использовании горожанами публичных пространств — улиц, площадей, парков и т. д. Однако значимая часть территории городов находится в частной собственности. Такие земельные участки традиционно имеют ограниченный доступ (например, производственные территории, социальные объекты и др.), в том числе участки с индивидуальной жилищной застройкой. Несмотря на то что обеспеченность таких территорий системой отвода поверхностных стоков также необходима и позитивно отражается на состоянии всего города, к числу выгодоприобретателей в данном случае уже сложно отнести всех жителей. Наибольшие выгоды от работы системы отвода ливневых осадков получают собственники земельных участков. Поэтому их и следует рассматривать в качестве бенефициаров данной услуги. Современные строительные нормы предусматривают необходимость создания системы отвода поверхностных вод от любого возводимого объекта капитального строительства. То есть, исходя из существующей нормативной базы, отведение поверхностных стоков должно быть составной частью технологии содержания любого вновь построенного объекта недвижимости и земельного участка, на котором этот объект недвижимости расположен. Таким образом, с теоретических позиций развитие городских пространств предполагает неконкурентность услуги по отведению поверхностных вод.

При этом также достаточно очевиден и другой вывод. Раз у услуги по отводу поверхностных стоков есть конкретный выгодоприобретатель (собственник объекта недвижимости и/или земельного участка), то разумно, чтобы именно этот выгодоприобретатель нес расходы, связанные с предоставлением услуги по отводу поверхностных стоков. Таким образом, расходы на подключение к благу и его последующему использованию должны оплачиваться собственником земельного участка (а в российской практике — совместно с собственником расположенного на этом земельном участке объекта недвижимости, если это разные собственники). На участках, пред-

назначенных для оказания публичных услуг, водоотведение поверхностных вод будет являться частью таких услуг, а значит, должно оплачиваться за счет бюджетных средств.

Неисключаемость должна гарантировать неограниченный доступ всех потребителей к благу: невозможно как ограничить подключение новых потребителей к благу, так и отключить от потребления кого-то из существующих потребителей. В случае ливневой канализации ситуация различается в зависимости от выгодоприобретателя. Автомобильные и пешеходные дороги общего пользования, публичные пространства, оборудованные системами ливневой канализации, никак не ограничивают возможность проезда или прохода по ним. Но опять-таки неисключаемость в этом случае — это, прежде всего, характеристика пространства, территории, а не самой услуги по водоотведению поверхностных стоков. В отличие от количества людей и техники, не способных оказать сколь-либо значимое влияние на изменение объемов поверхностных сточных вод, превращение открытого/залесенного участка в жилой микрорайон с практически полным отсутствием участков открытой земной поверхности создает потребности в отводе значительных объемов воды, которые ранее уходили в землю самостоятельно в результате инфильтрации. Параметры использования земельного участка, доля непроницаемых поверхностей могут быть критичными для подключения к существующей системе с определенными техническими характеристиками, что будет свидетельствовать об исключаемости. Однако подобные ограничения не связаны с экономической природой услуги.

Если посмотреть на экономические предпосылки оказания услуги, то следует понимать, что водоотведение поверхностных стоков требует помимо базовых капитальных расходов на ее создание также регулярных расходов на поддержание инфраструктуры водоотведения в работоспособном состоянии (операционные расходы). Кто-то из выгодоприобретателей в городе должен нести такого рода расходы. В части публичных пространств было установлено: водоотведение — часть деятельности, связанной с предоставлением публичных услуг, и оплачивать эту деятельность должны органы власти за счет бюджетных средств.

А если речь идет о земельном участке, находящемся в частной собственности? Должен ли бюджет оплачивать услуги поверхностного водоотведения с данной территории? Ответ представляется очевидным: услуги отвода атмосферных осадков с земельного участка, не предназначенного для оказания публичных услуг, должен оплачивать собственник/владелец этого участка, который является в этом случае ключевым выгодоприобретателем. При этом собственником земельного участка могут выступать как физические лица, так и юридические (организации). На сегодняшний день практика взимания платы с предприятий и организаций города все еще слабо распространена в российских городах. Основным источником финансирования ливневой канализации остается бюджет городов. Тем самым можно говорить о том, что расходы бюджета приводят к росту уровня благосостояния отдельных собственников земельных участков в результате снижения скорости износа их основных фондов под воздействием поверхностных стоков.

Будет ли при платном предоставлении услуги ливневой канализации выполняться неисключаемость и что делать, если платежи за пользование услугой не будут производиться (эффект безбилетника)? Будет ли возможность отключить от централизованного водоотведения недобросовестных пользователей? Теоретически подобные варианты возможны и, наиболее вероятно, будут побуждать собственников земельных участков к созданию собственной локальной системы сбора и использования поверхностных стоков. В международной практике стимулируется сокращение нагрузок на централизованную систему отвода поверхностных вод. Однако представляется, что в случае неоплаты подобных услуг потребителями речь в первую очередь должна идти о поиске относительно простых правовых механизмов понуждения к таким платежам, а не об исключении доступа к системе водоотведения.

Интересной и, на наш взгляд, важной представляется еще одна часто встречающаяся коллизия в вопросе исключаемости услуги и наличия зайцев-безбилетников, ее не оплачивающих.

Как отмечалось ранее, в российских городах достаточно часто система ливневой канализации входит в состав общесплавной канализации. Общесплавные канализационные системы, как правило, находятся в управлении городских водоканалов. Поэтому практика включения в тариф на водоотведение хозяйственно-бытовых стоков составляющей на содержание систем поверхностного водоотвода считается нормальной. Она направлена лишь на обеспечение штатной работы инфраструктуры. Отвод хозяйственно-бытовых и поверхностных стоков должен производиться в полном объеме даже в периоды интенсивных осадков или снеготаяния. Но очевиден парадокс: часть расходов, связанных с предоставлением публичных услуг (водоотведение поверхностных вод с публичных пространств с низкой водопроницаемостью) финансируется не за счет бюджетных средств, а за счет платы населения под видом оказания услуги отвода хозяйственно-бытовых стоков, имеющей принципиально иной характер. Муниципальные бюджеты в этой ситуации оказываются в роли «зайцев-безбилетников».

Таким образом, ливневую канализацию нельзя отнести к категории публичных благ. Но в этом случае вопрос об экономической природе водоотведения поверхностных стоков остается открытым. И в первую очередь возникает желание сказать, что если это не публичное благо, то коммунальная услуга. Ливневая канализация — это городская инженерная инфраструктура, которая традиционно связана с предоставлением услуг хозяйственно-бытового водоотведения. Упоминание сточных поверхностных вод в законе «О водоснабжении и водоотведении» [10] также косвенно свидетельствует о статусе коммунальной услуги. Поэтому желание признать работу ливневой канализации подобной услугой (коммунальной услугой, частью услуги водоотведения) велико. Но правильно ли это?

Рассмотрим ключевые характеристики коммунальных услуг. Коммунальные услуги всегда направлены на субъект потребления — на человека. Это их базовая характеристика. Они по своей природе носят индивидуальный характер, связанный с обеспечением комфорта для потребителя, который сам решает, сколько воды ему потреблять, какая освещенность помещения его устраивает и какая в нем должна быть температура для комфортного

пребывания. Российские нормативные правовые акты, подходя к определению коммунальных услуг, также преимущественно в качестве потребителя определяют непосредственно жителей домов (многоквартирных, частных) [110, 111]. А как обстоит дело с ливневой канализацией и услугой отвода поверхностных стоков?

Основными выгодоприобретателями при пользовании услугой водоотведения поверхностных вод являются не отдельные потребители, а собственники/владельцы земельных участков. Индивидуальное потребление услуги горожанами невозможно.

Объем потребляемой услуги — производная от площади земельного участка, характера его освоения и плотности застройки, а также степени благоустройства. Решения по организации и использованию участка принимаются исключительно его собственниками и влияют на стоимость их активов. Потому и расходы на услугу по водоотведению поверхностных стоков должны быть привязаны непосредственно к земельным участкам. Обеспечение комфортности среды для населения в этом случае также следует считать инструментом, способствующим повышению привлекательности территории, а следовательно, ее стоимости. Такой подход находит отражение во многих международных практиках взимания платы за водоотведение поверхностных стоков.



Таким образом, водоотведение поверхностных стоков — это и не коммунальная услуга. Это услуга, оказываемая городской инженерной инфраструктурой для обеспечения нормальной эксплуатации земельных участков с частично или полностью водонепроницаемой поверхностью и расположенных на них объектов недвижимости в условиях городской среды. Этот вывод можно трансформировать и перенести в плоскость более привычных жилищно-коммунальных услуг следующим образом: водоотведение поверхностных стоков — это часть жилищной услуги, связанная с отводом поверхностных вод с внешних поверхностей многоквартирного дома и придомовой территории. Нам представляется, что подобная трактовка услуги может снять правовые барьеры по цивилизованному введению платы за водоотведение поверхностных вод.

3.2 **Обеспечение финансирования ливневой канализации**

Проведенное исследование показало, что водоотведение поверхностного стока — это платная услуга, которая предоставляется собственникам земельных участков (объектов недвижимости) в городских условиях в случае наличия на их участках водонепроницаемых поверхностей. То есть практически всегда, поскольку каждый объект недвижимости представляет собой непроницаемую поверхность. В этом контексте важно еще раз под-

черкнуть, что водоотведение поверхностного стока — это и не коммунальная услуга. Это важно для того, чтобы определиться, что надо сделать в России для обеспечения стабильного и справедливого финансирования этого важного элемента городской инфраструктуры.

И в этой связи есть два уровня задач, на которые следует найти ответ:

- 1) Что можно и нужно сделать прямо сейчас на муниципальном и региональном уровнях для повышения стабильности и прозрачности финансирования ливневой канализации?
- 2) Что нужно сделать на федеральном уровне для обеспечения планового и комплексного развития ливневой инфраструктуры в условиях климатических изменений и повышения угрозы паводков и наводнений?

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТАРИФОВ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Сначала ответим на первый вопрос.

На основании рассмотренных практик были выделены общие черты тарификации водоотведения поверхностных сточных вод.

Тарифы устанавливаются, как правило, региональным регулирующим органом. Утверждение тарифов на региональном уровне обосновывается следующими нормативными правовыми документами федерального уровня:

- Федеральным законом «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ от 7 декабря 2011 года [10];
- Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 мая 2013 года № 406 «О государственном регулировании тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения» [39];
- Приказом Федеральной службы по тарифам от 27 декабря 2013 года № 1746-э «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения» [41].

При этом отметим, что в подзаконных документах нет ни слова о тарифах для водоотведения поверхностных стоков. Эти документы обычно используются для тарификации водоотведения хозяйственно-бытовых стоков.

На вопрос о возможности их применения для тарифного регулирования водоотведения поверхностных стоков обычно ссылаются на то, что закон «О водоснабжении и водоотведении» при определении предмета водоотведения говорит обо всей совокупности стоков, в том числе хозяйственно-бытовых и поверхностных. Очевидно, что применение данных нормативных документов для тарифного регулирования водоотведения поверхностных стоков несет определенные юридические риски. Но все больше субъектов Российской Федерации считают эти риски приемлемыми и практикуют утверждение таких тарифов. Правда, делают это достаточно осторожно, не распространяя их действие на население, тем самым снижая политические риски. Кроме того, ссылка на названные подзаконные нормативные документы означает, что водоотведение поверхностных вод

рассматривается как коммунальная услуга. И это служит дополнительным обоснованием не распространять эту услугу на население, поскольку жилищное законодательство жестко регламентирует предельный индекс роста стоимости коммунальных услуг для населения. Судебных исков с опротестованием введения тарифов на водоотведение поверхностных стоков мы не обнаружили.

Таким образом, на наш взгляд, существующая федеральная нормативная правовая база, при всем ее несовершенстве, позволяет устанавливать тарифы на водоотведение поверхностных стоков для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей — собственников земельных участков. И мы считаем важным дальнейшее распространение таких практик наряду с выработкой подходов к совершенствованию регулирования на федеральном уровне.

Далее проанализируем подходы в используемых методах тарифного регулирования. Сразу отметим, что поскольку тарифы на водоотведение поверхностных стоков не распространяются на население, то регулирование по предельным индексам ему не грозит. При расчете тарифов используется формула, в которой необходимая валовая выручка организации, предоставляющей услуги по водоотведению поверхностных сточных вод, делится на общий объем принятых сточных вод.

В случае автономной системы водоотведения поверхностных стоков расходы на содержание ливневой канализации определить относительно просто. В случае же общесплавной канализации возникает задача разделения необходимых расходов на две услуги: водоотведение хозяйственно-бытовых стоков и водоотведение поверхностных вод. Методические рекомендации по отнесению затрат к той или иной услуге отсутствуют, что создает значительную вариативность в определении необходимой валовой выручки. На текущий момент эту вариативность можно считать допустимой, но этот вопрос требует методологического решения на федеральном уровне.

Объем принятых сточных вод определяется в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2013 года № 776 «Об утверждении Правил организации коммерческого учета воды, сточных вод» (с изменениями и дополнениями) [41]. При этом в документе отсутствует методология по расчету объема ливневых сточных вод. На практике региональный регулятор, как правило, оперирует годовым объемом осадков, разделенным на летний и зимний периоды. Такой показатель объема сточных вод используется для базового года с последующим использованием этого же значения без изменений на долгосрочный период тарификации.

Ключевыми факторами для определения объема отводимых поверхностных вод в этом случае являются площадь земельного участка и характеристики водопроницаемости отдельных его частей для установления коэффициента дождевого стока. Исходя из проведенных интервью есть понимание, что это самый плохо формализуемый параметр договоров на предоставление услуг по отводу поверхностных стоков. Если для определения площади земельных участков можно использовать земельный кадастр, то определение водопроницаемости отдельных элементов земельного участка в зависимости от строений и покрытий — проблемный вопрос. В настоящее время

предприятие, предоставляющее услуги водоотведения, использует усредненные значения водопроницаемости участков. В будущем на федеральном, а возможно, и на региональном уровне следует сделать выбор либо в пользу аналитического определения фактической водопроницаемости отдельных элементов земельного участка в зависимости от типов поверхностей на нем, либо определить типовые структуры земельных участков — и размер платежа определять исходя из принадлежности его к тому или иному типу. Первый путь представляется более правильным, хотя и трудоемким. В качестве относительно простого источника информации для него, как показывает практика, можно использовать аэрофотосъемку.

Тарифы на водоотведение поверхностных сточных вод носят, как правило, долгосрочный характер. При расчете тарифов используется метод экономически обоснованных расходов с последующей индексацией необходимой валовой выручки на долгосрочный период. При этом важно, чтобы тарифы на последующие годы устанавливались не в цифровом выражении, а в виде расчетной формулы (что и предполагают методы долгосрочного тарифного регулирования). Фактически это будет означать, что при установлении долгосрочных тарифов государственными органами учитываются инфляционные факторы. Это повысит доверие, в том числе и инвесторов, к оценке будущих доходов организаций, предоставляющих услуги водоотведения поверхностных стоков.

В текущей российской практике тарифы на водоотведение поверхностных сточных вод рассчитываются за единицу объема отводимых стоков (на 1 м^3). Но поскольку платеж за водоотведение поверхностных вод определяется площадью земельного участка и характеристиками его водопроницаемости, то очевидно, что установление тарифа, рассчитанного на единицу отвода поверхностного стока, никак не коррелирует с характеристиками земельного участка. В рамках существующего нормативного регулирования этой проблемы не избежать, и до изменения нормативной базы федерального уровня следует руководствоваться таким подходом, вытекающим из базовых федеральных документов по ценовому регулированию водоотведения в целом.

Представляется также важным распространять позитивную практику установления стандартизированных тарифов на подключение к городской системе водоотведения поверхностных стоков. Хотя в российской практике подключений к ливневой канализации также существует ряд пробелов в федеральных отраслевых нормативных правовых актах, тем не менее, согласно законодательству, ливневая канализация — это вид централизованной системы водоотведения. С этой точки зрения в подробной регламентации процессов подключений к ливневой канализации нет необходимости. При этом следует принять во внимание, что в силу различной специфики учета вод при бытовом и ливневом водоотведении существует ряд открытых вопросов в методологии подключений. На текущий момент эти вопросы также могут решаться на основе обобщения существующих практик платы за подключение к ливневой канализации.

Таким образом, наш вывод состоит в том, что в настоящее время есть правовая возможность установления как тарифов на водоотведение поверхностных стоков, так и тарифов на подключение к городской инфраструктуре ливневой канализации, хотя нормативная база содержит много пробелов и неоднозначностей. Но уже сложившаяся в достаточно большом числе субъектов Российской Федерации обобщенная практика тарифного регулирования может служить доказательством возможности распространения таких подходов на максимально большое число субъектов Российской Федерации. Однако это не отменяет задачу совершенствования нормативного правового поля в этом вопросе с целью устранения существующих недоработок, противоречий и обеспечения успешного развития ливневой канализации как важной составной части городской инфраструктуры, которая в том числе определяет уровень городского благоустройства и обеспечивает устойчивое развитие городов в период климатических изменений.

ЗАДАЧИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО УРОВНЯ

При анализе сложившихся практик тарифного регулирования услуги по водоотведению поверхностных стоков, а также подключения к городской инфраструктуре ливневой канализации был определен целый перечень методологических вопросов, требующих решения на федеральном уровне.

Главный вопрос — правовое определение экономической природы услуги по водоотведению поверхностных стоков. В мировой практике тарифы устанавливаются на единицу площади земельного участка. В нашем исследовании мы показали, что водоотведение поверхностных стоков — это не коммунальная услуга, а услуга по качественному содержанию земельных участков и объектов недвижимости. Полагаем, что это положение требует правового закрепления, что позволит:

- аргументированно подходить к установлению платы для собственников земельных участков;
- избежать часто встречающейся ситуации в случае общесплавной канализации, когда публичная власть как собственник публичных пространств оказывается «зайцем-безбилетником» в оплате услуг по водоотведению поверхностных вод из-за переноса издержек по эксплуатации ливневой канализации в тарифы на водоотведение хозяйственно-бытовых стоков;
- на понятных условиях включать в число плательщиков за эту услугу население, имеющее права собственности на земельные участки в городской застройке;
- формировать стимулы для уменьшения стоков в городскую ливневую канализацию путем создания элементов зеленой инфраструктуры, нивелирующей пиковые нагрузки на серую ливневую канализацию и способствующей хозяйственному использованию ливневых стоков.

Анализ зарубежного опыта платы за подключение к ливневой канализации показал, что используемая при введении такой платы методология существенно отличается от российской, принятой в отечественном водоснабжении и водоотведении. В частности, эта методология предполагает взимание отдельного платежа на развитие всей системы ливневой канализации. Основные особенности методологии следующие:

- плата за подключение зависит только от нагрузки подключаемого объекта — длина сети при подключении не учитывается;
- нагрузка подключаемого объекта определяется в привязке к квадратным метрам (площади земельного участка или площади здания);
- подключаются к системе городской ливневой канализации земельные участки с объектами капитального строительства на них.

При таком подходе обеспечивается развитие инженерной инфраструктуры в соответствии с утвержденными городскими планами. При этом за счет тарифных платежей на развитие при подключении объектов капитального строительства обеспечивается опережающее создание транзитных распределительных сетей под городскими публичными пространствами (в основном дорогами и проездами). В итоге подключение каждого объекта недвижимости с его земельным участком включает только создание тупиковой ветки к данному земельному участку от имеющейся транзитной сети вдоль улицы, что происходит быстро и обходится относительно недорого. Кроме того, это исключает практики выносов инженерной инфраструктуры (в данном случае — ливневой канализации) за границы площадок строительства, что нередко случается в российской практике.

Выявленная повестка федерального регулирования вопросов ливневой канализации требует дальнейшего исследования и обсуждения, и авторский коллектив заинтересован в развитии этой работы.

3.3 **Ландшафтные решения по зеленой инфраструктуре в системе ливневой канализации**

Важный вывод из проведенного исследования: серая и зеленая инфраструктуры одинаково важны для управления городскими ливневыми стоками.

Зеленую инфраструктуру следует использовать вместе с серой ливневой инфраструктурой или, по возможности, вместо нее. Серая инфраструктура для ливневых стоков состоит из уличных желобов, труб и подземных накопительных сооружений. Она предназначена для быстрого отвода ливневых вод с улиц, от домов, промышленных площадок. Однако изменение климата и возникающее вследствие этого повышение интенсивности осадков приводит к росту пиковой нагрузки на систему традиционной (серой) ливневой канализации, что грозит подтоплением городских территорий, разрушением городских объектов. Общепринятое решение этой задачи — увеличение пропускной способности транспортных систем традиционной ливневой канализации. Но это дорогой и малоэффективный путь. Альтерна-

тива — включение в систему отвода поверхностных вод элементов зеленой инфраструктуры, которая принимала бы на себя часть поверхностных стоков и снижала нагрузку на серую инфраструктуру.

Серая инфраструктура не способствует инфильтрации, эвапотранспирации и временному хранению воды, как это делает зеленая инфраструктура. Зеленая инфраструктура отличается от серой инфраструктуры тем, что имитирует естественный гидрологический цикл. График ниже демонстрирует распределение пикового стока по времени (рис. 37). Во время сильных ливней объем образуемого поверхностного стока может сильно превышать возможности серой инфраструктуры, поэтому необходимо включать в систему отвода поверхностных стоков устройства для временного накопления, а затем последующего выпуска дождевых вод.

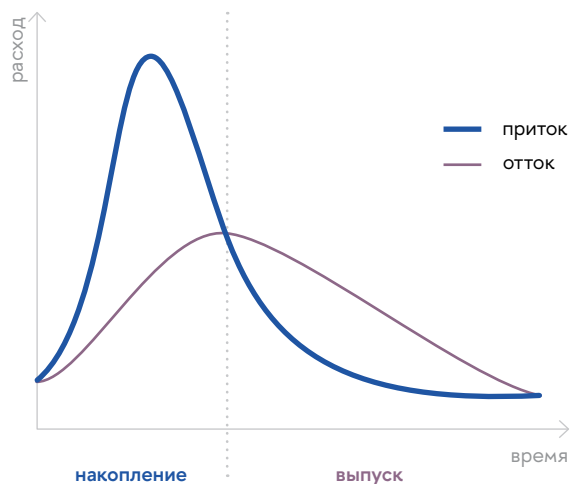
При обычных осадках зеленая инфраструктура может эффективно обеспечивать очистку первоначальных осадков, снижать загрязнение ливневых стоков, уменьшать поверхностный сток и контролировать общий сток. Тем не менее зеленая инфраструктура имеет ограниченное влияние на контроль ливневых стоков при краткосрочных интенсивных (штормовых) осадках.

Важно, чтобы зеленая инфраструктура планировалась и создавалась совместно с серой инфраструктурой, что в этом случае может дать значительный синергетический эффект. Зеленая инфраструктура может принять на себя существенную часть осадков, но всегда следует иметь в виду, что ее водоемкость имеет предел. Поэтому сверх этого предела все равно необходимо обеспечить возможность отвода излишков ливневых стоков из элементов зеленой инфраструктуры в серую инфраструктуру.

Эффективность совместной серо-зеленой инфраструктуры в первую очередь зависит от условий площадки, типа, размера и местоположения объекта, а также от стоимости этой инфраструктуры. Многочисленные исследования показывают, что зеленая инфраструктура неэффективна в районах с низкой инфильтрацией почв, на крутых склонах или в районах без достаточного свободного пространства.

Среди преимуществ использования зеленой инфраструктуры исследователи выделяют смягчение последствий загрязнения ливневых вод, вызванного в первую очередь отложениями на дорогах. Эти отложения идентифицируются как важный источник загрязнения городской воды, который содержит большое количество диффузных загрязняющих веществ, таких как фосфаты и нитраты, тяжелые металлы, полициклические ароматические

рис. 37 **Распределение пикового объема стока во времени при хранении воды в инфильтрационной системе**



Источник: составлено авторами.

углеводороды и другие потенциально токсичные вещества [112]. Отложения накапливаются в предшествующие периоды сухой погоды и обычно широко распространяются в ливневом стоке после выпадения осадков. Загрязнители, связанные с осадками на дорогах, могут мигрировать с ливневыми водами в канализационной системе и в конечном счете загрязнять водные источники [113]. Согласно исследованию [114] зеленая инфраструктура эффективна в снижении уровня загрязнения ливневых вод и в снижении нагрузки на существующие дренажные и канализационные сети, что приводит к уменьшению загрязнения окружающей среды. Параметры — растительный покров, высота бермы³, класс текстуры биоревитализации, растительный покров, класс текстуры почвы, шероховатость поверхности зеленой кровли и шероховатость поверхности проницаемого покрытия — значительно влияют на удаление осадков.

Среди типов зеленой инфраструктуры можно выделить следующие:

- дождевые сады (rain gardens);
- зеленые крыши (green roofs);
- биодренажные канавы (bioswales);
- грядники (stormwater planter);
- ящики для растений (downspout planter);
- зеленые улицы (green streets);
- хранилища для воды (cisterns);
- дождевые бочки (rain barrels);
- воссозданные водно-болотные угодья (reconstructed wetlands);
- прибрежные коридоры (riparian corridors);
- водопроницаемые покрытия (pervious pavement);
- подземные системы хранения (subsurface detention systems).

Помимо преимуществ зеленой инфраструктуры в снижении количества ливневых стоков и последствий от их загрязнений исследователи выделяют следующие положительные факторы:

- снижение эффекта городского острова тепла [115];
- улучшение качества воздуха [116];
- повышение устойчивости к засухе [117];
- создание естественной зеленой среды.

Среди барьеров, возникающих при внедрении зеленой инфраструктуры, выделяют следующие категории: технические, финансовые и нормативные. Изменчивость гидрологических характеристик и неопределенность состояния практики считаются техническими барьерами. Кроме того, эффективность зеленой инфраструктуры сильно зависит от конкретного места, особенно в отношении почв и климата [118]. Финансовые барьеры включают высокие капитальные затраты, затраты на модернизацию, эксплуатацию и техническое обслуживание GSI. Регуляторный барьер часто состоит из городских постановлений, которые могут ограничивать GSI и продвигать серую инфраструктуру [119].

3 Берма (нем. Berme) — так называется горизонтальное пространство (уступ) между верхним краем канавы и нижним краем откоса выемки.

ТИПЫ ЗЕЛеноЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ПРОЕКТНЫЕ РАСЧЕТЫ

Приведенная небольшая подборка включает примеры зеленой инфраструктуры, которые можно использовать на территориях общего пользования и придомовых участках. Из анализа были специально исключены примеры, для организации которых требуются большие территории, например водно-болотные угодья, которые могут быть организованы в городских парках.

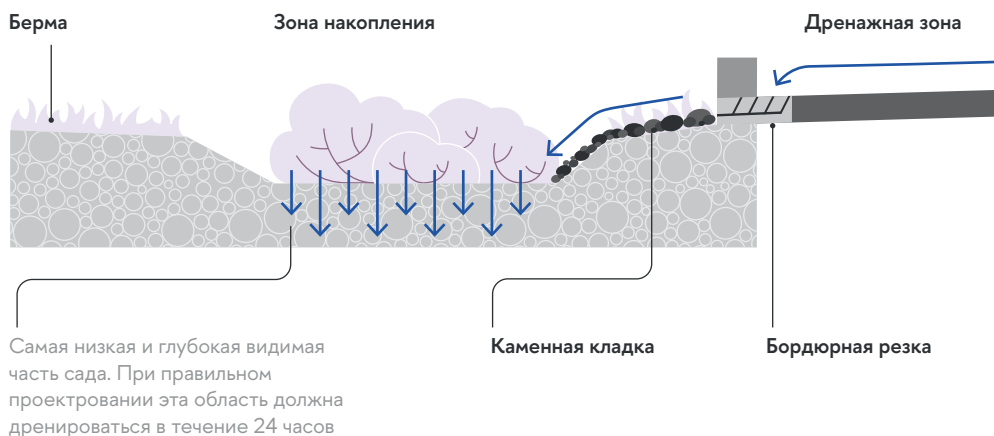
Дождевые сады

Дождевой сад представляет собой благоустроенную неглубокую впадину, которая улавливает и фильтрует ливневые стоки (рис. 38).

Для организации дождевого сада рекомендуется почва с хорошими характеристиками инфильтрации. При проектировании дождевой сад необходимо располагать в низких местах рельефа. Дождевые сады в основном используются для улавливания дождевых стоков с проезжей части или для сбора дождевой воды с крыши дома. Они могут проектироваться с подземной дренажной трубой для сброса излишков воды в существующую систему ливневой канализации. Дождевые сады могут также проектироваться в связке с инфильтрационными блоками — системами, в которых дождевая вода накапливается, а затем постепенно проникает в почву, могут быть ограничены вертикальными бетонными стенками с трех или с четырех сторон. В условиях, когда инфильтрация на территории запрещена, стены и дно дождевого сада гидроизолируются, предусматривается отводящая дренажная система [4].

Дно дождевого сада рекомендуется заполнять щебнем или гравием, в результате чего образуется резервуар для временного накопления дождевой воды. Период хранения не должен превышать 24 часов, иначе можно погубить растения, появится запах и насекомые [4]. Максимальное время слива всего поступившего объема ливневых вод из всех элементов дождевого

рис. 38 Устройство дождевого сада



Источник: иллюстрация авторов по материалам *Green infrastructure guidance manual for New Jersey* [120].

сада ограничивается 72 часами. Очищенные сточные воды по дренажной трубе или с помощью насосов могут подаваться потребителю для технических целей.

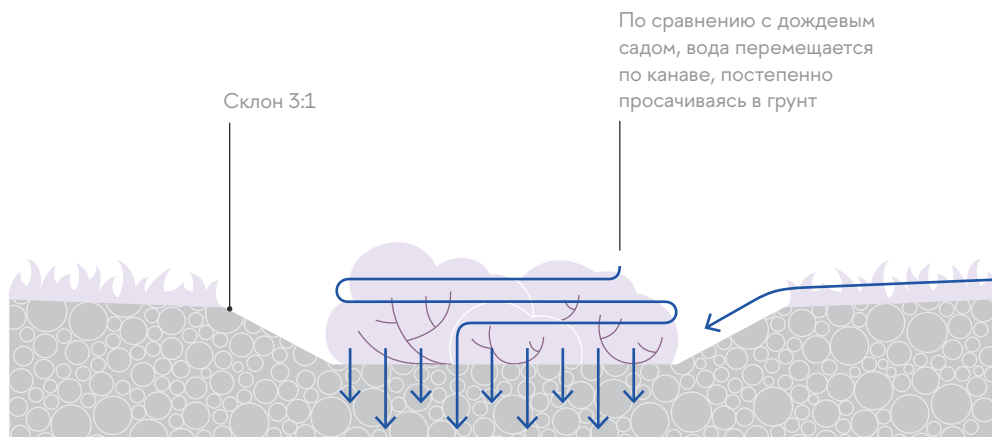
В зимний период рекомендуется складировать снег на биоинженерных системах, так как снежный покров снижает промерзание грунта — при условии, что не будет нанесен вред растениям [121]. Растения, используемые для дождевых садов, должны быть устойчивы к климатическим особенностям территории, а также к токсичным веществам, находящимся в ливневом стоке. Следует выбирать растения с толстыми корнями. В отличие от растений с тонкими корнями, они, раздвигая почву, не уплотняют ее, а образуют макропоры. Могут быть использованы и древесные, и травянистые растения. Исследователи отмечают род Ива, насчитывающий 370 видов, которую часто используют при ремедиации почв [122]. Среди видов можно отметить Иву козью (*Salix caprea*) и Иву белую (*Salix alba*), способные к поглощению тяжелых металлов. Среди травянистых растений исследователи выделяют род Осока. Виды осоки растут во влажных местах и способны поглощать биогенные элементы, нефтепродукты, тяжелые металлы.

Биодренажная канава — биосвалы

Биодренажные канавы (bioswale) (рис. 39) — элементы ландшафта, которые переносят ливневые воды из одного места в другое, удаляя загрязняющие вещества и позволяя воде просачиваться. При движении дождевой воды по биодренажной канаве происходит осаждение взвешенных частиц, поглощение примесей, в том числе растениями и микроорганизмами.

Биосвалы, в отличие от дождевых садов, имеют сильные ограничения в размещении, так как занимают значительно большую территорию и не имеют вертикального разделения от тротуара и проезжей части, также их размещение очень сильно зависит от рельефа местности. При этом необходимо отметить, что в российском СП 32.13330 накладываются ограничения на их использование: только на территориях с индивидуальной жилой застройкой и в парках.

рис. 39 Устройство биодренажной канавы



Источник: иллюстрация авторов по материалам *Green infrastructure guidance manual for New Jersey* [120].

Подобно системам дождевых садов, биодренажные каналы также могут быть спроектированы с подземной дренажной трубой, которая позволяет сбрасывать лишнюю воду в ближайший водосборный бассейн или существующую систему ливневой канализации. Они чаще устанавливаются вдоль парковок или проезжей части.

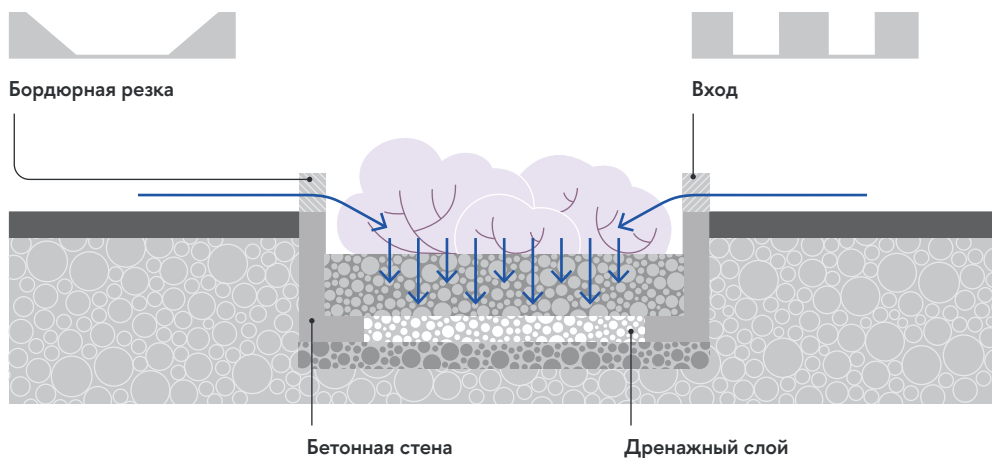
Проектируются так же, как и дождевые сады, за исключением учета, что пиковый расход должен проходить через биозаболенные участки, не вызывая эрозии и размывания. Склоны организуются с уклоном 3:1, они также должны быть укреплены против размывания [120]. Продольный уклон рекомендуется делать около 3%. При уклоне менее 2% необходимо закладывать дренажную трубу, при продольном уклоне более 6% рекомендуется использовать системы сдерживающих дамб [4]. Также рекомендуется на дне устраивать подстилающий слой из щебня или гравия. Такой слой может быть использован для хранения очищенной воды, которая может быть подана по дренажной перфорированной трубе потребителю для применения в технических целях.

Грядник

Грядники (stormwater planter) представляют собой конструкции с растительностью, которые встроены в тротуар для перехвата ливневых стоков с проезжей части или тротуара (рис. 40). Часто сочетаются с другими элементами зеленой инфраструктуры, например с водопроницаемыми покрытиями.

Проектируются так же, как и дождевые сады. В американской практике обычно имеют фиксированные размеры 4 x 20 футов (1,22 x 6,1 м²) или 80 кв. футов (7,4 м²). За счет фиксированного размера облегчается процесс проектирования, так как фиксируется расчетное количество стока, которое способны принять грядники (табл. 17). Однако стоит отметить, что по сравнению с дождевыми садами они уступают в способности собирать большой объем стока.

рис. 40 Устройство грядников



Источник: составлено авторами с использованием материалов из Green infrastructure guidance manual for New Jersey [120].

табл. 17 Расчеты ливневого стока для грядника

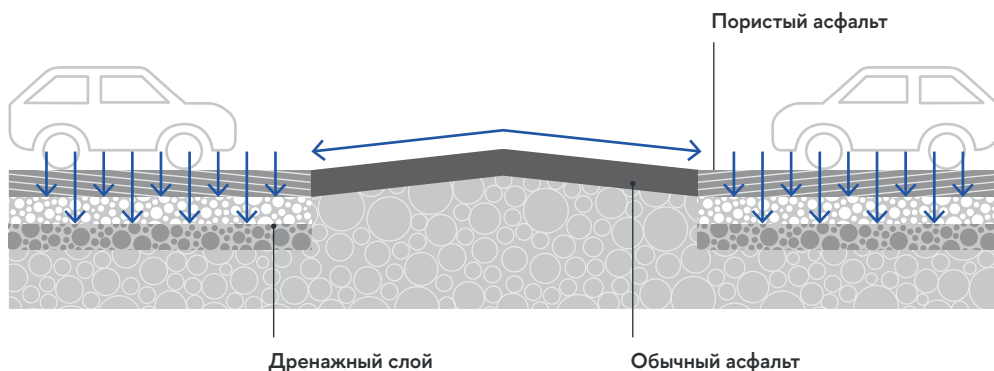
	ТИП РАСЧЕТНОГО ЛИВНЯ	МАКСИМАЛЬНАЯ ПЛОЩАДЬ СБОРА ОСАДКОВ кв. фут.	МАКСИМАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ОСАДКОВ СОБРАННЫХ В ГРЯДНИКЕ ПЛОЩАДЬЮ 80 КВ. ФУТОВ, ГАЛЛОНОВ	ОБЩИЙ ГОДОВОЙ ОБЪЕМ ОСАДКОВ, СОБРАННЫХ В ГРЯДНИКЕ ПЛОЩАДЬЮ 80 КВ. ФУТОВ, ГАЛЛОНОВ
Грядник	WQS ⁴	525 (48,77 м ²)	337 (1,28 м ³)	12 959 (49,06 м ³)
Грядник	2 года	310 (28,8 м ²)	591 (2,24 м ³)	8 077 (30,57 м ³)

Источник: *Green infrastructure guidance manual for New Jersey* [120].

Проницаемые покрытия

К таким поверхностям относятся водопроницаемый бетон, пористый асфальт, брусчатка. Обычно такие покрытия применяют на тротуарах или на парковочных местах, часто сочетают обычный асфальт, укладываемый на проезжей части, и пористый — для организации парковочных мест (рис. 41). Благодаря хорошей проницаемости вода быстро проходит сквозь покрытие, попадая в фильтрующий слой конструкционного пирога. Однако сдерживающим фактором может быть скорость инфильтрации подстилающего грунта.

рис. 41 Устройство проницаемого покрытия



Источник: иллюстрация авторов по материалам *Green infrastructure guidance manual for New Jersey* [120].

Проницаемые покрытия обладают наименьшей способностью к улавливанию и хранению дождевых стоков. Поэтому их следует применять совместно с другими элементами зеленой инфраструктуры, а также в местах, где необходимо организовать твердое покрытие. Также существенным ограничением в российской практике может быть отсутствие технологий по укладке водопроницаемого бетона и асфальта.

4 WQS — water quality storm — ливень с выпадающим количеством воды 31,75 мм за два часа.

При обслуживании в зимнее время следует подбирать размер фракций противогололедных веществ для исключения засорения пор и замерзания реагентов внутри покрытия.



Анализ типовых решений для элементов зеленой ливневой инфраструктуры позволяет сделать следующие выводы:

- 1) Для успешного внедрения элементов зеленой инфраструктуры в общую систему отвода поверхностных стоков требуется разработка методики проектирования биоинженерных систем, которая должна включать критерии размещения элементов зеленой инфраструктуры на территории города и определение ключевых технологических параметров создаваемых объектов.*
- 2) При проектировании элементов зеленой ливневой инфраструктуры необходимо учитывать гидрологическую группу почвы участка и расчетную силу ливня (количество осадков) при принятии решений о размере и типе зеленой инфраструктуры, так как один и тот же план участка в зависимости от типа почвы будет обладать разной способностью к перехвату ливневых стоков. Также необходимо, чтобы система была способна отвести всю воду из биоинженерных систем в течение 72 часов.*
- 3) Дождевые сады обеспечивают гораздо лучшую систему перехвата ливневых стоков, чем другие виды зеленой инфраструктуры. Наименьшей способностью обладают водопроницаемые покрытия. Тем не менее это самые простые технические решения. Поэтому необходимо развивать практику укладки водопроницаемых покрытий.*
- 4) Элементы зеленой инфраструктуры эффективны при перехвате дождевых стоков во время не самых больших ливней. При проектировании следует совмещать одновременно несколько типов зеленой инфраструктуры, а также предусматривать подключение к серой инфраструктуре в случае перелива элементов зеленой инфраструктуры во время сильных ливней.*
- 5) Организовывать дождевые сады лучше всего на дворовых территориях, в самых нижних точках рельефа.*
- 6) Для улиц с ограниченными размерами тротуаров лучше всего использовать грядники. При выработке стандартов по проектированию лучше всего разработать типовые размеры грядников в зависимости от ширины тротуара, что позволит облегчить процесс проектирования.*

3.4 **Необходимость комплексного подхода к решению вопросов развития ливневой инфраструктуры**

Лучший зарубежный опыт демонстрирует необходимость комплексного подхода к решению вопросов развития ливневой инфраструктуры. Климатические изменения последних лет привели к росту числа и повышению интенсивности осадков практически во всех точках планеты. Устойчивость городов к таким явлениям во многом связана с организацией эффективных систем ливневой канализации, которые сочетают как серую, так и зеленую инфраструктуру. Необходимость и подходы к созданию систем отвода поверхностных сточных вод в США, Китае, Великобритании, Австралии и ряде других развитых стран закреплены в документах национального уровня, в которых также определены задачи по созданию элементов зеленой инфраструктуры и хозяйственному использованию ливневых вод. В этих странах выстроена иерархия нормативных и программных документов национального, регионального и муниципального уровня, определяющих полномочия и ответственность каждого уровня власти за решение определённого набора задач по развитию систем ливневой канализации.

И в этом российская практика существенно отличается от мировой. Федеральный уровень до последнего времени не рассматривал вопросы ливневых стоков как значимые в городском строительстве. Достаточно сказать, что в Национальном проекте «Жилье и городская среда», который реализуется в период с 2019 по 2024 год, нет ни слова о ливневой канализации, хотя одна из целей проекта определяется как «кардинальное повышение комфортности городской среды, повышение индекса качества городской среды на 30 процентов, сокращение в соответствии с этим индексом количества городов с неблагоприятной средой в два раза».

Конечно, вопросы ливневых стоков — это полномочия муниципального уровня. Но ресурсов муниципалитетов, как правило, недостаточно для решения задач, которые долгие годы оставались на втором плане. Однако в связи с изменением климата и увеличением внимания к качеству городской среды эти вопросы все чаще выходят на повестку. В условиях России трудно предположить, что без активного внимания центра, формирования правил регулирования, стимулирования развития серой и зеленой инфраструктуры ливневой канализации на федеральном уровне мы сможем добиться серьезных результатов в этом направлении.

Ключевой фактор развития системы отведения поверхностных стоков в городах — стабильная и прозрачная система финансирования этой деятельности.

В настоящее время в России получили распространение стихийные практики тарификации абонентов ливневой канализации — бюджетных организацией и юридических лиц на основании показателя кубических метров отведенных сточных вод. С одной стороны, появление подобных практик можно считать позитивным фактором, поскольку они повышают прозрачность и прогнозируемость финансирования городской инфраструктуры. Однако применяемый механизм тарификации не соответствует современным и зарекомендовавшим себя зарубежным практикам, основанным, в частно-

сти, на учете характеристик земельных участков при определении объемов отведения поверхностных стоков. Для расчетов используется показатель площади, а также характеристика проницаемости разных типов поверхности конкретного участка.

В рамках работы над монографией были выработаны основные характеристики тарификации, которые способствуют созданию эффективных механизмов финансирования ливневой канализации, а именно: должен соблюдаться принцип тарифной справедливости, в соответствии с которым объем оплаты соответствует объему получаемой услуги; тариф должен легко воспроизводиться на основании базовых характеристик участка; тариф должен быть достаточно существенный, чтобы мотивировать абонентов снижать сток, и тариф должен распространяться на всех бенефициаров без исключения.

Анализ рассмотренных в работе зарубежных практик тарификации водоотведения поверхностных сточных вод показал, что не все методы соответствуют описанным свойствам эффективного и справедливого тарифа. Как следствие, не все зарубежные методы целесообразно применять в России. Для российских городов предлагается использовать два тарифных подхода: на основе тарифного метода, практикуемого в США – анализа интенсивности застройки (ID) и многоуровневой тарификации (TF), а также метода, получившего распространение в Германии и основанного на учете водопроницаемости поверхностей (АН).

Первый предложенный тарифный метод агрегирует потребителей на основании типа объекта недвижимости, расположенного на участке, и использует средние показатели водонепроницаемости соответствующей категории потребителей для определения размера тарифной платы. Для расчета тарифа необходимо иметь базовую информацию о характеристиках водопроницаемости участков. Метод категоризации потребителей (многоуровневой тарификации) позволяет минимизировать административные издержки при расчете тарифных ставок, что важно при переходе к более совершенным тарифным методам.

Второй метод – метод водопроницаемости поверхностей – позволяет качественно рассчитать общий объем отводимых сточных вод. Он в большей степени удовлетворяет принципу тарифной справедливости, поскольку учитывает детализированную информацию о проницаемости различных типов поверхностей каждого подключенного участка. Применение данного метода требует большего числа исходных данных об участках абонентов, поэтому он трудоемкий в реализации. Но при наличии необходимой информации ставка тарифа рассчитывается достаточно просто, не требуя от регулятора, муниципалитета или получателя услуги дополнительных усилий. Возможно применение трех механизмов сбора информации об участках абонентов, которые позволят снизить административные издержки учета территорий: установление средних показателей типов поверхности на основании репрезентативной выборки с последующей их корректировкой; самоучет характеристик поверхностей участка их собственниками; методы аэрофотосъемки.

В случае увеличения проницаемости поверхностей участка закономерно должен пересматриваться тариф на услугу отвода ливневых вод. При использовании метода категоризации потребителей в зависимости

от типа объекта недвижимости главная сложность заключается в определении критерия для предоставления тарифной скидки. В методе водопроницаемости поверхностей механизм снижения тарифа уже предусмотрен, поскольку изменение площадей поверхностей разных типов приводит к пересмотру тарифной ставки. Вопрос по критериям предоставления и размеру тарифной скидки можно считать открытым, поскольку в большей степени данные решения зависят от тарифного регулятора каждого конкретного региона и эксплуатирующих организаций систем ливневой канализации городов.

Для того чтобы предложенные механизмы стали эффективным инструментом финансирования ливневой канализации, необходимо не только ввести более качественные методы тарификации, но и законодательно закрепить статус ливневой канализации в виде услуги по качественному содержанию земельных участков и объектов недвижимости. Также перед органами государственной власти и местного самоуправления стоит важная задача решения вопросов, связанных с определением границ и правами собственности на придомовые участки многоквартирных жилых домов. Территории городов России, застроенные такими домами, вносят значительный вклад в объемы отводимых сточных вод. В настоящее время услуга ливневой канализации для населения как собственников земельных участков под жилые дома не тарифицируется (за исключением общесплавной канализации, когда в оплату хозяйственно-бытовых стоков включаются издержки водоотведения поверхностных стоков).

Как уже отмечалось, важный фактор успеха в решении вопросов ливневых стоков в городских условиях — интеграция элементов традиционной серой и зеленой инфраструктуры. Несмотря на то что вопрос управления системами отвода поверхностных сточных вод находится в ведении муниципального уровня, зарубежный опыт показывает необходимость выстраивания иерархии полномочий и документов начиная с федерального уровня.

Ключевые задачи федерального уровня можно представить следующим образом:

- Необходимо сформулировать цели и задачи управления поверхностными сточными водами. Ввести требование сбора поверхностного стока при помощи зеленой инфраструктуры для снижения нагрузки на ливневую канализацию, что особенно важно в первые минуты ливня, когда интенсивность выпадения осадков высокая.
- Важно разработать методологию определения объема поверхностного стока для событий разной повторяемости: 1, 10, 30, 100 лет.
- Провести работу по уточнению значения коэффициента стока, используемого в расчетах. Возможно, ввести большую градацию его величин в зависимости от разных характеристик: тип поверхности, интенсивность осадков, тип грунта, уклон территории, качество покрытия, тип застройки.
- Провести анализ применяемых нормативов для проектирования на предмет наличия ограничений и возможностей по созданию зеленой инфраструктуры.

- Для упрощения процесса проектирования и расчетов объема дождевой воды возможно разработать типологические таблицы для разных типов зеленой инфраструктуры либо соответствующее программное обеспечение.

Для муниципального уровня рекомендуется:

- Разработать долгосрочный план развития системы ливневой канализации и зеленой инфраструктуры, что требует проведения аналитической работы, связанной с фиксацией мест подтоплений, моделирования бассейнов поверхностного стока и определения подходящих мест для реализации разных типов зеленой инфраструктуры.
- Сформировать источники финансирования развития и эксплуатации систем ливневой канализации.
- Включить в правила благоустройства расчетные значения, которые следует применять при проведении гидравлического расчета для управления ливневыми водами.
- Разработать правила организации обслуживания и эксплуатации зеленой инфраструктуры, осуществлять контроль за их выполнением (в том числе вести реестр элементов зеленой инфраструктуры).
- Проводить политику информирования заинтересованных сторон, создавать стимулы для собственников земельных участков строить зеленую инфраструктуру, реализовывать демонстрационные площадки, проводить обучающие семинары.

В целом для реализации политики управления системами ливневой канализации следует в первую очередь сформировать нормативно-правовую базу на федеральном уровне, а затем проработать политику реализации инфраструктуры на местном уровне, включая развитие зеленой инфраструктуры.

В результате развития интегрированной системы отвода поверхностных стоков может быть получен целый спектр прямых и косвенных эффектов.

К прямым эффектам следует отнести:

- Снижение риска возникновения подтоплений. При помощи зеленой инфраструктуры возможно замедлить скорость потока и снизить объем образуемого поверхностного стока, так как реализация зеленой инфраструктуры направлена на перехват осадков в месте их выпадения. Одновременно снижается вероятность возникновения перегрузки традиционных систем ливневой канализации, а следовательно, и риски возникновения подтопления.
- Значительное сокращение расходов на модернизацию серой инфраструктуры с целью повышения ее пропускной способности для отвода пиковых ливневых нагрузок. Пиковые нагрузки может

принимать на себя зеленая инфраструктура, что минимизирует потребность в увеличении пропускной способности серой инфраструктуры.

- Улучшение качества сточных вод в результате создания зеленой инфраструктуры. Во-первых, при помощи фильтрующего и дренажного слоя возможно очистить поверхностный сток от осадка и разных видов загрязняющих веществ. Во-вторых, объем поверхностного стока, который пройдет очистку, будет выше, чем при устройстве водоотведения при помощи серой инфраструктуры.
- Улучшение качества городской среды при дополнении систем ливневой канализации элементами зеленой инфраструктуры. Во-первых, возможно улучшить визуальное восприятие территорий, а во-вторых, создать пространства для отдыха горожан, что также повлияет и на улучшение качества их жизни.

Косвенные эффекты выражаются в следующем:

- Экономические выгоды от развития интегрированной ливневой канализации. Во-первых, могут быть сэкономлены средства на проведение восстановительных работ по ликвидации последствий подтоплений. Во-вторых, улучшится качество городской среды. Как следствие, вырастут цены на недвижимость и повысится инвестиционная привлекательность городских территорий. В-третьих, могут быть созданы рабочие места для проектирования, обслуживания и строительства объектов систем отвода поверхностного стока.
- Уменьшение масштабов и частоты ремонтных работ на территории города, вызванных необходимостью регулярного повышения пропускной способности серой ливневой канализации, перекапыванием и последующим благоустройством городских улиц.
- Адаптация к изменению климата. Помимо снижения риска подтоплений современная интегрированная инфраструктура отведения поверхностного стока может способствовать снижению эффекта теплового острова.
- Улучшение здоровья и самочувствия горожан. Элементы зеленой инфраструктуры могут повысить доступность природных территорий, визуальную привлекательность, улучшить качество воздуха, что положительно повлияет на физическое и психологическое здоровье горожан.
- Образование и формирование сообществ. Создание объектов зеленой инфраструктуры может сопровождаться обучением городских сообществ, что положительно повлияет на формирование экологического сознания горожан, а также на организацию сотрудничества между местными органами власти, застройщиками, горожанами.

Нам представляется, что наряду с активной проработкой правовой и нормативной базы по регулированию поверхностных стоков, формированию методологий принятия регуляторных решений, целесообразна также разработка федеральной программы развития ливневой инфраструктуры. Возможно, это найдет выражение в развитии Национального проекта «Жилье и городская среда» на новом его этапе, поскольку очевидно, что ливневая канализация является важным составным компонентом комфортной городской среды.

Заключение

Развитие городов делает все меньшей долю проницаемых поверхностей на территории города, исчезает возможность природных ландшафтных стоков. В этой связи возрастает роль искусственных сооружений разного рода для обеспечения отвода стока и/или накопления поверхностных вод.

В данной коллективной монографии приведены результаты исследования состояния и перспектив развития одной из самых проблемных городских инженерных инфраструктур — ливневой канализации. Мы показали низкое обеспечение инфраструктурой отвода поверхностных вод практически во всех крупных городах России, отсутствие стабильных инструментов финансирования, множественность моделей управления ливневой канализацией при отсутствии каких-либо критериев оптимального управления. В условиях климатических изменений с ростом интенсивности ливневых осадков неразвитость ливневой канализации приводит к резкому возрастанию вероятности подтоплений, наводнений, разрушений линейных и точечных объектов недвижимости. Поэтому проблематика развития ливневой канализации представляется актуальной и важной на современном этапе развития городов России.

Актуальность этой проблематики подтверждает практически стихийно возникающая в ряде субъектов Российской Федерации практика тарификации услуг по водоотведению поверхностных стоков, когда потребителями услуг выступают юридические лица и индивидуальные предприниматели — собственники земельных участков на городских территориях. Такая практика формируется при фактически полном отсутствии нормативного регулирования ценообразования по отводу поверхностных вод на федеральном уровне. Она содержит много достаточно спорных моментов, требующих принятия правовых документов. Но в целом такую практику следует признать важной (и редкой в настоящее время) местной инициативой, поддержать ее, систематизировать принятые подходы и решения спорных вопросов и рекомендовать к тиражированию. Именно это мы пытаемся сделать данным исследованием.

Но еще важнее — снять существующие правовые неопределенности и барьеры для успешного развития инфраструктуры ливневой канализации не вопреки, а благодаря. Существующая российская практика тарифного регулирования водоотведения поверхностных стоков опирается на закон «О водоснабжении и водоотведении» и при отсутствии подзаконной нормативной базы рассматривает водоотведение поверхностных стоков как коммунальную услугу. Мы в нашем исследовании уделили большое внимание экономической природе ливневой канализации и показали, что эта услуга связана не с обеспечением комфортных условий пребывания для конкретного индивидуума, что характеризует именно коммунальные услуги, а с обеспечением нормального состояния земельных участков с низкой водопроницаемостью и находящихся на них объектов недвижимости. Таким образом, было показано, что это не коммунальная услуга, а, по существу, в части жилищного фонда — составная часть жилищной услуги, связанная с обеспечением отвода поверхностных вод от жилого здания и прилегающего к нему земельного участка. Этот же

вывод подтверждается и международной практикой, где тарифы на услуги водоотведения поверхностных стоков определяются не на единицу объема отводимой воды, как это делается в случае коммунальных услуг, а на единицу площади земельного участка, с которого производится водоотведение, с учетом проникающей способности различных частей этого земельного участка.

Международная практика в целом демонстрирует три важных подхода, которые, на наш взгляд, следует иметь в виду при развитии российской нормативной правовой базы и разработке мер по интенсификации развития ливневой канализации в период изменения климата и роста угрозы нормальной жизнедеятельности городов.

Мы уже отметили развитие практик тарификации услуг по водоотведению поверхностных стоков. Она сейчас далеко не повсеместна, но это заметный тренд, который общепризнан и набирает силу.

В рамках этого тренда самостоятельно развивается второй важный подход — включение в систему ливневой канализации элементов зеленой инфраструктуры. При этом решаются две важные задачи: 1) за счет накопления ливневых вод в элементах зеленой инфраструктуры снижается пиковая нагрузка на традиционную серую ливневую канализацию; отпадает или снижается необходимость увеличения ее мощности вследствие увеличения обильных ливневых осадков; 2) возникает возможность хозяйственного использования ливневых стоков, которые традиционно просто сбрасывались в водоемы.

Формирование мотивации по созданию элементов зеленой инфраструктуры с целью снижения сбросов поверхностных вод с земельного участка и уменьшения платежа за услугу по водоотведению поверхностного стока может быть полезным импульсом для увеличения озеленения наших городов, что в конечном итоге может дать разноплановые эффекты, в том числе уменьшение тепловых островов в городе, улучшение состояния воздуха и др. Это все важные звенья в обеспечении комфортной городской среды.

Еще один важный вывод из международного опыта — это системные подходы к решению задачи водоотведения поверхностных вод на всех уровнях публичной власти. Такую системность демонстрируют такие страны, как США, Китай, Германия, Австралия. Конечно, ливневая канализация — это зона ответственности прежде всего муниципального уровня. Но во всех этих странах есть документы национального и регионального уровней, обеспечивающие нормативное пространство и финансовую поддержку с целью развития серой и зеленой инфраструктуры ливневой канализации в городах. В качестве примера можно привести Китай, где национальная программа «Город-губка», направленная на создание элементов зеленой инфраструктуры ливневой канализации в городах, включает и финансирование на национальном уровне городов — участников этой программы.

В результате исследования мы пришли к двум принципиальным выводам:

- о поддержке местных инициатив и возможности тиражирования сложившихся российских практик тарифного регулирования водоотведения поверхностных стоков в рамках существующего правового поля;

- о необходимости существенной доработки нормативной правовой базы по регулированию водоотведения поверхностных стоков на федеральном уровне и формированию на уровне государства программы поддержки развития серой и зеленой инфраструктур ливневой канализации с целью повышения устойчивости российских городов в условиях изменения климата и повышения комфорта городской среды.

Представленное исследование — практически первое в России на эту тему. Многие вопросы, поднятые в нем, требуют дальнейшей проработки и правового оформления. Поэтому мы рассматриваем эту работу как приглашение к диалогу, к дискуссии с целью нахождения наилучших решений выявленных проблем.

Источники

- 1) Справочно-информационный портал «Погода и климат» — URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения: 13.11.2022).
- 2) *Sun F, Roderick M. L., Farquhar G. D.* Rainfall statistics, stationarity, and climate change // Proceedings of the National Academy of Sciences. — 2018. — Vol. 115. — No. 10. — P. 2305–2310.
- 3) *Zhu X. X. et al.* So2Sat LCZ42: A benchmark dataset for global local climate zones classification // arXiv preprint arXiv:1912.12171. — 2019.
- 4) Методические рекомендации по организации водоотвода на улично-дорожной сети городов, не имеющих подземной (трубопроводной) ливневой канализации — URL: https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp06_2019.pdf (дата обращения: 21.10.2022).
- 5) *De Colstoun E. C. B. et al.* Documentation for the global man-made impervious surface (GMIS) dataset from landsat // NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC): Palisades, NY, USA. — 2017.
- 6) *Foster J. et al.* The value of green infrastructure for urban climate adaptation // Center for Clean Air Policy. — 2011. — Vol. 750. — No. 1. — P. 1–52.
- 7) *Sadhbh W.* Philadelphia water management: from grey to green infrastructure // The Guardian — URL: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/philadelphia-water-management-green-infrastructure> (дата обращения: 14.11.2022).
- 8) *Климанова О. А., Колбовский Е. Ю., Курбаковская А. В.* Оценка геоэкологических функций зеленой инфраструктуры в городах Канады // География и природные ресурсы. — 2016. — № 2. — С. 191–200.
- 9) Московская школа управления «СКОЛКОВО». «Стартовала программа обучения управленческих команд российских городов» — URL: <https://www.skolkovo.ru/news/startovala-programma-obucheniya-upravlencheskih-komand-rossijskih-gorodov/> (дата обращения: 20.11.2022).
- 10) Федеральный закон от 7 декабря 2011 года № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/ (дата обращения: 15.10.2022).

- 11) Приказ Минстроя России от 25 декабря 2018 года № 860/пр «Об утверждении СП 32.13330.2018 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения» — URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/18451/> (дата обращения: 30.09.2022).
- 12) Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения: 15.10.2022).
- 13) Приказ Минстроя России от 30 декабря 2020 года № 920/пр «Об утверждении СП 30.13330.2020 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий» — URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/> (дата обращения: 30.09.2022).
- 14) Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты — 2006. — URL: <https://eco-systema.com/upload/iblock/7a2/fgup-vodgeo-rekomm.pdf> (дата обращения: 02.12.2022).
- 15) Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. — Дополнения к СП 32.13330.2018. — URL: https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp01.pdf (дата обращения: 10.11.2022).
- 16) Приказ Минстроя России от 3 августа 2016 года № 542/пр «Об утверждении свода правил 253.1325800.2016 «Инженерные системы высотных зданий» — URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/12541/> (дата обращения: 30.09.2022).
- 17) *Кутлимуродов У., Толлибоев И.* Отвод атмосферных сточных вод от зданий и сооружений // Science and Education. — 2022. — Т. 3. — № 6. — С. 253–258.
- 18) Решение Архангельской городской Думы от 25 октября 2017 года № 581 «Об утверждении Правил благоустройства города Архангельска» — URL: <https://www.arhcity.ru/?page=2111/1> (дата обращения: 15.10.2022).
- 19) Решение Думы города Костромы от 25 апреля 2013 года № 60 «Об утверждении Правил благоустройства территории города Костромы» — URL: <https://duma-kostroma.ru/documents/?category=accomplishment> (дата обращения: 15.10.2022).
- 20) Решение Вологодской городской Думы от 2 апреля 2007 года № 392 «О Правилах благоустройства городского округа города Вологды» — URL: https://vologda.gosuslugi.ru/ofitsialno/kontrol-inadzor/munitsipalnyy/blagoustroystvo/dgh/profilaktika-narusheniy/perechen-npa/teksty/dokumenty-omsu_844.html (дата обращения: 13.10.2022).

- 21) Закон города Москвы от 30 апреля 2014 года № 18 «О благоустройстве в городе Москве» — URL: <https://docs.cntd.ru/document/537954962> (дата обращения: 15.10.2022).
- 22) Решение городской Думы города Нижнего Новгорода от 26 декабря 2018 года № 272 «О Правилах благоустройства территории муниципального образования городской округ город Нижний Новгород» — URL: <https://docs.cntd.ru/document/465587643> (дата обращения: 15.10.2022).
- 23) Решение Совета депутатов города Новосибирска от 27 сентября 2017 года № 469 «О правилах благоустройства территории города Новосибирска и признании утратившими силу отдельных решений Совета депутатов города Новосибирска» — URL: <https://docs.cntd.ru/document/465718973> (дата обращения: 15.10.2022).
- 24) Решение Казанской городской Думы от 18 октября 2006 года № 4-12 «О Правилах благоустройства города Казани» — URL: <https://docs.cntd.ru/document/432903228> (дата обращения: 15.10.2022).
- 25) Решение Совета городского округа город Уфа Республики Башкортостан от 2 июля 2009 года № 17/7 «Об утверждении Правил благоустройства городского округа город Уфа Республики Башкортостан» — URL: https://eng.ufacity.info/control/house_control/documents/17-7%20Об%20утверждении%20Правил%20благоустройства.pdf (дата обращения: 15.10.2022).
- 26) Решение Городского Собрания Сочи от 31 октября 2017 года № 194 «Об утверждении Правил благоустройства и санитарного содержания территории города Сочи» — URL: <https://sochi.ru/zhizn-goroda/ekonomika/ekspertiza/vedomleniya-o-pps/107047/> (дата обращения: 15.10.2022).
- 27) ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» — URL: https://www.vodokanal.spb.ru/kanalizovanie/struktura_kanalizovaniya/ (дата обращения: 26.10.2022).
- 28) Кудрявцева Н. Города-«губки», крыши ноу-хау и дождевые сады // Коммерсантъ — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4141342> (дата обращения: 12.11.2022).
- 29) Белокопытова Ю. Станцию метро «Павелецкая» подтопило из-за ливня в Москве // Комсомольская правда — URL: <https://www.msk.kp.ru/online/news/4821964/> (дата обращения: 07.11.2022).
- 30) Котова Ю., Тимов С. Мосводосток объяснил затопление Варшавского шоссе «эффектом ванны» // forbes.ru — URL: <https://www.forbes.ru/newsroom/obshchestvo/403393-mosvodostok-obyasnil-zatoplenie-varshavskogo-shosse-effektom-vanny> (дата обращения: 09.11.2022).

- 31) Постановление Администрации города Вологды от 28 декабря 2011 года № 8042 «Об утверждении Генеральной схемы санитарной очистки территории города Вологды» — URL: <https://base.garant.ru/35717543/> (дата обращения: 04.11.2022).
- 32) Информация о дебиторской задолженности МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал» на 21.11.2022 года — URL: <https://www.volwater.ru/press-tsentr/novosti/750-informatsiya-po-debitorskoj-zadolzhennosti-na-21-11-2022-g> (дата обращения: 26.11.2022).
- 33) *Антонян П.* 36 проблемных участков сетей ливневой канализации выделили в Вологде // Сетевое издание Вологда.рф. — 2020. — URL: <https://вологда.рф/news/housing/47590/> (дата обращения: 20.11.2022).
- 34) Кто будет платить за дождь? В Воронежской Гордуме обсудили финансирование «ливневок» // Полиграф.Медиа. — 2022. — URL: <https://poligraf.media/vlast/20220712/kto-budet-platit-za-dozhd-v-voronezhskoj-gordume-obsudili-finansirovanie-livneвок> (дата обращения: 23.11.2022).
- 35) *Авдеева А., Щеглов В., Редькин П.* Вслед за водоканалом и теплосетью. Власти Воронежа ищут концессионера для ливневки // Вести Воронеж — URL: <https://vestivrn.ru/news/2019/04/25/vsled-za-vodokanalom-i-teplosetyu-vlasti-voronezha-ishut-koncessionera-dlya-livnyovki/> (дата обращения: 23.11.2022).
- 36) В Воронеже создается геоинформационная система ливневой канализации — URL: <https://watermagazine.ru/novosti/vodootvedenie/22996-v-voronezhe-sozdaetsya-geoinformatsionnaya-sistema-livnevoj-kanalizatsii.html> (дата обращения: 24.11.2022).
- 37) ГУП «Мосводосток» — URL: <https://мосводосток.рф/> (дата обращения: 24.11.2022).
- 38) Приказ № 493-ТД от 27 октября 2022 года «Об утверждении инвестиционной программы Государственного унитарного предприятия города Москвы по эксплуатации московских водоотводящих систем «Мосводосток» в сфере водоотведения на 2023–2025 годы» — URL: <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/49741220/> (дата обращения: 24.11.2022).
- 39) Постановление Правительства РФ от 13 мая 2013 года № 406 «О государственном регулировании тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения» — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146317/ (дата обращения: 18.11.2022).
- 40) Приказ ФСТ России от 27 декабря 2013 года № 1746-э «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения» — URL: <https://base.garant.ru/70603276/> (дата обращения: 15.10.2022).

- 41) Постановление Правительства РФ от 4 сентября 2013 года № 776 «Об утверждении Правил организации коммерческого учета воды, сточных вод» (с изменениями и дополнениями) — URL: <https://base.garant.ru/70447322/> (дата обращения: 15.10.2022).
- 42) Приказ департамента топливно-энергетического комплекса и тарифного регулирования Вологодской области от 20 декабря 2018 года № 822-р «Об установлении МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал» тарифов на водоотведение поверхностных сточных вод» — URL: <https://docs.cntd.ru/document/550309281> (дата обращения: 01.10.2022).
- 43) Приказ Департамента топливно-энергетического комплекса и тарифного регулирования Вологодской области от 20 декабря 2018 года № 808-р «Об установлении тарифов на водоотведение МУП «Водоканал» — URL: <https://docs.cntd.ru/document/550309285> (дата обращения: 01.10.2022).
- 44) Приказ Департамента по тарифам Новосибирской области от 30 октября 2018 года № 310-В «Об установлении долгосрочных параметров регулирования и тарифов на водоотведение поверхностных сточных вод для МУП города Новосибирска «Управление заказчика по строительству подземных транспортных сооружений», осуществляющего деятельность по водоотведению поверхностных сточных вод на территории города Новосибирска, на период регулирования 2019–2021 годов» — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5401201811060004?index=2&rangeSize=1> (дата обращения: 02.10.2022).
- 45) Распоряжение Комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 20 декабря 2017 года № 235-р «О внесении изменений в распоряжение Комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 27.11.2015 № 379-р» — URL: <https://docs.cntd.ru/document/556172469> (дата обращения: 02.10.2022).
- 46) Распоряжение Комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 15 декабря 2021 года № 207-р «О внесении изменений в распоряжение Комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 18.12.2020 № 271-р» — URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/energ_kom/documents/nra/29322/ (дата обращения: 02.10.2022).
- 47) Приказ Департамента экономической политики и развития города Москвы от 15 декабря 2017 года № 441-ТР «Об установлении долгосрочных тарифов на водоотведение для потребителей Государственного унитарного предприятия города Москвы по эксплуатации московских водоотводящих систем «Мосводосток» на 2018–2020 годы» — URL: <https://www.mos.ru/depr/documents/normativno-pravovye-akty-departamenta/view/210671220/> (дата обращения: 03.10.2022).

- 48) Постановление Правительства РФ от 30 ноября 2021 года № 2130 «Об утверждении Правил подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к централизованным системам горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения...» — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403039421/> (дата обращения: 10.11.2022).
- 49) Постановление Правительства РФ от 29 июля 2013 года № 644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_150474/ (дата обращения: 30.09.2022).
- 50) Постановление Агентства по тарифам и ценам Архангельской области от 11 марта 2021 года № 11-в/3 «Об установлении тарифа на подключение (технологическое присоединение) к централизованной системе водоотведения поверхностных сточных вод (дренажно-ливневой канализации) МУП «Архкомхоз» — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/2901202103150002?index=1&rangeSize=1> (дата обращения: 15.11.2022).
- 51) Приказ Департамента топливно-энергетического комплекса и тарифному регулированию Вологодской области от 27 декабря 2018 года № 845-р «Об установлении ставок тарифов для расчета платы за подключение (технологическое присоединение) объектов капитального строительства к централизованной системе водоотведения поверхностных сточных вод МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал» — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/3501201812290059?ysclid=laz55pi8hu927279895> (дата обращения: 15.11.2022).
- 52) Постановление Департамента государственного регулирования цен и тарифов Костромской области от 16 декабря 2021 года № 21/376 «Об установлении тарифов на подключение (технологическое присоединение) к централизованной ливневой системе водоотведения (канализации) для МУП города Костромы «Костромагорводоканал» на территории городского округа город Кострома на 2022 год» — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/4401202112170019?ysclid=laz5cdkctd874468240> (дата обращения: 15.11.2022).
- 53) Приказ 310-ТР Департамента экономической политики и развития города Москвы от 15 декабря 2021 года «Об установлении тарифов на подключение (технологическое присоединение) к централизованной системе водоотведения Государственного унитарного предприятия города Москвы по эксплуатации московских водоотводящих систем «Мосводосток» на 2022 год» — URL: <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/47863220/?ysclid=laz63ln82s615979570> (дата обращения: 15.11.2022).

- 54) Приказ Департамента по тарифам Новосибирской области от 7 сентября 2022 года № 149-В «Об установлении для МП города Новосибирска «Модернизация и развитие транспортной инфраструктуры» тарифа на подключение (технологическое присоединение) к централизованной системе водоотведения поверхностных сточных вод на территории города Новосибирска на 2022 год» — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5401202109090002> (дата обращения: 15.11.2022).
- 55) DSO Water and Sewer Map — URL: http://gisrevprxy.seattle.gov/wab_ext/DSOResearch_Ext/ (дата обращения: 29.09.2022).
- 56) City of Seattle 2019 NPDES Phase I Municipal Stormwater Permit Stormwater Management Program — URL: https://www.seattle.gov/Documents/Departments/SPU/Documents/Plans/Seattle_2019_Stormwater_Plan.pdf (дата обращения: 29.09.2022).
- 57) Swale on Yale/KPG Psomas. — URL: <https://www.kpg.com/project/swale-on-yale/> (дата обращения: 02.10.2022).
- 58) The Draft London Plan December 2017 — URL: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/draft_london_plan_chapter_9.pdf (дата обращения: 03.10.2022).
- 59) The National Federation of Roofing Contractors — URL: <https://www.nfrc.co.uk/bluroofs> (дата обращения: 03.10.2022).
- 60) London Sustainable Drainage Action Plan // Greater London Authority. — URL: https://www.researchgate.net/publication/301552029_Draft_London_Sustainable_Drainage_Action_Plan (дата обращения: 03.10.2022).
- 61) Australian Guidelines for Urban Stormwater Management 2000 — URL: <https://www.waterquality.gov.au/sites/default/files/documents/australian-guidelines-urbanstormwater.pdf> (дата обращения: 04.10.2022).
- 62) Introduction to Urban Stormwater Management in Australia — Commonwealth of Australia — URL: <https://www.soakwells.com/draft/files/downloads/stormwater.pdf> (дата обращения: 04.10.2022).
- 63) Decentralised Water Master Plan 2012–2030 — URL: <https://www.cityofsydney.nsw.gov.au/environmental-action/water-management> (дата обращения: 04.10.2022).
- 64) *Nickel D. et al.* German experience in managing stormwater with green infrastructure // *Journal of environmental planning and management.* — 2014. — Vol. 57. — No. 3. — P. 403–423.
- 65) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts — 2009. — https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/WHG.pdf (дата обращения: 07.10.2022)

- 66) *Tabuchi J.P.* Le financement de la dépollution des eaux pluviales: état des réflexions et exemples allemand // Note interne de l'agence de l'eau Seine-Normandie. — 2002.
- 67) *Weiss G., Brombach H.* Today's practice in stormwater management in Germany-statistics // Novatech 2007-6ème Conférence sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie/Sixth International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management. — GRAIE, Lyon, France, 2007. — P. 1557–1564.
- 68) *Berger C., Falk C., Hetzel F.* State of the Sewer System in Germany // KA Korrespondenz Abwasser, Abfall. — 2016. — Vol. 63 — No. 6.
- 69) Profile of the German water sector 2020 //wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH. 2020. — URL: https://www.bdew.de/media/documents/Pub_20210422_Branchenbild_Wasserwirtschaft_2020_Englisch.pdf (дата обращения: 07.10.2022).
- 70) Руководство Главного управления Государственного совета по содействию строительства губчатых городов — URL: http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-10/16/content_10228.htm (дата обращения: 04.10.2022).
- 71) *Peng Y., Reilly K.* Using nature to reshape cities and live with water: an overview of the Chinese Sponge City programme and its implementation in Wuhan // European project, Grow Green. — 2021.
- 72) Building climate resilience and Water security in cities: lessons from the sponge city of Wuhan, China — URL: <https://urbantransitions.global/wp-content/uploads/2020/03/Building-climate-resilience-and-water-security-in-cities-lessons-from-the-Sponge-City-of-Wuhan-China-final.pdf> (дата обращения: 04.10.2022).
- 73) *Sharples D.* Who will pay for the rain? Examining the utility approach as a mechanism for funding and maintaining stormwater management practices. Master thesis, Urban and Environmental Policy and Planning. Tufts University, Medford, MA, USA. — 2006.
- 74) *Kea K., Dymond R., Campbell W.* An analysis of patterns and trends in United States stormwater utility systems // JAWRA Journal of the American Water Resources Association. — 2016. — Vol. 52. — No. 6. — P. 1433–1449.
- 75) Seattle Public Utilities. Drainage Rates — URL: <https://www.seattle.gov/utilities/your-services/accounts-and-payments/rates/drainage> (дата обращения: 15.11.2022).
- 76) Funding Stormwater Programs // US. EPA. — 2008. — URL: <https://www3.epa.gov/region1/npdes/stormwater/assets/pdfs/FundingStormwater.pdf> (дата обращения: 07.02.2023)

- 77) *Fisher-Jeffes L., Armitage N.P.* Charging for stormwater in South Africa // *Water SA*. — 2013. — Vol. 39. — No. 3. — P. 429–436.
- 78) *Campbell W.* The Western Kentucky University Stormwater Utility Survey 2007. — 2007. — URL: <https://www.wku.edu/seas/documents/wku-swusurvey-2007.pdf> (дата обращения: 18.11.2022).
- 79) *Campbell W.* The Western Kentucky University Stormwater Utility Survey 2013. — 2013. — URL: https://www.wku.edu/seas/documents/western_kentucky_university_swu_survey_2013.pdf (дата обращения: 18.11.2022).
- 80) *Campbell W.* The Western Kentucky University Stormwater Utility Survey 2022. — 2022. — URL: https://digitalcommons.wku.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=seas_faculty_pubs (дата обращения: 18.11.2022).
- 81) Flagstaff, Arizona — URL: <https://www.flagstaff.az.gov/3626/Stormwater> (дата обращения: 22.01.2023).
- 82) Metropolitan Government of Nashville and Davidson County. Metro water services — URL: <https://www.raftelis.com/work/metro-water-services-of-nashville-and-davidson-county/> (дата обращения: 22.01.2023).
- 83) *Tasca F.A., Assunção L.B., Finotti A.R.* International experiences in stormwater fee // *Water Science and Technology*. — 2018. — Vol. 2017. — No. 1. — P. 287–299.
- 84) BVerwG от 25 февраля 1972 года — KStZ 1972 — P. 111.
- 85) BVerwG от 25 марта 1985 года — 8 B 11/84 — KStZ 1985 — P. 129
- 86) *Mülder M., Weitensteiner J.* Der allgemeine Gleichheitssatz (Art. 3 Abs. 1 GG) // *JURA — Juristische Ausbildung*. — 2018. — No. 41. — P. 51–62.
- 87) Gesplittete Abwassergebuehr Baden — URL: <http://www.gesplittete-abwassergebuehr-baden.de/sgagb/allgemeines.html> (дата обращения: 04.12.2022).
- 88) *Burszta-Adamiak E.* The financial mechanisms of urban stormwater management // *Sustainable Development Applications*. — 2014. — Vol. 5. — P. 57–69.
- 89) *Słyś D., Stec A., Zeleňáková M.* A LCC analysis of rainwater management variants // *Ecological Chemistry and Engineering S.* — 2012. — Vol. 19. — No. 3. — P. 359–372.
- 90) *Gieger W., Dreiseitl H.* Neue Wege für das Regenwasser. — 1995.
- 91) Baden-Baden Gesplittete Abwassergebühr. Häufig gestellte Fragen — URL: https://www.baden-baden.de/mam/files/umwelt/entsorgung/fragen_und_anworten_faq_.pdf (дата обращения: 04.12.2022).

- 92) *Nickel D. et al.* German experience in managing stormwater with green infrastructure // Journal of environmental planning and management. — 2014. — Vol. 57. — No. 3. — P. 403–423.
- 93) Profile of the German water sector 2011 // wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH. 2011. — URL: <https://www.bdew.de/media/documents/Profile-German-Water-Sector-2011.pdf> (дата обращения: 07.10.2022).
- 94) *Bertram N. P. et al.* Synergistic benefits between stormwater management measures and a new pricing system for stormwater in the City of Hamburg // Water Science and Technology. — 2017. — Vol. 76. — No. 6. — P. 1523–1534.
- 95) *Yoo J., Park K.* Stormwater Utility Fee Estimation Method for Individual Land Use Areas // Sustainability. — 2022. — Vol. 14. — No. 16. — P. 10211.
- 96) *Geyler S., Bedtke N., Gawel E.* Sustainable stormwater management in existing settlements—Municipal strategies and current governance trends in Germany // Sustainability. — 2019. — Vol. 11. — No. 19. — P. 5510.
- 97) *Keeley M.* Using individual parcel assessments to improve stormwater management // Journal of the American Planning Association. — 2007. — Vol. 73. — No. 2. — P. 149–160.
- 98) Maßnahmenkatalog Reduzierung der Wasserkosten im öffentlichen Bereich. — 2002. — URL: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/download/modellvorhaben/massnahmenkatalog_wasserkosten.pdf (дата обращения: 07.10.2022).
- 99) Thames Water’s Household Charges Scheme 2023–2024. — 2023. — URL: <https://www.thameswater.co.uk/media-library/home/help/billing-and-account/understand-your-bill/charges-scheme-2023-24.pdf> (дата обращения: 04.03.2023).
- 100) The Welsh Water Highway Drainage. — URL: <https://www.dwrcymru.com/> (дата обращения: 14.11.2022).
- 101) *Coombes P., Roso S.* Runoff in Urban Areas, Book 9 in Australian Rainfall and Runoff — A Guide to Flood Estimation. — Commonwealth of Australia (Geoscience Australia), 2019.
- 102) Melbourne Waster, 2023. — URL: <https://www.melbournewater.com.au/services/prices-and-charges/waterways-and-drainage-charge> (дата обращения: 04.03.2023).
- 103) Sydney Water, Waterways and Drainage Charge. — URL: <https://www.sydneywater.com.au/accounts-billing/paying-your-bill/our-prices.html> (дата обращения: 04.03.2023).

- 104) Handout on Utility Connection Fees — URL: https://cdns5-hosted.civillive.com/UserFiles/Servers/Server_11470554/File/City%20Hall/Documents/Forms/Utilities%20Connection%20Fees%20Handout.pdf (дата обращения: 20.10.2022).
- 105) Anschlusskosten für ein Grundstück. Unsere Einheitssätze. Hannover — URL: [https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Umwelt-Nachhaltigkeit/Wasser-Abwasser/Abwasser/Stadtentw%C3%A4sserung-Hannover/Geb%C3%BChren-und-Beitr%C3%A4ge/Anschlusskosten-f%C3%BCr-ein-Grundst%C3%BCck#:~:text=Die%20Kosten%20f%C3%BCr%20einen%20Anschluss,99%20Euro%20je%20Meter%20\(Niederschlagswasseranschluss\)](https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Umwelt-Nachhaltigkeit/Wasser-Abwasser/Abwasser/Stadtentw%C3%A4sserung-Hannover/Geb%C3%BChren-und-Beitr%C3%A4ge/Anschlusskosten-f%C3%BCr-ein-Grundst%C3%BCck#:~:text=Die%20Kosten%20f%C3%BCr%20einen%20Anschluss,99%20Euro%20je%20Meter%20(Niederschlagswasseranschluss)) (дата обращения: 20.10.2022).
- 106) Abwasserbeitrag. Ein einmaliger Anschlussbeitrag an die öffentliche Kanalisation. Hannover — URL: <https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Umwelt-Nachhaltigkeit/Wasser-Abwasser/Abwasser/Stadtentw%C3%A4sserung-Hannover/Geb%C3%BChren-und-Beitr%C3%A4ge/Abwasserbeitrag> (дата обращения: 20.10.2022).
- 107) Benchmarking city services — KPMG Global — URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2017/10/benchmarking-city-services.pdf> (дата обращения: 29.09.2022).
- 108) Аристов Е. В. Понятие и концепция общественного блага // Право и современные государства. — 2015. — № 5. — С. 10–16.
- 109) Аристов Е. В. Общественные блага: концепция и конституционно-правовая характеристика // Вестник Пермского университета. Юридические науки. — 2016. — № 2 (32). — С. 149–157
- 110) Постановление Правительства РФ от 6 мая 2011 года № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_114247/ (дата обращения: 06.10.2022).
- 111) Термины и определения. Государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства — URL: https://dom.gosuslugi.ru/webhelp/main/index.html#source/terminy_i_opredeleniya.html (дата обращения: 06.10.2022).
- 112) Zhang J. et al. The influence of heavy metals in road dust on the surface runoff quality: kinetic, isotherm, and sequential extraction investigations // Ecotoxicology and Environmental Safety. — 2019. — Vol. 176. — P. 270–278.
- 113) Wijesiri B. et al. Case study — uncertainty inherent in metals build-up and wash-off processes // Decision Making With Uncertainty in Stormwater Pollutant Processes. — Springer, Singapore, 2019. — P. 37–48.

- 114) Yang W. et al. Impact of green infrastructure on the mitigation of road-deposited sediment induced stormwater pollution // Science of the Total Environment. — 2021. — Vol. 770. — P. 145294.
- 115) Block A. H., Livesley S., Williams N. S. G. Responding to the urban heat island: a review of the potential of green infrastructure. — 2012.
- 116) Pugh T. A. M. et al. Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons // Environmental science & technology. — 2012. — Vol. 46. — No. 14. — P. 7692–7699.
- 117) Kloos J., Renaud F. G. Overview of ecosystem-based approaches to drought risk reduction targeting small-scale farmers in Sub-Saharan Africa // Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice. — Springer, Cham, 2016. — P. 199–226.
- 118) EPA. Overcoming Barriers to Green Infrastructure — URL: <https://www.epa.gov/green-infrastructure/overcoming-barriers-green-infrastructure> (дата обращения: 20.10.2022).
- 119) Braden J. B., Ando A. W. Economic costs, benefits, and achievability of low-impact development-based stormwater regulations // Economic incentives for stormwater control. — 2011. — P. 45–70.
- 120) Green infrastructure guidance manual for New Jersey — URL: https://water.rutgers.edu/Green_Infrastructure_Guidance_Manual/ (дата обращения: 22.11.2022).
- 121) Мелехин А. Г., Щукин И. С. Анализ существующих биоинженерных сооружений очистки поверхностного стока и возможности их применения в условиях Западного Урала // Construction and Geotechnics. — 2013. — № 2. — С. 40–51.
- 122) Щукин И. С. и др. Выбор растений для фитофильтров очистки поверхностных сточных вод // Construction and Geotechnics. — 2014. — № 1. — С. 200–213.

Научное издание

Сергей Сиваев
Александр Абдуллаев
Олег Смирнов
Эдуард Залян
Екатерина Андреева
Алексей Летуновский

при участии:

Бориса Савкина
Юлии Воловик
Надежды Шиловой

Ливневая канализация в современном городе.

От тарификации до инфильтрации

Коллективная монография

редактор-корректор

Татьяна Редькина

выпускающий редактор

Анна Заиченко

дизайнер

Александр Свяжин

Подписано в печать 10.08.2023

Усл. печ. л. 7,25. Уч.-изд. л. 7. Формат В5

Гарнитуры HSE Sans, HSE Slab

Тираж 200 экз. Изд. № 2736

Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

101000, Москва, ул. Мясницкая, 20

+7 495 772-95-90 доб. 15285

Отпечатано в АО «Первая Образцовая типография»

Филиал «Чеховский Печатный двор»

142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1

www.chpd.ru, e-mail: sales@chpd.ru, 8 499 270-73-59

Климатические изменения и федеральная повестка, связанная с формированием комфортной городской среды, актуализируют задачу создания комплексной системы отвода городских поверхностных вод с использованием как традиционных инженерных решений, так и элементов зеленой инфраструктуры. Успех в ее решении связан с разработкой устойчивых и прозрачных механизмов финансирования этой деятельности.

Сейчас развитие и обслуживание ливневой канализации в России часто воспринимается как публичная услуга, оплачиваемая местным бюджетом.

Достаточно часто ливневая канализация финансируется через оплату хозяйственно-бытовых стоков. В этом случае получается, что население как основной плательщик за хозяйственно-бытовые стоки оплачивает и отвод поверхностных вод с публичных пространств, а город — собственник публичных пространств — оказывается в роли «зайца-безбилетника».

В то же время все больше российских городов вводят плату за отвод поверхностных вод для юридических лиц — собственников земельных участков. Происходит это практически стихийно, при отсутствии федеральной нормативной базы. Отсутствуют системные подходы к управлению ливневой канализацией, которым в российской практике занимаются и водоканалы, и дорожные службы, и определенные по конкурсу подрядные организации.

В монографии исследуется экономическая природа услуг по отведению ливневых стоков, анализируются российские и зарубежные практики управления и финансирования услуг по отводу ливневых стоков, внедрению элементов зеленой инфраструктуры в систему отведения поверхностных стоков. Показано, что выгодоприобретателями услуг по отведению поверхностных стоков являются собственники земельных участков и объектов недвижимости. Даны рекомендации по совершенствованию системы управления инфраструктурой ливневой канализации и ее финансированию.

