

Потребность населения в воде: принципы нормоформирования

А.И. Соколов^{1,2}  , К.Л. Соколов³ 

 sokolovli@mail.ru

¹Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

²Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, Москва, Россия

³Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. С учетом растущего дефицита водных ресурсов в статье проанализированы нормы и расходы водопотребления в России и за рубежом. На примере г. Вологды исследованы структура и динамика изменения водопотребления, определены условия его снижения. **Методы.** При анализе данных о водопотреблении использован статистический метод, расчетно-аналитический метод применен при определении норм потребления воды. Возможное снижение водопотребления и определение размера потерь воды проведено методом экспертных оценок, а также экспериментальными методами исследования в эксплуатационных условиях. **Результаты.** Предложены направления сокращения водопотребления населением: использование водосберегающего оборудования, учет частоты использования сантехнического оборудования при формировании норм и тарифов, пересмотр необоснованных норм удельного водопотребления. Показаны традиционные и современные методы установления нормативов водопотребления (расчетный, аналоговый и экспертный), выполнена детализация структуры водопотребления. Проведено сравнение российских и зарубежных методик нормирования водопотребления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: норма водопотребления, методы нормоформирования, удельное водопотребление, структура водопотребления.

Для цитирования: Соколов А.И., Соколов К.Л. Потребность населения в воде: принципы нормоформирования // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2024. № 3. С. 38–52. DOI:10.35567/19994508-2024-3-38-52.

Дата поступления 30.11.2023.

THE POPULATION'S NEED FOR WATER: THE PRINCIPLES OF NORM-FORMATION

Leonid I. Sokolov^{1,2}  , Kirill L. Sokolov³ 

 sokolovli@mail.ru

¹ *Sergo Ordzhonikidze Russian State University of Geologic Surveying, Moscow, Russia*

² *Russian Academy of Architecture and Civil Engineering Research Institute of Construction Physics, Moscow, Russia*

³ *Patrice Lumumba Russian University of Peoples' Friendship, Moscow, Russia*

ABSTRACT

Relevance. The article analyses the norms and actual volumes of water consumption in Russia and abroad with taking into account the growing scarcity of water resources. The structure

© Соколов А.И., Соколов К.Л., 2024

and dynamics of water consumption changing have been studies with Vologda as a study case; conditions of water consumption reduction have been determined. **Methods.** We used the statistical method for analysis of the water consumption data and we used calculation/analytical method for determination of the water consumption norms. Possible water consumption reduction and determination of water losses have been determined with the expert estimation method, as well as with experimental methods in the conditions of exploitation. **Results.** We have proposed the following solutions to the problem: the use of water-saving equipment, taking into account the frequency of use of plumbing equipment in the formation of water consumption norms, and revision of unreasonable norms of specific water consumption. Traditional and modern methods of establishing water consumption standards (calculated, analog and expert) are shown, the structure of water consumption is detailed. The comparison of Russian and foreign methods of establishing water consumption standards is carried out.

Keywords: water consumption rate, methods of norm-formation, specific water consumption, structure of water consumption.

For citation: Sokolov L.I., Sokolov K.L. The population's need for water: the principles of norm-formation. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2024. No. 3. P. 38–52. DOI:10.35567/19994508-2024-3-38-52.

Received 30.11.2023.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема дефицита пресной воды имеет общемировое значение. Увеличение численности населения в дополнение к развитию различных видов деятельности человека привели к резкой и постоянной нехватке ресурсов пресной воды. В настоящее время дефицит воды испытывает более половины населения планеты. С каждым годом растет неудовлетворенная потребность в этом важнейшем ресурсе жизни. Объем водных ресурсов, пригодных для водоснабжения населения Земли, составляет всего 0,003 %, хотя планета на 70 % покрыта водой. Однако 97 % приходится на соленую воду Мирового океана, 2 % составляют ледники, 0,99 % – подземная вода глубокого залегания. К 2025 г. потребность в воде в сравнении с 2020 г. увеличится в 6,5 раз, а ее стоимость в засушливых районах многократно возрастет.

При обеспечении водоснабжением жилого сектора в мире в целом потребляется почти 8 % мирового расхода пресной воды, причем крайне неравномерно по странам¹. В России нормы и расходы (в среднем около 300 л/сут на человека) воды выше, чем в некоторых европейских странах. Составляющие водопотребления в домашних хозяйствах некоторых стран приведены на рисунке. Анализ водоразбора по отдельным потребителям показывает соотношение по горячей и холодной воде 42 % и 58 % соответственно [1, 2]. Наибольший расход воды в структуре водопотребления приходится на личную гигиену [3].

Величина удельного водопотребления зависит от множества факторов, таких как степень благоустройства, климат, индивидуальное поведение и характер деятельности потребителей, их возраст. В настоящее время нормы водопотребления регламентируются для определения размера оплаты услуг водоснабжения

¹ Study on Water Performance of Buildings. Final Report. European Commission (DG ENV) in association with Cranfield university. Reference: 070307/2008/520703/ETU/D2. June 2009. 161 p.

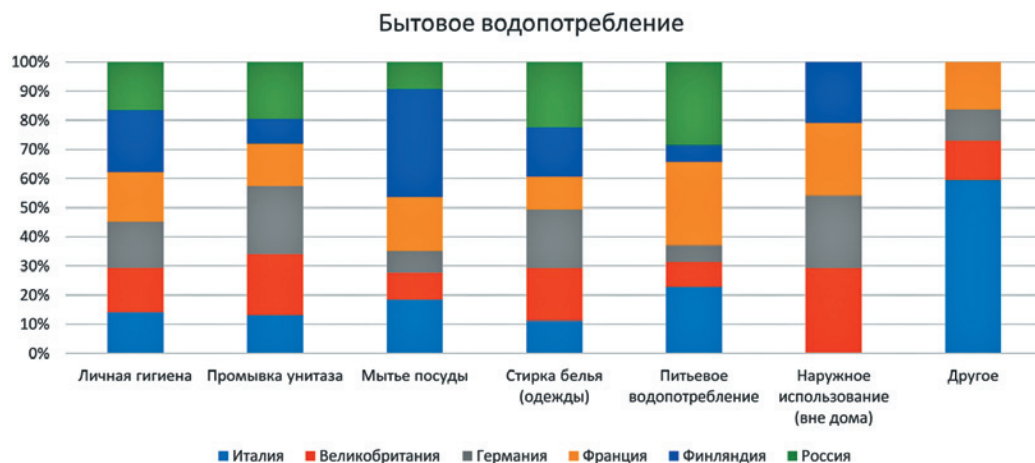


Рисунок. Бытовое водопотребление в ряде государств.
Figure. Domestic water consumption in a number of states.

(постановлениями местных органов власти) и для определения расчетных расходов воды². Все эти нормы, как правило, отличаются друг от друга и не совпадают с эксплуатационным (фактическим) уровнем потребления воды населением.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Здания значительно различаются по функциям, размерам, благоустройству помещений. Например, если жилой дом потребляет 10 м³ воды в сутки, это не значит, что он является ресурсоэффективным и лучшим, чем другой дом, потребляющий 15 м³ воды. Такое сравнение некорректно. Степень благоустройства зданий, срок их эксплуатации, да и количество людей, живущих в каждом из них, могут быть разными [4, 5]. Метрикой индикации эффективности использования воды является удельное водопотребление. Однако типы и функциональная принадлежность зданий различны, поэтому возникла необходимость в их классификации, которая позволит оправдывать выбор релевантных показателей в зависимости от типа оцениваемого здания [6]. Например, в больнице расход воды в день рассчитывают по количеству койко-мест для пациентов и их потребности в воде, учитывают также расходы воды для медицинского персонала и уборки помещений^{3,4}. В школьных столовых учитываются данные по числу условных блюд, при этом устанавливается норма – 12 л/блюдо, приготовленное на сырье и почти в два раза меньше при работе с полуфабрикатами.

² Свод правил СП 30.13330.2020. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: Стандартинформ, 2021. 65 с.

³ Jump up to: Centro Hospitalar de Setúbal EPE and Serviço de Utilização Comum dos Hospitais (SUCH) v. Eurest (Portugal) – Sociedade Europeia de Restaurantes Lda. case C574/12. Published 19 June 2014, accessed 25 January 2021.

⁴ Jump up to: Mengozzi, P., Centro Hospitalar de Setúbal EPE and Serviço de Utilização Comum dos Hospitais (SUCH) v. Eurest (Portugal) – Sociedade Europeia de Restaurantes Lda – Opinion of the Advocate General. Published 27 February 2014, accessed 26 January 2021.

Оценка изменчивости характеристик жилых, коммерческих, производственных и общественных зданий и соответствующих им водопотребителей представляет сложную задачу для проведения полезного сравнения между различными типами зданий. Стандарт BREEAM Великобритании регламентирует водопотребление для восьми различных типов зданий (жилые, образовательные и медицинские учреждения, здания промышленности, торговли, судов и тюрем, офисы). В Австралии Министерство природных ресурсов для горнодобывающей промышленности установило нормы водопотребления: в руководстве по эффективности использования воды для коммерческих и общественных зданий определено 15 типов зданий, включая восемь из английской классификации. Отдельно выделены рестораны, гостиницы, плавательные бассейны, а образовательные учреждения разделены на четыре типа: детский сад, начального, среднего и университетского образования [7]. В США такого рода классификация зависит от штата. Исследование в муниципальном коммунальном хозяйстве Восточного залива (США), район (East Bay Municipal Utility District), показало 20 типов общих предприятий, которые имеют 70 различных видов водоэффективного оборудования и процессов в 14 водных системах категории конечного использования воды. Отдельно регламентируется полиграфическое производство, мойка автомобилей, авторемонт, производство хлеба, напитков и бумаги, промышленные прачечные^{5,6,7,8,9}.

В России же существуют ведомственные нормы водопотребления, закрепленные в сводах правил, в укрупненных нормах по отраслям промышленности и ведомствам жилищно-коммунальной и социальной сфер, которые и принимаются при проектировании систем водоснабжения зданий. Эти нормы называют проектными. Использование проектировщиками данных, приведенных в обновленных СП^{10,11} и научной литературе, не всегда соответствует современным водосберегающим технологиям. Например, в научной

⁵ The World Bank. Mainstreaming Building Energy Efficiency Codes in Developing Countries Global Experiences and Lessons from Early Adopters. Energy Sector Management Assistance Program. 2009. http://www.esmap.org/esmap/sites/esmap.org/files/WP_204_GBL_Mainstreaming%20Building%20Energy%20Efficiency%20Codes%20in%20Developing%20Countries.pdf.

⁶ European Commission. DIRECTIVE 2002/91/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2002 on the energy performance of buildings (EPBD). <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0065:EN:PDF>.

⁷ European Commission. DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (EPBD recast). <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>.

⁸ CA-EPBD. Implementing the Energy Performance of Buildings Directive – Featuring country reports 2010. http://www.epbdca.org/Medias/Downloads/CA_Book_Implementing_the_EPBD_Featuring_Country_Reports_2010.pdf.

⁹ Buildings Performance Institute Europe. Europe's Buildings under the Microscope – a country by country review of the energy performance of buildings, 2011. http://dl.dropbox.com/u/4399528/BPIE/HR_%20CbC_study.pdf.

¹⁰ Свод правил СП 30.13330.2020. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: Стандартинформ, 2021. 65 с.

¹¹ СП 31.13330.2021. Свод правил. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02–84 (с изменениями № 1, 2). М.: Минрегион России, 2021. 124 с.

литературе приводятся фактические данные, характерные исключительно для конкретных объектов и времени замера. Кроме того, Правила установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг¹² устарели и имеют ряд упущений, которые делают определение удельного водопотребления затруднительным. Таким образом, кроме собственно технологических недостатков проектного нормирования, ныне действующие принципы нормоформирования характеризуются определенной функционально-целевой недостаточностью и системной незавершенностью. Использование единых нормативов для взаиморасчетов за потребляемую воду не соответствует реальному водопотреблению, т. к. нормы не могут ни при каких условиях заменить приборы учета.

Потребление воды населением и другими абонентами отличается неравномерностью, меняется в течение времени (часа, суток, месяца), зависит от многих факторов (степени благоустройства здания, возраста проживающих, времени года и т. д.), поэтому никакой норматив не способен зафиксировать эти изменения и адекватно их оценить [8, 9]. Можно только с определенной долей вероятности принять такой норматив, который был бы равноценен средне-взвешенной величине фактического удельного расхода. В настоящее время методологическая база, позволяющая оценить и обосновать величину нормы потребления воды населением, несовершенна. По этой причине в разных городах России для жилых зданий одинаковой степени и уровня благоустройства существуют разные нормативы, разброс значений достигает 1,5–2 раз [10]. В 1980-е годы разработаны «Методические рекомендации по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением», которые стали широко использоваться организациями водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) как при обосновании норм водопотребления в жилищном фонде, так и для оценки размера утечек воды из внутридомовых систем¹³.

Величины удельного водопотребления, вычисляемые для действующих водопроводов, принято называть эксплуатационными нормами водопотребления. Величины же удельных расходов, рассчитанные по показаниям квартирных или домовых водомеров, назовем фактическими эксплуатационными нормами водопотребления (фактическим удельным водопотреблением). Следует иметь в виду, что в СП¹¹ заложен удельный расход (расчетное среднесуточное водопотребление на одного жителя) не только на хозяйственно-питьевые нужды, но и на обеспечение водой всей инфраструктуры, которая обслуживает население. Такое положение приводит к тому, что уже на стадии проектирования закладывается заведомо несоответствующий реалиям норматив в снабжении водой потребителей, что нерационально с точки зрения экономии водных ресурсов. В Постановлении Правительства РФ № 306 «Об утверждении

¹² Постановление Правительства РФ от 23 мая 2006 г. № 306 «Об утверждении Правил установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг и нормативов потребления коммунальных ресурсов в целях содержания общего имущества в многоквартирном доме» (с изменениями и дополнениями). М., 2006.

¹³ Методические рекомендации по установлению эксплуатационных норм водопотребления. Дата введ. 01.10.1981, дата актуализации 17.06.2011. МЖКХ РСФСР. М., 1981.

Правил установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг и нормативов потребления коммунальных ресурсов в целях содержания общего имущества в многоквартирном доме» приведены три метода установления нормативов водопотребления – расчетный, аналогов и экспертный.

В структуре нормативов водопотребления необходимо учитывать не только социальную и хозяйственно-гигиеническую потребности в воде, но и утечки воды, в т. ч. из-за неисправных сантехнических приборов, нерациональные расходы, а также расходы на увеличение давления в системе для обеспечения бесперебойности водоснабжения (повышенные сверхнормативные напоры во внутримногоквартирной сети, например, из-за отсутствия регуляторов давления). Обоснование и нормирование неучтенных расходов воды систем водоснабжения, влияющих на себестоимость, также проблематично. Неучтенные расходы – это разность между объемом воды, забираемой водозаборными сооружениями, и объемом воды, полученной абонентами-потребителями. Показатель «неучтенные расходы» включается в состав затрат калькуляции по себестоимости и учитывается при формировании тарифов на услуги по водоснабжению. Общий расход воды, подаваемой в город, состоит из объема реализованной воды и ее потерь от точки водозабора до потребителей. В жилых зданиях все потери воды условно подразделяются на следующие виды: утечки, нерациональные расходы, сливы.

Уточнение структуры водопотребления позволяет выявить резерв – разность между фактическим и идеальным водопотреблением, представляющим потребность человека в воде при оптимальном воздействии на организм физиологических факторов. Для полной реализации резерва необходимо создание идеальных условий в системе, что требует значительных материальных затрат и на существующем техническом уровне невозможно. Поэтому резерв следует признать чисто теоретической величиной. Но это не снижает его важности его определения, т. к. резерв позволяет выявить степень нерациональности расходования воды, определить возможности ее экономии и разработать стратегию борьбы с потерями.

Климат можно отнести к фактору, влияющему в некоторой степени на определение объемов водопотребления на долгосрочный период. С повышением среднегодовой температуры повышается и потребность в воде. Разработка эффективной методики, охватывающей общее водопотребление и оценивающей эксплуатационные параметры, связанные исключительно с физическими характеристиками здания, не представляется возможной, т.к. индивидуальное поведение потребителей воды непостоянно. К тому же, очевидна вариабельность потребления отдельных лиц в пределах измеряемого здания, а также установленного в квартирах разного по эффективности сантехнического оборудования. Это означает, что потребление воды в здании зависит не только от его физических характеристик, установленных сантехнических приборов, но и в значительной мере от индивидуального поведения его обитателей. На величину водопотребления в жилом секторе влияют также степень благоустройства, уровень санитарной гигиены и общей культуры населения, наличие и характер местных водоемов для

рекреации, заселенность квартир, наличие мини-сада, цветников на балконах и под окнами на придомовой территории, наличие домашних животных и рыб, а также характер профессиональной деятельности его жителей (например, металлургам, строителям нужно значительно больше воды для мойки и стирки, чем представителям других профессий). Таким образом, потребности в воде определяются жизненными стандартами и привычками населения. Повышение уровня комфорта влечет за собой и увеличение расхода потребляемой воды. Этот подъем в водопотреблении может быть ограничен лишь общественным сознанием, нацеленным на экономию воды, применением водосберегающей сантехники или же чисто экономическими методами. Формирование экономной индивидуальной модели поведения водопотребителей является важным направлением снижения потребления воды [11].

Среди технически развитых стран Россия является рекордсменом по душевому водопотреблению. Цена за 1 м³ воды в Москве достигла 0,8\$, в то время, как еще 10 лет назад она составляла 0,1\$. Хотя следует признать, что по сравнению с другими странами это значительно ниже: в США – 2,1\$, Дании – 3,4\$, Германии – 1,6\$ за 1 м³ воды. Полезное водопотребление в российских домохозяйствах составляет 75 %, на утечки приходится 7 %, а на нерациональное водопользование – 18 %. В целом по России переход жителей на приборный и поквартирный учет водопотребления показал снижение фактического потребления воды по отношению к расчетному в 1,5–2 раза.

Цель проведенного исследования – определение величин удельного водопотребления населением на примере города Вологды, исследование структуры и динамики его изменения, определение условий снижения уровня водопотребления.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – сфера жилищно-коммунального хозяйства, связанная с обеспечением населения питьевой водой. В качестве методологической базы использованы: статистический метод – при анализе данных о водопотреблении; расчетно-аналитический – для определения норм потребления воды; метод экспертных оценок – при расчете возможного снижения водопотребления и определении размера потерь воды; а также анализ нормативно-технической документации, и экспериментальные методы исследований. При выполнении поставленной задачи уточнена структура водопотребления, выявлены резервы водосбережения в частных домовладениях и многоквартирных домах г. Вологды.

Вологда относится ко II климатической зоне (умеренно континентальный климат), в городе проживает 320 тыс. жителей. При обследовании домов были выбраны здания разного уровня благоустройства (по 15 зданий двух видов благоустройства, каждый вид с аналогичными конструктивными и техническими параметрами, степенью благоустройства), с различными нормами водопотребления и водоотведения. К обследованию также привлекались частные домовладения с установленными водомерами, а также ряд двух-, пяти-, девятиэтажных зданий с общедомовыми водомерами. Объем выборки

определяли на основе предварительной выборки в два этапа: на первом этапе производился предварительный отбор жилых домов с оценкой дисперсии выборочной совокупности; на втором определялась дисперсия генеральной совокупности. Количество измерений соответствовало условиям представительности выборки (не менее 15 однотипных домов).

В домах каждого вида благоустройства определяли удельное водопотребление на одного человека в сутки и устанавливали среднеарифметические значения удельного водопотребления. Суммировались значения удельного водопотребления, полученные в измерениях, проведенных в разное время года, и рассчитывалось его среднее арифметическое значение для данного вида благоустройства жилья (номенклатуры разновидностей норм водопотребления). Исследования проводили в зданиях основных видов благоустройства: здания с водопроводом, канализацией, оборудованные ванными, с газовыми водонагревателями; здания с водопроводом и канализацией, оборудованные ванными, с централизованным горячим водоснабжением. Выборочные приборные измерения фактического водопотребления населением проводились с учетом следующих положений:

- приборные измерения осуществлялись поверенными в установленном порядке средствами измерительной техники;

- измерениями были охвачены дома каждого вида благоустройства (разновидности норм водопотребления, которые определены обследованием жилого фонда г. Вологды);

- для проведения приборных измерений отобраны дома в разных районах города (с разной удаленностью от главных водопроводных насосных станций). Увеличение количества отобранных для обследования зданий повышает статистическую достоверность результатов;

- перед началом приборных измерений были устранены все утечки воды из внутридомовых сетей;

- измерения выполняли в разные периоды водопотребления (лето, зима, периоды отсутствия подачи горячей воды);

- при наличии в доме квартир, оборудованных водосчетчиками, количество потребленной воды определялось по их показаниям.

При анализе эффективности использования воды в зданиях в проведенном эксперименте:

- исследована структура водопотребления с целью уточнения в зависимости от степени благоустройства, сезонности и климата, заселенности квартиры, характера деятельности и индивидуального поведения водопотребителей;

- на основе реальных замеров расходов воды по приборам учета в зданиях с разной степенью благоустройства определено значение удельного водопотребления по месяцам и его сравнение с нормативами;

- проанализированы факторы влияния на значения удельного водопотребления: повышение свободного напора в сети, техническое состояние санприборов, температура горячей воды, наличие квартирных регуляторов и ограничителей расхода воды, уровень культуры водопользования;

– определены резервы водосбережения с учетом применения разных видов водо-и энергосберегающего оборудования;

– изучены здания с централизованным горячим водоснабжением после осуществления в них комплекса водосберегающих мероприятий: устранение утечек воды, оптимальный температурный режим в системах горячего водоснабжения, частотное регулирование приводов насосов на вводе, установка регуляторов расхода воды на смесительной арматуре и водосчетчиков на холодной и горячей линиях водоснабжения в каждой квартире;

– проанализирована возможность использования методики BREEAM water, разработанной британской компанией BRE Global, на основе расчетов частоты использования санитарно-технических приборов для формирования нормы водопотребления.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты проведенной работы представлены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1. Исследование структуры водопотребления

в хозяйственно-питьевом водоснабжении г. Вологды

Table 1. Study of the structure of water consumption in the drinking water supply of Vologda

Процедура	Потребность в воде, л/(сут/чел.)	
	Хозяйственно-питьевая и гигиеническая	Социальная с учетом жизненного стандарта и привычек
Физиологический минимум		
Питьевые нужды	2,0	3,0
Приготовление пищи	3,4	4,6
Всего	5,4	7,6
Социальная потребность		
Мытье посуды	8,7	10,7
Стирка	13,6	19,2
Уборка (мытьё полов)	5,0	5,8
Полив цветов	0,2	0,3
Всего	27,5	36,0
Гигиеническая потребность		
Умывание, чистка зубов, бритье	7,0	11,0
Душ, ванна	15,7	26,6
Смывной бачок	20,7	31,4
Всего	43,4	69,0
Итого	76,3	112,6

Примечание: * – потери воды через неисправный (капающий) двухрычажный кран составили в сутки 1,4 л.

Подсчитав среднюю повторяемость указанных в таблице операций на протяжении суток и недели, можно прийти к выводу, что минимальная норма водоснабжения только для удовлетворения питьевых и санитарно-бытовых потребностей человека должна быть не менее 150 л/сут (по опросам жителей и индивидуальным замерам при малой выборке). Если учесть все другие по-

требности и даже принять во внимание высокий уровень санитарного благоустройства, следует признать завышенной удельную норму водопотребления в городах 350–600 л/сут, в сельской местности – 150 л/сут на 1 жителя.

Исследование, проведенное в Вологде по обоснованию удельной нормы водопотребления, подтверждает неоднозначность этих выводов и необходимость учета многих факторов, включая климатические особенности городской территории. Определено, что установка водосчетчиков на вводе водопровода в здание практически не влияет на экономию воды в целом. Для снижения водопотребления необходимо устанавливать счетчики воды непосредственно в квартирах. Как показали результаты исследования, установка квартирных счетчиков, позволила снизить плату за воду по квартирам в среднем на 30 %.

Таблица 2. Установленные значения удельного водопотребления в сравнении с действующим нормативом

Table 2. Established values of specific water consumption in comparison with the current standard

Вид исследования	Общее удельное водопотребление, м ³ /мес. на 1 чел.	Холодное водоснабжение, м ³ /мес. на 1 чел.	Горячее водоснабжение (на подогрев), м ³ /мес. на 1 чел.
Действующий норматив	8,208	4,712	3,496
Экспериментальные данные	5,89	4,25	1,64
Расчетный метод	12,460	10,384	2,076
Метод аналогов	4,83	4,83	–

Как видим, данные табл. 1 и табл. 2 не коррелируются, т. к. табл. 1 составлена из расчета минимальных водопотребностей человека (по опросам жителей и индивидуальным замерам при небольшом объеме выборки, без учета утечек и потерь), а данные табл. 2 демонстрируют реальные замеры расходов воды по приборам учета. Кроме того, определена температура стоков в разные периоды года. Температура канализационных стоков формируется смешением горячей (норматив +65 °С) и холодной воды (5–7 °С зимой и 12–15 °С летом). Среднее соотношение потребляемой горячей и холодной воды в стоках составило, соответственно, 27–30 % и 70–73 %.

Экспериментально установлено, что на удельное водопотребление влияют:

- величина свободного напора перед водоразборной арматурой (так, увеличение напора на 10 м вод. ст. приводит к повышению водопотребления на 10–15 %);
- техническое состояние санитарно-технической водоразборной арматуры, особенно арматуры сливных бачков и связанный с этим уровень утечек, который может достигать 70 % от подачи воды в дом;
- типы и емкость смывных бачков, типы душа и водоразборной арматуры (так, емкость смывного бачка может быть от 8 до 16 л, что определяет колебания полезного расхода воды на смыв унитаза на одного человека в сутки от 40 до 80 л);
- температура горячей воды и ее охлаждение в трубопроводах от водонагревателя до потребителя (при недостаточной температуре горячей воды

население будет сливать ее до более теплой, а при длительных остановках и неработающей системе циркуляции вода в трубопроводах будет значительно охлаждаться, что может привести к значительному повышению водопотребления);

– культура водопользования и привычка к экономному расходованию воды (у части населения России нет навыков экономного расходования воды, существует привычка все делать под струей воды, что в несколько раз повышает ее расход на бытовые цели);

– поквартирный учет холодной и горячей воды: при установке квартирных счетчиков расход воды уменьшается на 30–35 %;

– величина тарифа на воду и ее подогрев (при повышении тарифов жители становятся более экономными);

– наличие квартирных регуляторов и ограничителей расхода воды, специальной водоразборной арматуры (смесителей с термостатами, которые обеспечивают заданную температуру сразу же после пуска воды, порционной арматуры и т. п.);

– наличие у населения современных стиральных и посудомоечных машин.

Частота использования сантехнических приборов при формировании нормы водопотребления в России не учитывается. Расчет норм водопотребления в европейских странах проводится с использованием методики BREEAM water. В проведенном эксперименте данные о частоте потребления воды отсутствовали, поэтому принимались доступные, фиксированные значения, установленные для унитаза (1,3 раза пользования в день на человека при 6 л на один смыв), для смесителей и кранов (2,5 раза на 12 л/мин) и душевых кабин (0,1 на 14 л/мин).

При оценке системы водоснабжения здания проектировщик может определить и ввести в расчет водопотребления количество и эффективность реальных санитарных приборов. Для этого он умножает заданную эффективность (подачу) прибора на частоту использования и получает общее водопотребление. Частота использования санприборов является заранее определенным допущением, что позволяет сохранить возможность непосредственного сравнения уровней потребления воды между зданиями, оснащенными разной сантехнической арматурой.

По результатам исследований (табл. 2) можно также сделать вывод о несовершенстве методов обоснования нормативов, применение которых приводит к погрешностям и ошибкам, а значит пересчет существующих нормативов по ним не дает однозначной оценки и может привести к ухудшению финансово-экономического положения предприятий ВКХ и собственно потребителей, т.к. норма не отражает реальной картины водопотребления. Расчетный метод в том виде, в котором он приведен в Правилах¹¹, сложно применить на практике. В его основе приняты расчетные расходы санитарно-технических приборов из СП 30.13330.2016, предназначенные для определения диаметров подводящих коммуникаций к санитарно-техническим приборам. Кроме того, в Правилах не указано количество водных процедур, принимаемых человеком в единицу времени, частота включения приборов, поэтому определить норматив этим методом затруднительно.

В основу методов аналогов и экспертного взяты формулы определения предельных временных эксплуатационных норм (ЭВН) из вышеупомянутых «Методических рекомендаций...»¹³. Указанные формулы, в первую очередь, предназначены для определения критерия рациональности потребления воды в жилых зданиях, который служит основой для разработки мероприятий по сокращению утечек во внутридомовых системах и снижению нерационального потребления воды населением. По этим формулам рассчитываются чисто гипотетические величины удельных расходов (если бы все утечки внутри дома были ликвидированы). Использование теоретической величины удельного расхода в качестве показателя для взаиморасчетов с абонентами приведет еще к большим финансовым потерям предприятий ВКХ. Кроме того, неиспользуемая чистая вода в виде утечек сливается в систему водоотведения города, где ее несколько раз перекачивают, прежде чем она попадает на канализационные очистные сооружения, что также увеличивает финансовые и энергетические затраты предприятий.

Такое положение будет продолжаться до тех пор, пока повсеместно не будет установлен приборный учет воды в квартирах и на вводах водопровода в здания, а это прямая обязанность управляющих компаний по обслуживанию жилого фонда, а не ресурсоснабжающих организаций. Единственно разумным путем сокращения непроизводительных расходов воды и прямых утечек является повсеместный учет воды у абонентов, на основе реального потребления должны быть рассчитаны экономически обоснованные тарифы. Только объективный учет и реальная цена за воду заставит население разумно ее расходовать. Таким образом, на уровень удельного водопотребления населением воды влияют многочисленные факторы, которые однозначно учесть весьма затруднительно.

ВЫВОДЫ

В рамках проведенного исследования для выявления уровня реального водопотребления проведено обследование 357 квартир зданий разной степени благоустройства, в которых проживают 994 жителя г. Вологды. Установлен суммарный расход воды на одного человека с учетом физиологического минимума, социальной и гигиенической потребностей при постоянной подаче воды. Для Вологды это значение составляет 196 л/сут.

Определено, что для жилых зданий одинаковой степени и уровня благоустройства установленные нормативы завышены в 1,4–1,7 раза. На основе анализа норм потребления воды, эффективности методов снижения водопотребления и размера утечек определено, что в Вологде возможно снижение водопотребления на величину до 25 % от существующего с доведением уровня удельного водопотребления до 140–160 л/сут на одного человека.

В результате математико-статистической обработки данных исследования доказано, что дифференциальное распределение удельных расходов воды соответствует нормальному закону распределения при ее круглосуточной подаче. Среднее удельное водопотребление для зданий с водопроводом, канализа-

цией и ваннами с газовыми водонагревателями составило 166 л/(сут·чел.); для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами с централизованным горячим водоснабжением – 200 л/(сут·чел.). Установлено, что размер удельного водопотребления в жилых домах, оборудованных водонагревателями, меньше установленного норматива на 9,8 %; в домах с централизованным снабжением горячей водой меньше норматива на 21,1 %, что говорит о завышении нормативов. Удельная подача квартальных насосных станций выше норматива на 23,4 % и гораздо выше реального водопотребления, что свидетельствует о наличии значительных потерь воды.

Установлено, что увеличение численности семьи приводит к снижению удельного водопотребления: при составе семьи из четырех человек удельное водопотребление практически в 2,4–3 раза меньше, чем на одного человека. Расчеты показали следующие ориентировочные расходы воды, используемой в хозяйстве семьей из четырех человек: кухня 14–23 л/мин; душ 5–10 л/мин; ванна 230 л/сут; туалет 23–32 л/сут; мытье посуды 68–90 л/сут; стирка (1 раз) 159 л/ед.; потери по причине неисправного крана (капающий) – 500 л/год.

На основании данных исследования определены потери воды из внутридомовой сети в целом в размере 10–15 % от общего объема поданной в здание воды. В результате эксперимента установлено, что на удельное водопотребление влияют: величина свободного напора; техническое состояние водоразборной арматуры; типы и емкость смывных бачков унитазов, типы душей и водоразборной арматуры; температура горячей воды и ее охлаждение в трубопроводах; культура водопользования; наличие поквартирного учета; величина тарифа на воду; наличие квартирных регуляторов и ограничителей расхода воды; наличие стиральных и посудомоечных машин. Ключевыми элементами подхода к рациональному использованию воды в здании является использование водосберегающего оборудования.

Показано, что установка водосчетчиков на входе дома практически не влияет на экономию воды, но необходима для учета расхода воды на общедомовые нужды. Для снижения водопотребления счетчики воды необходимо устанавливать в квартирах. Учет воды должен быть поквартирным, поскольку именно в этом случае начинают работать психологические факторы. Так, в Вологде после массовой установки квартирных счетчиков воды за 10 лет подача воды в город уменьшилась на 27–30 %. Объем воды, определенный по показаниям общедомовых приборов учета (за вычетом объема воды на общедомовые нужды, объема воды, используемого субабонентами, и объема воды, определенного по квартирным приборам учета), должен распределяться между квартирами, не имеющими приборов учета, пропорционально количеству жильцов.

Формирование реальных норм водопотребления имеет социальное и экономическое значение. Установление фактических величин потребления питьевой воды населением с учетом физиологического минимума, социальной и гигиенической потребностей позволяет на практике обосновать нормы водопотребления для городов и поселков, установить размер платы за водоснабжение, планировать водоснабжающим предприятиям объемы реализации воды,

а также прогнозировать доходы и расходы. От величины норм водопотребления зависят не только затраты на эксплуатацию систем водоснабжения, но и в значительной степени надежность и качество водообеспечения населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хатанбаатарын А. Усовершенствование методики нормирования водопотребления населением в крупных городах Монголии: автореф. дис... канд. техн. наук. Новосибирск, 2004. 189 с.
2. Тауфик М.Ю. Обоснование нормативов водопотребления в жилищном фонде стран Ближнего Востока (на примере Палестины): автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: РУДН, 2000. 16 с.
3. Бродач М.М. Водоснабжение жилых зданий – проблема учета и расчетов // Сантехника. 2004. № 1. С. 7–9.
4. Соколов Л.И. Инженерные системы высотных и большепролетных зданий и сооружений. М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. 604 с.
5. Бекулов Г.Т. Экономия воды в быту // Старт в науке. 2020. № 1. Режим доступа: <https://science-start.ru/ru/article/view?id=1836>.
6. Соколов Л.И. Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения и предоставление коммунальных услуг в многоквартирном доме: спр. пособие. Вологда: ВоГТУ, 2010. 80 с.
7. Koech R. Improving Irrigation Water Use Efficiency: A Review of Advances, Challenges and Opportunities in the Australian Context / R. Koech, P. Langat // *Water*. 2018. № 10. P. 1771.
8. Черносвитов М.Д. Динамика режимов и величин удельного водопотребления населением города: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Самара: 2011. 213 с.
9. Тауфик М.Ю., Свинцов А.П. Влияние заселенности на величину водопотребления в жилых зданиях // Жилищное строительство. 2000. № 10. С. 9–11.
10. Лернер А.Д. О рациональном расходовании питьевой воды населением // Водоснабжение и сантехника. 2007. № 6. Ч. 2. С. 46–48.
11. Свинцов, А.П. Мотивация как фактор управления процессом водопотребления // Жилищное строительство. 2001. № 7. С. 20–21.

REFERENCES

1. Khatanbaataryn A. Upgrading of the methods of population's water consumption norm-formation in major cities of Mongolia: abstract of the technical sciences doctoral thesis. Novosibirsk, 2004. 189 p. (In Russ.).
2. Taufik M.Y. Substantiation of the water consumption norms in the Middle East countries housing (Palestine as a study case): abstract of the technical sciences doctoral thesis. M.: RUDN. 2000. 16 p. (In Russ.).
3. Brodach M.M. Water supply of housing: problem of accounting and calculations. *Sanitary engineering*. 2004. No. 1. P. 7–9 (In Russ.).
4. Sokolov L.I. Engineering systems of high-rising and large-span buildings and facilities. M.; Vologda: Infra-Inzheneria, 2019. 604 p. (In Russ.).
5. Bekulov G.T. Water-saving in domestic life. *Start v nauke [Start-up in science]*. 2020. No. 1. Access regime: <https://science-start.ru/ru/article/view?id=1836> (In Russ.).
6. Sokolov L.I. Water supply and disposal systems' use and public utilities rendering in a multifamily housing: reference book. Vologda: VoGTU, 2010. 80 p. (In Russ.).
7. Koech R. Improving Irrigation Water Use Efficiency: A Review of Advances, Challenges and Opportunities in the Australian Context. R. Koech, P. Langat. *Water*. 2018. No. 10. P. 1771 (In Russ.).
8. Chernosvitov M.D. Dynamics of urban population specific water consumption regimes and values: abstract of the technical sciences candidate thesis. Samara: 2011. 213 p. (In Russ.).
9. Taufik M.Y., Svintsov A.P. Влияние заселенности на величину водопотребления в жилых зданиях. *Housing construction*. 2000. No. 10. P. 9–11 (In Russ.).
10. Lerner A.D. About drinking water public rational consumption. *Water supply and sanitary engineering*. 2007. No. 6. Part 2. P. 46–48 (In Russ.).
11. Svintsov A.P. Motivation as a factor of water consumption control. *Housing construction*. 2001. No. 7. P. 20–21 (In Russ.).

Сведения об авторах:

Соколов Леонид Иванович, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, 127238, Россия, Москва, Локомотивный проезд, д. 21; профессор, кафедра строительство систем и сооружений водоснабжения и водоотведения, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, 117485, Россия, Москва ул. Миклухо-Маклая, 23; SPIN-код: 3010-5480, ORCID: 0000-0001-9635-8389, Scopus:55891692500; e-mail: sokolovli@mail.ru

Соколов Кирилл Леонидович, магистрант, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; SPIN-код: 1910-9370, ORCID: 0009-0005-5983-1356, Scopus 57222428148; e-mail: kirill-sokolov2015@mail.ru

About the authors:

Leonid I. Sokolov, Professor, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Russian Academy of Architecture and Civil Engineering Research Institute of Construction Physics, Lokomotivnyy proyezd, 21, Moscow, 127238, Russia; Sergo Ordzhonikidze Russian State University of Geologic Surveying Chair of water supply and disposal systems/facilities construction, ul. Miklukho-Maklay, 23, Moscow, 117485, Russia; SPIN-code: 3010-5480, ORCID: 0000-0001-9635-8389, Scopus:55891692500; e-mail: sokolovli@mail.ru

Kirill L. Sokolov, Post-graduate, Patrice Lumumba Russian University of Peoples' Friendship, ul. Miklukho-Maklay, 6, Moscow, 117198, Russia; SPIN-code: 1910-9370, ORCID: 0009-0005-5983-1356, Scopus 57222428148; e-mail: kirillsokolov2015@mail.ru