

УДК 628.171

doi:10.23968/2305-3488.2017.20.2.27-39

Игнатчик В. С., Саркисов С. В., Обвинцев В. А.

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЧАСОВОЙ
НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ**

UDC 628.171

doi:10.23968/2305-3488.2017.20.2.27-39

Ignatchik V. S., Sarkisov S. V., Obvintsev V. A.

**RESEARCH OF WATER CONSUMPTION HOUR INEQUALITY
COEFFICIENTS****Аннотация**

Введение: для приведения систем водоснабжения в соответствие требованиям Федеральных законов по надежности и энергосбережению необходима реконструкция их технологической части. Выполнить реконструкцию без знания фактических режимов водопотребления абонентов невозможно. В последние годы в связи с массовой установкой приборов учета воды, появлением новой экономичной бытовой техники и введением двухтарифного расчета платы за электроэнергию, режимы потребления воды изменились. Поэтому применять оторванные от практики значения коэффициентов часовой неравномерности водопотребления, которые переносятся из одного нормативного документа в другой на протяжении последних 40 лет, без уточнений некорректно. **Цель исследования:** оценка фактических режимов потребления воды на хозяйственно-бытовые нужды и получение на их основе коэффициентов часовой неравномерности водопотребления. **Результаты:** выявлено смещение пиков

Abstract

Introduction: due to necessity of bringing water supply systems in line with federal laws requirements about reliability and energy conservation appears a necessity of reconstruction of its technical part. However, there are some differences between regimes of water consumption at this moment and regimes of the past because of modern equipment installing and appearance of new more economical devices. So using of old water consumption irregularity coefficients that we can see in normative documents during 40 years is incorrect. **Research objective:** to determine water consumption hours inequality coefficients and to get water-intake regime diagrams. **Results:** displacement of maximal and minimal water consumption values in comparison with classical diagrams of water consumption inequality were detected: real average daily water consumption was three times lower in comparison with calculated consumption which was taken according to normative documents. Another point that received data allow us to find out a regularity of



максимального и минимального часового водопотребления по сравнению с общепринятыми в справочной литературе графиками неравномерности потребления воды; определено, что фактический среднесуточный расход воды в настоящее время снизился в 3,1 раза по отношению к расчетному расходу, определенному на основании методики, приведенной в СП 31.13330.2012; выявлена закономерность в продолжительности ночного периода для разных дней в течение недели. **Практическая значимость** состоит в том, что данные, полученные в результате исследования, позволяют уточнить расчет и повысить энергосбережение при эксплуатации систем водоснабжения.

Ключевые слова: система водоснабжения, часовая неравномерность, инструментальное обследование, сбор данных.

Авторы

Игнатчик Виктор Сергеевич

Доктор технических наук, профессор, начальник кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры Военного института (инженерно-технического) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева
191123, Россия, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, 22
Тел.: (812) 275–65–03
Эл. адрес: e-mail: ign73@yandex.ru

Саркисов Сергей Владимирович

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры Военного института (инженерно-технического) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева

night period duration for different days of a week.

Practical relevance is that this data allows us to correct calculations and raise energy efficiency of water supply systems

Keywords: Water Supply System, Regularity, Hour Irregularity, Instrumental Research, Data Collection.

Authors

Victor Sergeevich Ignatchik

Doctor of technical science, professor, Department of Life Support Systems of Military Infrastructure Objects of Military (engineering and technical) institute, Military Academy of Material and Technical Support named after General of the Army A. V. Khrulev.
191123, Russian Federation, Saint-Petersburg, Zakharyevskaya st., 22
Tel.: (812) 275–65–03
E-mail: ign73@yandex.ru

Sarkisov Sergey Vladimirovich

Candidate of technical science, associate professor of the Department Life Support Systems of Military Infrastructure Objects of Military (engineering and technical) institute, Military Academy of Material and Technical Support named after General of the Army A. V. Khrulev

191123, Россия, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, 22
Тел.: +7 (911) 012–99–69
Эл. адрес: sarkisovs@mail.ru

Обвинцев Владимир Алексеевич

Ведущий специалист отдела капитального строительства и ремонта имущественного фонда ООО «ПетербургГаз»
191180, Санкт-Петербург, ул. Гороховая, д. 63/2
Тел.: +7 (921) 400–00–18
Эл. адрес: Obvintsev.v@gmail.com

191123, Russian Federation, Saint - Petersburg, Zakharyevskaya st., 22
Tel.: +7 (911) 012–99–69
E-mail: sarkisovs@mail.ru

Obvincev Vladimir Akekseevich

LLC «ПетербургГаз» works and building department top specialist
191180, Saint-Petersburg, Gorokhovaya st., 63/2
Tel.: +7 (921) 400–00–18
E-mail: Obvintsev.v@gmail.com

Введение

23 ноября 2009 г. Президент Российской Федерации подписал Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [8]. Положения данного закона устанавливают требования и в отношении воды, подаваемой, передаваемой, потребляемой с использованием систем централизованного водоснабжения. В частности, выдвигаются требования по проведению обязательного энергетического обследования, целями которого являются:

- получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- определение показателей энергетической эффективности.

Кроме того, статья 3 Федерального закона от 07.12.2011 №416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» [7] обозначает основные направления государственной политики в сфере водоснабжения. Наряду с охраной здоровья и улучшением качества жизни населения путем обеспечения бесперебойного и качественного водоснабжения, снижением негативного воздействия на водные объекты и обеспечением доступности водоснабжения, к ключевым целям и принципам относится повышение энергетической эффективности систем водоснабжения.

Выполнение сформулированных в отраслевых законах [5, 7, 8] требований невозможно без знания фактических режимов водопотребления абонентов. Однако нормативная и методологическая база в области водоснабжения не соответствует современному уровню их развития. Это касается в том числе нормирования значений коэффициентов часовой неравномерности водопотребления. Несоответствие связано в основном с тем, что за последние 40 лет нормативные и методологические документы если и обновлялись, то нормы, заложенные в них, остались прежними [13]. При этом фактические режимы водопотребления изменились в связи с массовой установкой приборов учета воды, появлением новой экономичной бытовой техники и введением двухтарифного расчета платы за электроэнергию.



Вопросам, связанным с изучением водопотребления, изменения его режимов в зависимости от различных факторов, влияющих на эксплуатацию систем водоснабжения, посвящены работы многих ученых. В работах докторов технических наук Кармазинова Ф. В., Ильина Ю. А., Феофанова Ю. А. [12, 14–17] и др., отмечается, что для определения фактических расходов и потерь воды необходимо проводить сбор статистических данных (количество квартир, число жителей, степень благоустройства и др.), что позволит актуализировать показатели, определяющие состояние снабжения водой потребителей. Так Юдин М. Ю. в статье «Изменение водопотребления в крупных городах России на примере Санкт-Петербурга» [18] обосновал зависимость удельного потребления холодной воды от таких факторов, как проведение капитального ремонта дома, плотность расселения жителей и их возраст. В тоже время вопрос об актуализации коэффициентов часовой неравномерности остается открытым.

Задачей исследований являлось изучение закономерностей изменения в течение суток водопотребления на хозяйственно-бытовые нужды путем уточнения коэффициентов часовой неравномерности потребления воды на хозяйственно-бытовые нужды на примере микрорайона города.

Практическая значимость исследования состоит в том, что полученные данные позволяют повысить достоверность оценки водопотребления и обосновать мероприятия по энергосбережению [2, 9] при эксплуатации систем водоснабжения.

Исследование выполнялось в четыре этапа:

1. Выделение экспериментального района жилой застройки с определением числа жителей N в каждом жилом здании.
2. Определение расчетных расходов воды в соответствии с методикой, приведенной в СП 31.13330.2012 (пункт 5.2) [13].
3. Определение фактического водопотребления по жилым домам путем проведения инструментального обследования потребления воды [12], фиксации ее расхода и момента времени с дискретностью равной 1 минуте.
4. Проведение сравнительного анализа данных, полученных экспериментальным путем [1], и расчетных значений потребления воды.

На первом этапе для проведения экспериментального исследования неравномерности потребления воды определен микрорайон жилой застройки города Санкт-Петербурга [10]. В зону исследований, ограниченную Пулковским шоссе с одной стороны и 5-ым Пред-портовым проездом с другой стороны, а также Дунайским проспектом и улицей Галстяна (см. рис. 1), вошли жилые дома различной этажности.

На втором этапе для определения расчетных расходов воды в соответствии с методикой, приведенной в СП 31.13330.2012 (пункт 5.2) [13], для группы зданий, входящих в зону экспериментального исследования, выполнен расчет и определены: среднесуточные расходы воды, расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления, расчетные часовые расходы воды, а также коэффициенты часовой неравномерности водопотребления. В качестве примера ниже приведен расчет для одного из жилых домов. Полученные расчетные значения

водопотребления по другим домам, вошедшим в зону экспериментального исследования, сведены в табл. 1.

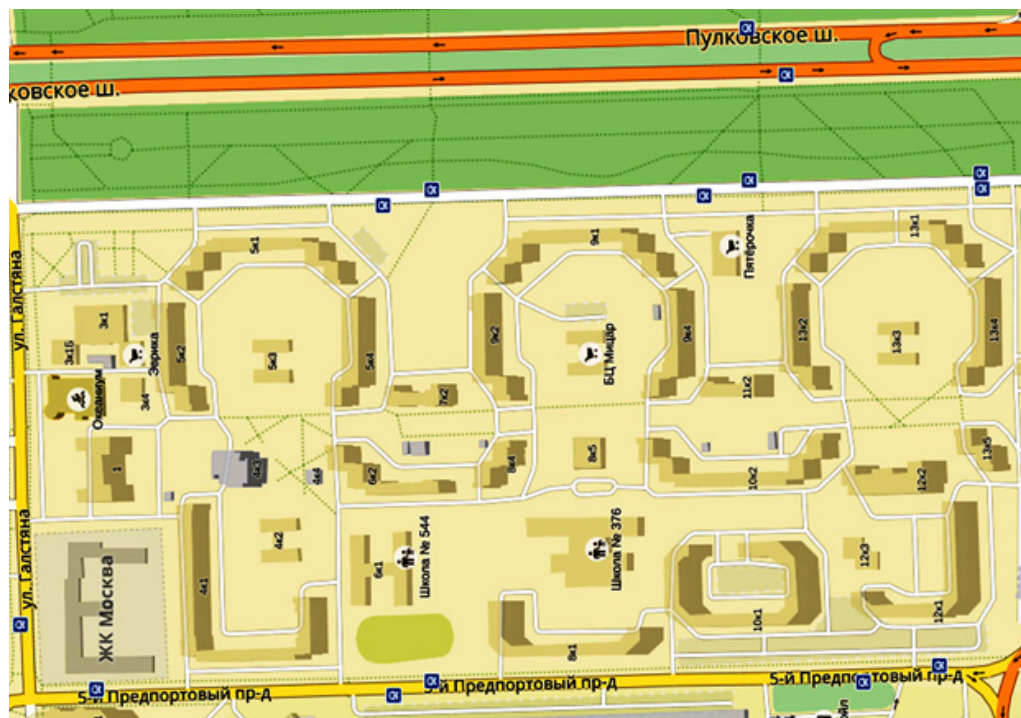


Рис. 1. Зона экспериментального исследования

При определении расчетных расходов воды жилого дома, расположенного по адресу 5-й Предпортовый проезд, дом 6, корпус 2, расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{(сут.ср)}$, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определен по формуле

$$Q_{(сут.ср)} = 0,001 \times N_{ж} \times q_{ж} = 0,001 \times 726 \times 220 = 159,7 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1)$$

где $q_{ж}$ — удельное водопотребление, принимаемое по табл. 1 (СП 31.13330.2012) [13], $q_{ж} = 220$ л/сут; $N_{ж}$ — расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства, $N_{ж} = 726$ чел.

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления, определены как:

$$\left. \begin{aligned} Q_{(сут.маx)} &= K_{(сут.маx)} Q_{(сут.миn)} \\ Q_{(сут.миn)} &= K_{(сут.миn)} Q_{(сут.маx)} \end{aligned} \right\}$$



$$\begin{aligned} Q_{\text{сут. max}} &= K_{\text{сут. max}} \times Q_{\text{сут. ср}} = 1,1 \times 159,7 = 175,7 \text{ м}^3/\text{сут} \\ Q_{\text{сут. min}} &= K_{\text{сут. min}} \times Q_{\text{сут. ср}} = 0,9 \times 159,7 = 143,8 \text{ м}^3/\text{сут} \end{aligned} \quad (2)$$

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления $K_{\text{сут}}$, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, в соответствии с СП 31.13330.2012 принимался равным:

$$\begin{aligned} K_{(\text{сут. max})} &= 1,1 \div 1,3; \\ K_{(\text{сут. min})} &= 0,7 \div 0,9; \end{aligned} \quad (3)$$

Расчетные часовые расходы воды $q_{\text{ч}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, определены по формулам:

$$\begin{aligned} q_{(\text{ч. max})} &= K_{(\text{ч. max})} Q_{(\text{сут. max})} / 24 \\ q_{(\text{ч. min})} &= K_{(\text{ч. min})} Q_{(\text{сут. min})} / 24 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} q_{(\text{ч. max})} &= k_{(\text{ч. max})} * Q_{(\text{сут. max})} = 2,67 \times 175,7 / 24 = 19,5 \text{ м}^3/\text{ч} \\ q_{(\text{ч. min})} &= k_{(\text{ч. min})} * Q_{(\text{сут. min})} = 0,027 \times 143,8 / 24 = 0,16 \text{ м}^3/\text{ч} \end{aligned} \quad (5)$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления $K_{\text{ч}}$ определен по выражениям

$$\left. \begin{aligned} K_{(\text{ч. max})} &= \alpha_{\text{max}} \beta_{\text{max}} \\ K_{(\text{ч. min})} &= \alpha_{\text{min}} \beta_{\text{min}} \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} K_{(\text{ч. max})} &= \alpha_{\text{max}} * \beta_{\text{max}} = 1,2 * 2,229 = 2,67 \\ K_{(\text{ч. min})} &= \alpha_{\text{min}} * \beta_{\text{min}} = 0,4 * 0,068 = 0,027, \end{aligned} \quad (6)$$

где α — коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимался $\alpha_{\text{max}} = 1,2-1,4$; $\alpha_{\text{min}} = 0,4-0,6$; β — коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимался по табл. 2 (СП 31.13330.2012).

Коэффициенты $K_{(\text{сут. max})}$, $K_{(\text{сут. min})}$ и α , используемые в расчетах для всех домов исследуемой зоны, принимались одинаковыми в связи с тем, что степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели и другие местные условия идентичны.

На третьем этапе в период с 01.01.2016 по 14.02.2016 года проводилось инструментальное обследование [4] по определению фактического водопотребления [10]. При этом каждому дому, входящему в зону экспериментального исследования, присвоен номер, каждому из которых соответствуют несколько номеров установленных расходомеров – счетчиков воды. Для каждого из них за период времени 44 дня с дискретностью 1 час определены расходы потребляемой воды. Часть полученных данных представлена в табл. 1.

Эксперимент позволил выявить фактические среднесуточные и часовые расходы воды, а также часовую неравномерность водопотребления [11]. Также обработ-

ка полученных данных позволила выявить закономерность в продолжительности ночного периода для раз-ных дней в течение недели [3]. Так, в выходные дни (см. рис. 2) можно выделить период примерно с 1 часа ночи до 8 часов утра, когда потребление воды минимально, в то же время в рабочие дни ночной период длится с 0 часов до 6 часов утра (см. рис. 3).

Таблица 1. Потребление воды отдельными зданиями жилого микрорайона. Фрагмент сводной таблицы

Время, ч	Результаты оценки водопотребления по каждому номеру расходомеров – счетчиков, q, м³/ч								
	371277	152855	152842	152840	...	152831	152827	130438	126945
13.01.2016 г.									
0:00	0,2307	1,4433	0,9189	4,1258	...	0,8949	4,2102	6,9921	2,3126
0:01	0,2351	1,4379	0,9138	4,1045	...	0,8914	4,1870	6,9785	2,3167
0:02	0,2394	1,4324	0,9087	4,0833	...	0,8878	4,1636	6,9649	2,3208
0:03	0,2435	1,4270	0,9035	4,0623	...	0,8842	4,1402	6,9511	2,3249
0:04	0,2476	1,4215	0,8982	4,0414	...	0,8805	4,1165	6,9372	2,3288
0:05	0,2394	1,4324	0,9087	4,0833	...	0,8878	4,1636	6,9649	2,3208
...									
20:10	1,0866	2,0798	1,0217	5,1570	...	0,7825	4,1993	5,9528	0,6430
20:11	1,1001	2,0813	1,0341	5,1672	...	0,7832	4,2089	5,9397	0,6515
20:12	1,1132	2,0829	1,0461	5,1772	...	0,7840	4,2187	5,9280	0,6604
20:13	1,1257	2,0846	1,0576	5,1873	...	0,7847	4,2284	5,9176	0,6698
...
14.01.2016 г.									
0:00	0,3492	1,5058	-	3,4187	...	0,7232	3,8747	7,4276	2,9051
0:01	0,3443	1,4771	-	3,4076	...	0,7232	3,8717	7,4006	2,9236
...									
18:00	1,1337	2,1114	-	4,4925	...	0,6416	3,1930	5,3615	1,0191
18:01	1,1264	2,1008	-	4,4850	...	0,6414	3,1943	5,3587	1,0179
18:02	1,1193	2,0901	-	4,4776	...	0,6413	3,1959	5,3560	1,0167
18:03	1,1125	2,0796	-	4,4703	...	0,6413	3,1978	5,35340	1,0154
...									

Кроме того, определены два пика водопотребления. В утренний пик, с 7 до 9 часов, средний часовой расход воды увеличивается в 1,5 раза. Чаще всего в рабочие дни недели днем водоразбор соответствует уровню среднечасового расхода воды. Проведенное исследование показало, что возможны частные случаи несоответствия общего графика водопотребления, которые могут быть связаны, например, с предпраздничными днями.

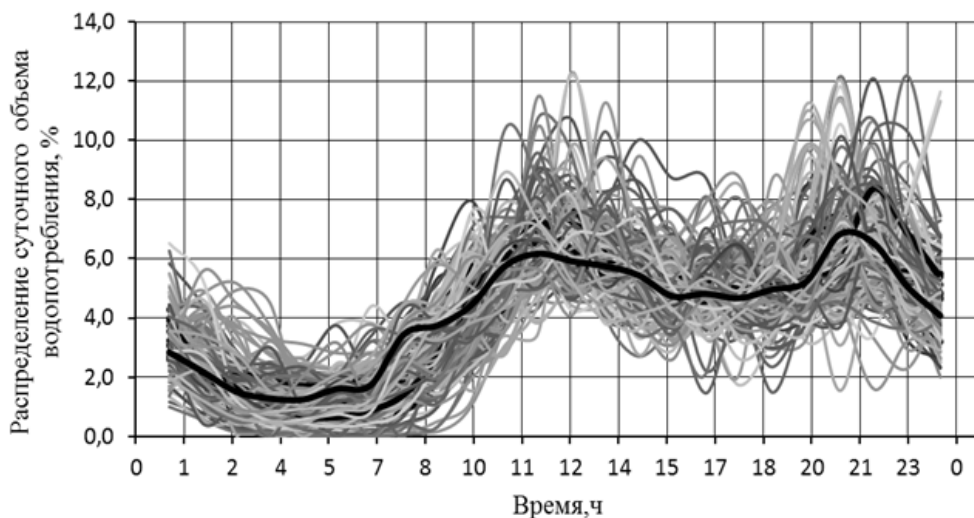


Рис. 2. Общий график водопотребления в выходные дни

В связи с тем, что процесс измерения проходил без перерыва в течение 1,5 месяцев, для корректности результатов из полученной информации были выделены отдельно данные, отражающие режимы водопотребления по выходным и рабочим дням (рис. 3).

На четвертом этапе, для удобства проведения сравнительного анализа экспериментальных и расчетных данных о коэффициентах часовой неравномерности потребления воды, полученные значения для всех адресов зданий, которые входили в район исследуемой жилой застройки, сведены в табл. 2. Также полученные результаты в графической форме представлены на рис. 4.

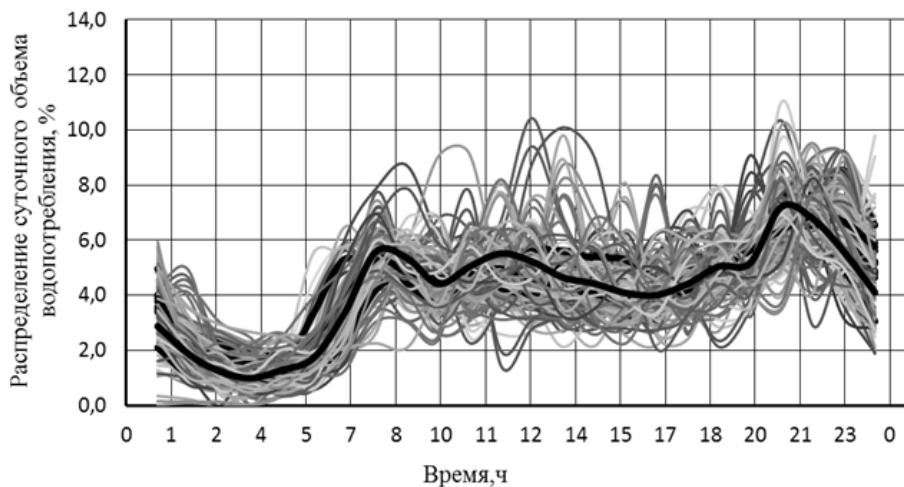


Рис. 3. Общий график водопотребления в рабочие дни

Таблица 2. Фактические и расчетные коэффициенты часовой неравномерности водопотребления

№ п/п	Адрес/ ID объекта	Кол-во жильцов	Расчетные значения		Фактические значения	
			$K_{\text{час. max}}$	$K_{\text{час. min}}$	$K_{\text{час. max}}$	$K_{\text{час. min}}$
1	5-й Предпортовый проезд, дом 6, корпус 2 / 381409	726	2,67	0,03	1,55	0,37
2	5-й Предпортовый проезд, дом 10, корпус 2 / 381872	1266	2,27	0,04	1,66	0,37
3	5-й Предпортовый проезд, дом 12, корпус 2, литера А / 311441	1458	2,18	0,04	1,68	0,17
4	5-й Предпортовый проезд, дом 4, корпус 1, литера А / 152838	1767	2,10	0,04	1,67	0,30
5	5-й Предпортовый проезд, дом 8, корпус 1 / 281701	1755	2,10	0,04	1,65	0,31
6	5-й Предпортовый проезд, дом 8, корпус 4 / 152834	354	3,44	0,01	1,89	0,29
7	Пулковское шоссе, дом 11, кор-пус 2 / 371277	570	2,70	0,02	1,64	0,29
8	Пулковское шоссе, дом 13, кор-пус 1 / 152855	1074	2,36	0,04	1,55	0,35
9	Пулковское шоссе, дом 13, кор-пус 2 / 152842	708	2,70	0,03	1,91	0,27
10	Пулковское шоссе, дом 13, кор-пус 4, литера А / 152840	708	2,70	0,03	1,61	0,36
11	Пулковское шоссе, дом 13, кор-пус 5 / 152831	354	3,44	0,01	1,70	0,36
12	Пулковское шоссе, дом 15, кор-пус 2, литера А / 152827	690	2,72	0,03	1,71	0,21
13	Пулковское шоссе, дом 15, кор-пус 3 / 152850	636	2,81	0,02	1,61	0,36
14	Пулковское шоссе, дом 5, корпус 1, литера А / 130438	1239	2,28	0,04	1,62	0,22
15	Пулковское шоссе, дом 5, корпус 2, литера А / 126945	708	2,70	0,03	1,79	0,18
16	Пулковское шоссе, дом 5, корпус 4, литера А / 145131	708	2,70	0,03	1,66	0,27
17	Пулковское шоссе, дом 7, корпус 2, литера А / 152844	570	2,70	0,02	1,70	0,26
18	Пулковское шоссе, дом 9, корпус 1, литера А / 152845	1239	2,28	0,04	1,72	0,30
19	Пулковское шоссе, дом 9, корпус 2 / 152852	708	2,70	0,03	1,98	0,13

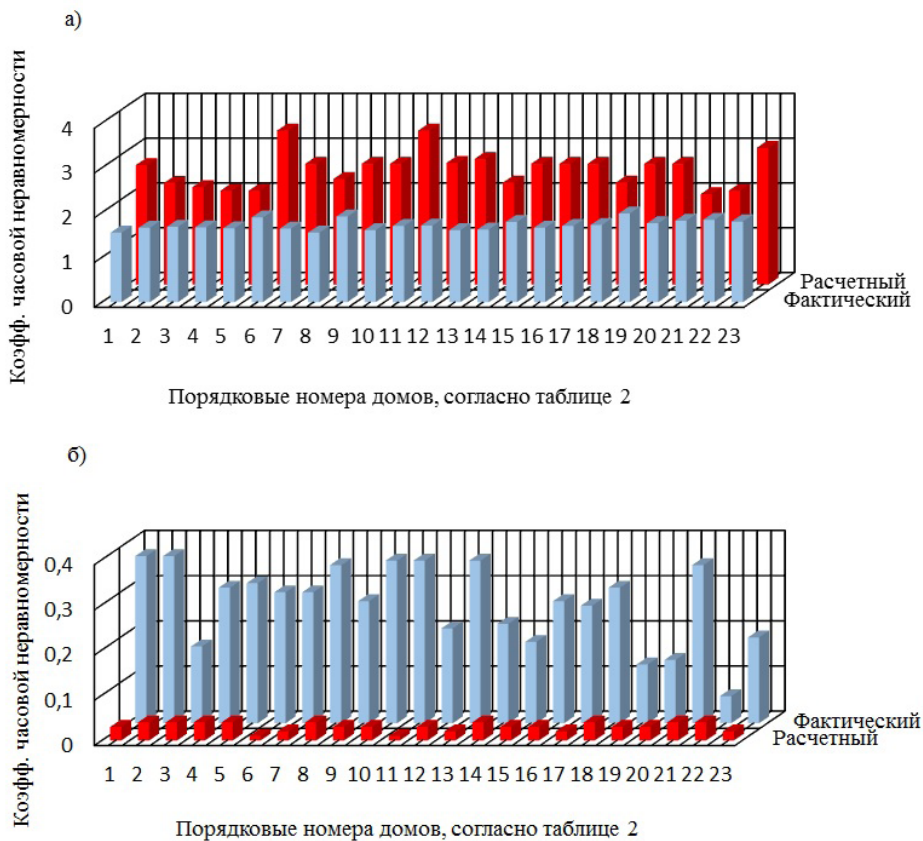


Рис. 5. Сравнение коэффициентов часовой неравномерности, полученных расчётным путем и в результате проведенного инструментального обследования: а – для максимального коэффициента часовой неравномерности; б – для минимального коэффициента часовой неравномерности

Из графиков (рис. 4) видно, что по сравнению с расчетными значениями, полученные экспериментальным путем максимальные коэффициенты часовой неравномерности снизились, а минимальные повысились. Таким образом, разница между ними сократилась и потребление воды в течение суток стало более равномерным. Эти изменения связаны:

– с применением людьми, живущими в обследуемых домах, стиральных и посудомо-ечных машин, которые из-за скидки на оплату электроэнергии в ночное время чаще всего потребляют воду с 1 часа ночи до 6 часов утра;

– с использованием современной водоразборной арматуры и санитарно-технических приборов, включающих в себя экономичные душевые кабины, двухсекционные раковины, двухрежимные смывные бачки и т. д. Поэтому в днев-

ное время, когда люди в основном используют воду в хозяйственно-бытовых целях, расход потребляемой воды снизился;

– с обязательной установкой квартирных и общедомовых счетчиков расхода воды, что стимулирует снижение водопотребления в жилых и общественных зданиях.

Кроме того, анализ полученных значений [6], приведенных в табл. 1, позволяет сделать вывод о том, что расхождение между полученными в результате эксперимента фактическими среднесуточными расходами воды потребителями жилой зоны в 3,1 раза меньше расчетных, полученных по методике, приведенной в СП 31.13330.2012.

В целом можно констатировать, что:

– вышеприведенные факторы, изменившие режимы потребления воды населением, привели к изменениям принятых в нормативной литературе расчетных коэффициентов неравномерностей потребления воды;

– необходимо на нормативном уровне актуализировать параметры неравномерностей водопотребления или в каждом конкретном случае при выполнении реконструкции систем водоснабжения проводить их обследование с целью уточнения коэффициентов часовой неравномерности водопотребления.

Выводы

1. Сократилась разница между экспериментальными значениями максимального и минимального часового водопотребления. По сравнению с расчетными значениями максимальные коэффициенты часовой неравномерности снизились, а минимальные повысились.
2. Фактический среднесуточный расход воды в жилых районах снизился по отношению к расчетному расходу в 3,1 раза, определенному на основании методики, приведенной в СП 31.13330.2012.

Благодарность за помощь в сборе и обработке информации авторы выражают Янсон Марине Анатольевне.

Литература

1. Гринев, А. П., Саркисов, С. В., Кузнецова, Н. В. (2015). «Способ определения графиков колебания расхода воды на насосных станциях», *Международный Научный Институт «Educatio»*, № 3 (10), сс. 156–159.
2. Ивановский, В. С., Игнатчик, В. С., Саркисов, С. В., Путилин, П. А. (2015). «Методика оптимизации систем водоснабжения», *Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского*, вып 649, сс. 123–129.
3. Игнатчик, В. С., Саркисов, С. В., Гринев, А. П. (2015). «Графоаналитический способ определения расхода воды», *Вестник ТюмГАСУ*, №2, сс. 49–52.
4. Обвинцев, В. А., Ивановский, В. С., Саркисов С. В. (2016). «Система сбора данных и закономерности неравномерного потребления воды в сети жилого городка», *Труды Военно-космической академии*



имени А. Ф. Можайского, вып. 652, сс. 167–172.

5. (2013). *Постановление Правительства Российской Федерации №782 «О схемах водоснабжения и водоотведения» от 05.09.2013.*

6. Путилин, П. А., Саркисов, С. В. (2015). «Результаты экспериментального исследования показателей безотказности сетей системы водоснабжения», *Актуальные проблемы архитектуры, строительства, экологии и энергосбережения в условиях западной Сибири*. Тюмень: ТюмГАСУ, сс. 204–210.

7. (2011). *Федеральный закон Российской Федерации «О водоснабжении и водоотведении» №416-ФЗ от 07.12.2011.*

8. (2009). *Федеральный закон Российской Федерации «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» №261-ФЗ от 23.11.2009.*

9. Саркисов, С. В. (2013). «Обработка и анализ экспериментальных данных энергопотребления системы водоснабжения с учётом различных режимов функционирования объекта», *Новые исследования в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов*. СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, сс. 48–51.

10. Саркисов, С. В. (2016). «Результаты экспериментальных исследований закономерностей неравномерного потребления воды населенных мест», *Естественные и технические науки*, № 11 (101), сс. 164–167.

11. Саркисов, С. В., Обвинцев, В. А. (2016) «Определение аварии в сети водоснабжения по результатам анализа информации полученной системой сбора данных неравномерности потребления воды», *Актуальные вопросы перспективных научных исследований*, Смоленск, сс. 160–164.

12. Игнатчик, В. С., Ивановский, В. С., Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В. (2015). *Система диагностики расхода воды*, РФ, патент №2557349.

13. (2012). *СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84»*

14. Ивановский, В. С., Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В. (2017). *Способ оптимизации системы водоснабжения*, РФ, патент №2608020.

15. Ильин, Ю. А., Игнатчик, В. С., Ивановский, В. С., Игнатчик, С. Ю. *Способ повышения энергоэффективности насосной станции*, РФ, патент №2561782.

16. Феофанов, Ю. А. (2010). «Прогнозирование водопотребления в жилой застройке Санкт-Петербурга», *67-я научная конференция профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета*, СПб.: СПбГАСУ, ч. I, сс. 53–57.

17. Феофанов, Ю. А. (2011). «Обработка и анализ экспериментальных данных энергопотребления системы водоснабжения с учётом различных режимов функционирования объекта», *Новые достижения в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов*, СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, сс. 64–67.

18. Юдин, М. Ю., Данилов, А. Н., Хмяляйнен, М. М., Карабенин, М. С. (2017). «Изменение водопотребления в крупных городах России на примере Санкт-Петербурга», *Водоснабжение и санитарная техника*, № 1, сс. 6–39.

References

1. Grinev, A. P., Sarkisov, S.V., Kuznetsova, N. V. (2015). «Sposob opredeleniya grafikov kolebaniya rashoda vodyi na nasosnykh stantsiyah» [Determination method of liquid-flow fluctuation on water pumping stations diagrams], *Mezhdunarodnyy Nauchnyy Institut «Educatio»*, no. 3 (10), pp. 156–159. (In Russian).

2. Ivanovskiy, V. S., Ignatchik, V. S., Sarkisov, S. V., Putilin, P. A. (2015). «Metodika optimizatsii sistem vodosnabzheniya» [Optimization of water supply systems method], *Trudy Voенno-kosmicheskoy akademii imeni A. F. Mozhayskogo*, no. 649, pp. 123–129. (In Russian).

3. Ignatchik, V. S., Sarkisov, S. V., Grinev, A. P. (2015). «Grafoanaliticheskiy sposob opredeleniya rashoda vodyi» [Grapho-analytical method of water consumption], *Vestnik TyumGASU*, №2, pp. 49–52. (In Russian).

4. Obvintsev, V. A., Ivanovskiy, V. S., Sarkisov, S. V. (2016). «Sistema sbora dannykh i zakonemnosti neravnomernogo potrebleniya vodyi v seti zhilogo gorodka» [Data and irregular water consumption regularities – getting system], *Trudy Voенno-kosmicheskoy akademii imeni A. F. Mozhayskogo*, no. 652, pp.167–172. (In Russian).

5. [(2013). *Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii №782 «O skhemah vodosnabzheniya i vodootvedeniya»* [Decree of the Government of the Russian Federation №782 «Water supply systems»] of 05.09.2013. (In Russian).
6. Putilin, P. A., Sarkisov, S. V. (2015). «Rezultaty eksperimentalnogo issledovaniya pokazately bezotkaznosti setey sistemiy vodosnabzheniya» [Results of water supplying systems fail-safety experimental research], *Aktualnyye problemy arhitektury, stroitelstva, ekologii i energosberezheniya v usloviyah zapadnoy Sibir*, pp. 204–210. (In Russian).
7. (2011). Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii «O vodosnabzhenii i vodootvedenii» [Federal law of Russian Federation «About water supply and water disposal»] №416-FZ of 07.12.2011. (In Russian).
8. (2009). Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii «Ob ehnergosberezhenii i o povyshenii ehnergeticheskoy ehffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otдел'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii» [Federal law of Russian Federation «On Energy Saving and on Improving Energy Efficiency and on Amending Certain Legislative Acts of the Russian Federation»] №261-FZ of 23.11.2009. (In Russian).
9. Sarkisov, S. V. (2013) «Obrabotka i analiz eksperimentalnykh dannykh energopotrebleniya sistemiy vodosnabzheniya s uchytom razlichnykh rezhimov funktsionirovaniya ob'ekta» [Analysis and processing of water supplying system energy consumption experimental data in case of different regimes of work], *Novyye issledovaniya v oblastyakh vodosnabzheniya, vodoot-vedeniya, gidravliki i ohranyi vodnykh resursov*, Saint–Petersburg, pp. 48–51. (In Russian).
10. Sarkisov, S. V. (2016) «Rezultaty ehksperimental'nykh issledovaniy zakonomernostey neravnomernogo potrebleniya vody naselennykh mest» [Results of experimental of irregular water consumption regularities], *Estestvennyye i tekhnicheskyye nauki*, no. 11 (101), pp. 164–167. (In Russian).
11. Sarkisov, S. V., Obvintsev, V. A. (2016). «Opredelenie avarii v seti vodosnabzheniya po rezul'tatam analiza informacii poluchennoy sistemoy sbora dannykh neravnomernosti potrebleniya vody» [Determination of failure in the water – supply-ing system according to analysis of information gained from water consumption irregularity data getting system], *International scientific conference*, Smolensk, pp. 160–164. (In Russian).
12. Ivanovskiy, V. S., Ignatchik, V. S., Ignatchik, S. U., Kuznetsova, N. V. *Sistema diagnostiki raskhoda vody* [Water flow diagnostic system], RU, patent №2557349. (In Russian).
13. (2012). *SP 31.13330.2012 «Vodosnabzhenie. Naruzhnyye seti i sooruzheniya. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 2.04.02-84»* [Building rules 31.13330.2012 «Water supply. Pipelines and portable water treatment plants»]. (In Russian).
14. Ignatchik, V. S., Ivanovskiy, V. S., Ignatchik, S. U., Kuznetsova, N. V. (2017). *Sposob optimizatsii sistemiy vodosnabzheniya* [Method of water supplying system optimization], RU, patent № 2608020. (In Russian).
15. Ilyin, U. A., Ignatchik, V. S., Ivanovskiy, V. S., Ignatchik, S. U. (2015). *Sposob povysheniya energoehffektivnosti nasosnoy stantsii* [Method of water-pumping system energy effectiveness raising], RU, patent №2561782. (In Russian).
16. Feofanov, U. A. (2010). «Prognozirovaniye vodopotrebleniya v zhiloy zastroyke Sankt-Peterburga» [Predicting of water consumption size in residential area of Saint-Perersburg], *67-ya nauchnaya konferenciya professorov, prepodavatelej, nauchnykh rabotnikov, inzhenerov i aspirantov universiteta*, SPb.: SPbGASU, ch. I., pp. 53–57. (In Russian).
17. Feofanov, U. A. (2011). «Obrabotka i analiz eksperimentalnykh dannykh energopotrebleniya sistemiy vodosnabzheniya s uchytom razlichnykh rezhimov funktsionirovaniya ob'ekta» [Analysis of water supply system energy consumption experimental data according to different regimes of object functioning. International conference], *Novyye dostizheniya v oblastyakh vodosnabzheniya, vodootvedeniya, gidravliki i ohranyi vodnykh resursov*, Saint-Petersburg, pp. 64–67. (In Russian).
18. Udin, M. U., Danilov, A. N., Karabenin, M. S. (2017). «Izmeneniye vodopotrebleniya v krupnykh gorodakh Rossii na primere Sankt-Peterburga» [Changes of water consumption in the cities of Russian Federation in example of Saint-Petersburg], *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*, №1, pages 6–39. (In Russian).