

О методах расчёта внутренних систем водоснабжения зданий

Проектирование внутренних систем водоснабжения и водоотведения (ВСВВ) зданий представляет собой задачу, от точности решения которой зависят не только бесперебойное обеспечение потребителей водой и отвод сточных вод, но и эффективность использования энергетических и трудовых затрат по их эксплуатации. Ключевым этапом проектирования ВСВВ является их гидравлический расчёт, целью которого является определение расчётных расходов подачи и отвода воды. Поскольку процесс водопотребления носит стохастический характер, все современные методы расчёта ВСВВ в той или иной степени опираются на аппарат теории вероятностей и математической статистики.

Современные методы расчёта ВСВВ в нашей стране и за рубежом начали формироваться с 1930-х годов и развивались параллельно, демонстрируя в первые десятилетия значительное сходство [1–5], однако с конца XX века наметилась существенная дивергенция. Отечественная нормативная база (СНиП, а затем СП) подверглась ряду изменений, которые, как показывает анализ, не всегда имели строгое теоретическое обоснование и привели к появлению внутренних противоречий [6]. До сих пор балансы расходов воды для наружных и внутренних систем водоснабжения и водоотведения, которые оцениваются с учётом нормативных требований [7, 8], различаются в два раза и более, присутствуют неточности оценки случайных событий, характеризующих режимы потребления и бесперебойности подачи воды на объектах.

В настоящее время максимальный секундный расход воды на расчётном участке сети объекта, согласно требованиям [7], оценивается по формуле:

$$q = 5q_o\alpha, \quad (1)$$

где $q_o(q_o^{\text{tot}}, q_o^h, q_o^c)$ — секундный расход воды (общий, горячей, холодной), л/с;

α — коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N на расчётном участке сети и вероятности их действия $P(P^{\text{tot}}, P^h, P^c)$ на участке сети.

Вероятности событий действия санитарно-технических приборов на отдельных участках сети оцениваются по перечисленным ниже формулам.

1. Для случая, когда условия отбора воды одинаковы, без учёта изменения соотношения U/N :

$$P = \frac{q_{\text{hr},u} U}{q_o N 3600}. \quad (2)$$

2. Для случая, когда на объектах различного назначения условия отбора воды не одинаковы:

$$P_{\Sigma i} = \frac{\sum_1^i N_i P_i}{\sum_1^i N_i}. \quad (3)$$

3. Для случая, когда приборы не одинаковые и условия отбора воды на конкретном объекте различаются:

$$q_o = \frac{\sum_1^i N_i P_i q_{oi}^{\text{tot}}}{\sum_1^i N_i P_i}. \quad (4)$$

Здесь P_i — вероятность действия санитарно-технических приборов для i -й группы потребителей; N_i — число санитарно-технических приборов i -й группы; q_{oi}^{tot} — расход воды общий (холодной, горячей) поступающий из санитарно-технического прибора для i -й группы, л/с; i — количество групп потребителей; U — число потребителей воды; $q_{\text{hr},u}$ — норма расхода воды в час наибольшего потребления, л/ч.

Из анализа формул (1)–(4) следует, что в формуле (2) при оценке расхода воды q_o учитывается вероятность действия приборов, а вероятность присутствия потребителей U_i на объекте не принимается во внимание. В час максимального хозяйственного водопотребления в одной квартире может находиться один человек, а проживать шесть.

Рецензия эксперта на статью получена 03.02.2026 [The expert review of the article was received on February 3, 2026]

УДК 628.147.1+628.247. Научная специальность: 2.1.4.

О методах расчёта внутренних систем водоснабжения зданий

Леонид Георгиевич Дерюшев, к.т.н., доцент, кафедра строительства систем и сооружений водоснабжения и водоотведения, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ, г. Москва)

Анализируются методы расчёта энергетических параметров внутренних систем водоснабжения РФ и зарубежных стран. Отмечаются неточности оценки и обосновываются методы их совершенствования. Выполнение мероприятий, изложенных в статье, позволит не только упростить методы проектирования систем водоснабжения, но и повысить качество эксплуатации объектов ЖКХ, снизить утечки воды, сократить затраты на подачу и отвод воды, с последующей выработкой предложений по совершенствованию действующих российских норм.

Ключевые слова: системы внутреннего водоснабжения зданий и сооружений, методики, расчётные расходы, вероятность, надёжность.

UDC 628.147.1 + 628.247. Scientific specialty number: 2.1.4.

On calculation methods of internal systems building water supply

Leonid G. Deryushev, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Construction of Water Supply and Sanitation Systems and Structures, Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University (MGRI, Moscow)

The methods of calculating the energy parameters of the internal water supply systems of the Russian Federation and foreign countries are analyzed. The inaccuracies of the assessment are noted and the methods of their improvement of the latter are substantiated. The implementation of the measures outlined in the article will not only simplify the methods of designing water supply systems, but also improve the quality of operation of housing and communal services, reduce water leaks, reduce the cost of water supply and drainage, with the subsequent development of proposals for improving existing Russian standards.

Key words: internal water supply systems for buildings and structures, methods, estimated costs, probability, reliability.

Потребитель может одновременно включить несколько приборов: посудомоечную машину, смеситель для наполнения ванны, смеситель раковины и т.д. Возможны и противоположные события, когда все жители работают в ночную смену, а днём отдыхают, при этом санитарные приборы не используются. Подобных случаев множество, предугадать сложно, но математически отражать при описании процесса водопотребления на объекте необходимо.

Событие включения санитарного прибора A условно зависит от события B присутствия человека (потребителя) на объекте (квартире, здании, клубе, театре, больнице и т.д.). Вероятность события A , вычисленная при условии, что имело место событие B , называется «условной вероятностью события A » и обозначается $P(A|B)$. Условие независимости события A от события B можно записать [10] в виде $P(A|B) = P(A)$. В итоге можно установить, что события A и B могут быть как зависимыми, так и независимыми; произведение вероятностей этих событий (включение крана A и присутствия человека на объекте B) имеет вид:

$$P(AB) = P(A)P(B).$$

Закономерность или устойчивость проявления случайного события A оценивается методами математической статистики с использованием законов распределения случайных величин [11], которые подразделяют на дискретные и непрерывные. Непрерывные случайные величины, в отличие от дискретных величин, могут принимать любые значения в границах известного интервала. Событие, связанное с включением или отключением санитарного прибора, относится к дискретным случайным величинам, а расход воды потребителем или санитарным прибором — к непрерывным. Методы оценки рассматриваемых событий принципиально различаются. Например, распределение

дискретных величин подчиняется биномиальному, гипергеометрическому закону, закону Пуассона, а непрерывные величины — нормальному, равномерному, χ^2 -распределению и т.д.

Для каждого однородного потока случайных событий используются определённые формулы оценки, в том числе и вероятности исследуемого события. Однородность потока событий включения санитарных приборов соблюдается, если приборы одинаковые или приведены к единому эквиваленту. Данное правило выполнялось инженерами всех стран при оценках расходов воды на объектах.

Для каждого однородного потока случайных событий используются определённые формулы оценки, в том числе и вероятности исследуемого события. Однородность потока событий включения санитарных приборов соблюдается, если приборы одинаковые или приведены к единому эквиваленту.

Исключение различий между приборами при оценке расходов воды на участках сети может приводить к небольшим ошибкам, но с инженерной точки зрения — формирует пренебрежение к постулатам в науке, в частности, в водоснабжении. В формулах (2)–(4) приводятся параметры случайных событий i -й группы потребителей, явно неоднородных и разных по виду (дискретные и непрерывные). Потребителями питьевой воды являются люди, которые могут находиться в жилом доме, на заводе, в театре, а потому не подразделяться по группам, росту, культуре. Меняются условия их пребывания на объектах.

На этапе формирования методов гидравлического расчёта систем ВСВВ отмеченные выше условия оценки параметров отбора воды на участках сетей принимали во внимание и отражали в виде функциональных зависимостей или табличных справочных показателей [1, 4, 5, 11, 12].

Например, расчётный расход $q_{\max}$ определялся в зависимости от коэффициента секундной неравномерности, числа приборов и расхода воды [4]:

$$q_{\max} = \frac{S}{86,4} K_c, \quad (5)$$

где $K_c = 30/\sqrt{S}$ — коэффициент секундной неравномерности; S — суточный расход воды в здании, m^3 .

Процент одновременного действия приборов для производственных, научно-исследовательских и общественных зданий приводился в таблицах, а для потребителей жилых зданий расход воды q принимался по формуле:

$$q = 0,2 \sqrt[3]{N + kN}, \quad (6)$$

где N — число приборов, приведённое к общему эквиваленту; α — показатель степени, зависящий от нормы водопотребления на одного человека в сутки (приводится в таблицах и номограммах [1, 4, 5]); 0,2 — расход прибора с эквивалентом 1,0 (водоразборный кран у раковины), л/с; k — коэффициент, принимаемый в зависимости от количества эквивалентных единиц приборов N .

В США для определения расчётных расходов принимаются следующие допущения:

- вероятность одновременного действия количества m санитарных приборов из числа n , установленных на расчётном участке, вычисляется на основании биномиального закона распределения случайных величин по формуле:

$$P(n, m) = \frac{m}{m(n-m)} \left(\frac{t}{N} \right)^n \left(\frac{N-1}{T} \right)^{n-m}, \quad (7)$$

где t — продолжительность работы водоразборной арматуры; T — продолжительность пользования санитарным прибором;

- вероятность нарушения расчётного режима принимается 0,01, то есть в течение максимального водоразбора вероятность включения в работу $m + 1$ водоразборных точек не превышает $F \leq 0,01$, где $F = 1 - P$.

Учитывая, что внутренний водопровод объединяет санитарные приборы различного назначения, вводится понятие «веса» того или иного санитарного прибора в системе (эквивалента санитарно-технического оборудования).



Для вычисления расчётных расходов на участках сети пользуются эмпирической формулой:

$$q = 1,5N^{0,561}, \quad (8)$$

где q — расчётный расход, $q = 3,79$ л/мин. = 0,063 л/с; N — количество санитарных приборов, выраженных в эквивалентах.

За эквивалентный расход принимается подача воды смывным краном унитаза. Соотношение по расходам горячей и холодной воды принимается равным 0,25/0,75 = 0,33 (для сравнения, по условиям [7] имеет место $q_0^c/q_0^h = 0,5/0,5 = 1$); поток холодной и горячей воды $q_0^c = q_0^h = 0,2$ л/с с температурой:

$$\Delta t = \frac{W_1 t_1 + W_2 t_2}{W_1 + W_2} = 35 \dots 45^\circ \text{C},$$

где W_1 и W_2 — расходы воды, л/с; $t_1 = +5 \dots +15^\circ \text{C}$ и $t_2 = +65 \dots +75^\circ \text{C}$.

Расход q общего количества приборов, выраженный в эквивалентах, умножается на снижающий коэффициент, который отображает одновременность отбора холодной и горячей воды. По мнению американских инженеров [2, 3], рекомендованный метод определения расчётных расходов в большей мере отвечает требованиям эксплуатации систем водоснабжения в общественных зданиях. Расчётные расходы воды в жилых зданиях, оснащённых большим количеством санитарно-технического оборудования, получаются завышенными, поэтому их корректируют. Рекомендуются оценивать потери напора до «центра тяжести нагрузки стояка», затем выполнять поверочный расчёт, выявляющий достаточность напора (без учёта потерь в трубопроводах) для подачи воды в главную точку. То обстоятельство, что в расчётах энергетических параметров систем ВСВВ применяются понятия «центра тяжести» и понижающих коэффициентов, позволяет признать изложенную методику незавершённой.

Во Франции и Италии расчёт и проектирование внутренних водопроводов выполняется более упрощённо. Основные расчётные параметры, характеризующие гидравлический режим работы санитарно-технических приборов, приводятся в таблицах нормативных документов. Расчётный расход воды на участке сети вычисляется по формуле:

$$q_p = k \sum_{i=1}^m q_i n_i, \quad (9)$$

где q_p — расчётный расход, л/с; q_i — нормативный расход воды санитарным прибором конкретного типа, л/с; n_i — количество санитарно-технических приборов одного наименования; k — коэффициент одновременного действия санитарных

приборов на расчётном участке, принимаемый в зависимости от n .

Для вычисления коэффициента одновременности действия санитарных приборов используется следующая эмпирическая формула:

$$k = \frac{1}{\sqrt{k-1}}, \quad (10)$$

либо графики зависимости $k = f(n)$, построенные с учётом упомянутой формулы, для зданий с различным уровнем благоустройства.

В обширной англоязычной технической литературе по проектированию внутренних систем водоснабжения представлено множество разнообразных методов, которые описываются в деталях [2] и могут использоваться для уточнения методов проектирования ВСВВ. Подход к расчёту коэффициента синхронности работы водоразборных устройств подобен методам, которые применяются не только в зарубежных странах, но и в РФ. Тем не менее,

Очевидно, что случайные события должны оцениваться методами, которые подробно изложены в литературе по теории вероятностей. В справедливости рекомендаций по проектированию ВСВВ авторов работ [4, 5] можно убедиться, если выполнить даже элементарные замеры расходов воды

вычисление вероятности действия санитарных приборов с использованием закона биномиального распределения случайных событий требует значительных усилий, что ограничивает эффективность подобных расчётов в практической работе.

В соответствии с официально утверждёнными нормативными документами, а также в учебных и справочных материалах, которые широко используются в профессиональной практике, представлены специально разработанные таблицы, предназначенные для точного расчёта пропускной способности внутренних водопроводных систем, применяемых для подачи как холодной, так и горячей воды в различные здания. Однако в процессе проведения более детального анализа и оценки потребностей в водоснабжении, многие специалисты отдают предпочтение более точным и детализированным методикам расчёта. Такие методы предполагают не только использование стандартных таблиц, но и прове-

дение комплексного расчёта общей нормированной потребности воды, которая включает в себя учёт потребностей всех водоразборных точек, которые находятся на определённом расчётном участке. Это позволяет добиться максимальной точности в определении необходимых параметров пропускной способности системы, что, в свою очередь, обеспечивает оптимальное функционирование и большую экономию водных ресурсов. Кроме того, в процессе анализа расчётного потребления воды в системе внутреннего водоснабжения применяются различные графические методы и инструменты, которые усиливают возможности специалистов и позволяют достичь более высокого уровня точности в расчётах и проектировании инженерных систем.

Когда использование таблиц или графиков не является удобным, предлагается использовать эмпирическую формулу:

$$q = 1,5\sqrt{Q}, \quad (11)$$

где q — расчётный расход, $q = 0,3048$ м³/мин. = 5 л/с; Q — общий расход воды при одновременной работе всех санитарных приборов, л/с.

Очевидно, что случайные события должны оцениваться методами, которые подробно изложены в литературе по теории вероятностей. В 1930-е годы отечественные инженеры имели квалификацию не ниже современного уровня, но прошедший с тех лет период времени повлиял на завершение начатых работ. В справедливости рекомендаций по проектированию ВСВВ авторов работ [4, 5] можно убедиться, если выполнить даже элементарные замеры расходов воды, которые наблюдаются (табл. 1, 2) при отборе воды в квартире из смесителя для умывальника.

Согласно требованиям п. 5.2.2.1 свода правил [7], общий расход воды (холодной и горячей), отбираемый из системы с помощью санитарно-технического прибора, по которому отсутствуют сведения, допускается принимать величиной $q_0^{\text{tot}} = 0,3$ л/с (общий расход горячей и холодной воды). По данным выполненных замеров, с учётом минимального образования брызг и экономии воды, достаточно струи диаметром $d = 7$ мм, то есть $q_0^{\Sigma} = 0,059 \approx 0,06$ л/с, что в пять раз меньше общего нормируемого расхода вода ($q_0^{\text{tot}}/q_0^{\Sigma} = 0,3/0,06 = 5$). В настоящее время системы ВСВВ оборудованы арматурой со смесителями, поэтому можно допустить, что параметр $q_0^{\Sigma} = 0,06-0,07$ л/с, поскольку вероятность среднего значения расхода воды у потребителя имеет наибольшее значение, по мнению специалистов многих стран [1-4].

Замеры расхода при отборе воды из туалетного крана для умывальника

табл. 1

№	Время заполнения ёмкости объёмом $W = 1 \text{ л, с}$	Параметры потока воды		Расход $q_{0\Sigma}$, л/с	Скорость v , м/с	Степень открытия крана
		Диаметр струи d , мм	Площадь поперечного сечения струи $F \times 10^{-3}$, м ²			
1	27	5	0,0196	0,037	0,22	Частичная
2	22	6	0,0282	0,045	0,26	Частичная
3	17	7	0,0384	0,059	0,34	Частичная
4	11	8	0,0480	0,09	0,53	Частичная
5	9	9	0,0635	0,11	0,65	Частичная
6	6	10	0,0785	0,16	0,94	Частичная
7	4,5	11	0,0949	0,22	1,32	Частичная
8	3,3	12	0,113	0,30	1,77	Полное открытие

Рекомендуемые [4, 5] эквиваленты санитарных приборов

табл. 2

Приборы	D подводки, мм	Расчётный расход воды q , л/с	Эквивалент
Водоразборный кран с аэратором	10–15	0,20	1,00
Туалетный кран для умывальника	10–15	0,07	0,33
Смеситель для умывальника	10–15	0,10	0,50
Смеситель для душевых	10–15	0,10–0,14	0,50–0,70
Клапан смывного клозетного бачка	10–15	0,10	0,50
Смеситель для ванны и умывальника (единный)	10–15	0,10	1,50

Анализируя рассмотренные выше методы расчёта расходов воды в зданиях, целесообразно остановиться на следующих теоретических положениях, которые лежат в основе проектирования систем водоснабжения.

Во-первых, любой внутренний водопровод здания является элементом системы водоснабжения конкретного объекта (города, населённого пункта, промышленного предприятия и т.д.). Если формируется теория расчёта расходов воды, то она должна быть единой, как для системы, так и для её элемента. Требования, которые регламентируют правила оценки расходов воды для них, должны быть взаимосвязаны, а не противоречить друг другу. В настоящее время в действующих нормативных документах [7–9] подобные противоречия существуют.

Требованиями п. 5.2 свода правил [8] регламентируется, что расчётный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в населённом пункте надлежит определять в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления; расчётные часовые расходы воды — в часы максимального и минимального потребления воды. В п. 5.1 свода правил [7] указывается, что: «системы водоснабжения и водоотведения зданий должны обеспечивать пропуск воды и отведение стоков с расходами, соответствующими расчётному числу водопотребителей или числу установленных санитарно-технических приборов»; в п. 5.3 свода правил [7] указано, что «максимальный расчётный расход на расчётном участке сети $q(q^{\text{tot}}, q^h, q^c)$, л/с, следует определять по формуле...».

Спрашивается: где системы, балансы воды, кто потребитель (люди или приборы), где логика? Внутренние системы ВСВВ являются элементами наружных систем водоснабжения и водоотведения. Расчётные расходы элементов Σq_i должны балансироваться с расчётными расходами системы (водоснабжения или водоотведения) $Q = \Sigma q_i$, где i — количество элементов в системе. Нелогично называть, согласно п. 5.2 свода правил [7], одинаковые расходы горячей и холодной воды для одной точки водоразбора $q^h = q^c = 0,2 \text{ л/с}$. Если в смеситель данной точки водоразбора подаётся равное количество горячей и холодной воды, то $q^{\text{tot}} = (0,2 + 0,2) \neq 0,3 \text{ л/с}$.

Целесообразно обратиться к методам расчёта расходов воды, которые ранее использовались в нашей стране [4, 5] и за рубежом [2, 3], но с частичной доработкой. В первую очередь необходимо исследовать вероятности действия сани-

тарно-технических приборов на объектах. Частным лицам с подобной работой не справиться. Сбор статистических данных о расходах воды в квартирах, лабораторных, научных помещениях или каких-либо других объектов населённых пунктов и промышленных предприятий без правительственной поддержки выполнить достоверно невозможно.

Выводы

1. Существующие отечественные методы расчёта внутренних систем ВСВВ требуют пересмотра в связи с наличием противоречий по балансированию расходов и отводу воды наружными и внутренними системами.
2. Для реализации изменений необходима координированная работа профильных технических комитетов по стандартизации, научно-исследовательских институтов и образовательных учреждений по организации масштабного сбора статистических данных о фактических режимах водопотребления.
3. На основе натурных замеров необходимо оценить и снизить значения расчётных расходов воды для современных санитарно-технических приборов, что позволит увязать нормируемые параметры суточных и часовых расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды потребителей объектов жилой местности и обеспечить экономию пресной воды. ●

1. Спышинов П.А. Проектирование внутренних водопроводов. — Л.-М.: ОНТИ НКТП СССР, 1937. 254 с.
2. Водопотребление и состояние водоснабжения в зарубежных странах / Сост.: А.М. Конюшков; ЦИНИС Госстроя СССР. — М.: Госстройиздат, 1956. 88 с.
3. Шопенский Л.А. Методы расчёта внутренних водопроводов в США, Англии, Франции и Германии. — М.: Информационно-издательский сектор, 1964. 52 с.
4. Спышинов П.А., Шнейер А.И. Справочник по внутреннему водопроводу, канализации и водостокам (проектирование, конструкции, расчёт). 2-е изд., испр. и доп. — М.: Стройиздат, 1954. 416 с.
5. Репин Н.Н., Шопенский Л.А. Санитарно-технические устройства и газоснабжение зданий. — М.: Стройиздат, 1975. 288 с.
6. Дерюшев Л.Г., Дерюшева Н.Л. Об актуализации разработки правил проектирования водоснабжения жилых зданий // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение, 2021. №3. С. 4–13.

7. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий [СНиП 2.04.01–85*] (с Изм. №1–5) / Дата введ.: 01.07.2021.
8. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (с Изм. №1 и 2) / Дата введ.: 28.01.2022.
9. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения [СНиП 2.04.03–85] (с Изм. №1–5) / Дата введ.: 26.06.2019.
10. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. 4-е изд. — М.: Изд-во «Наука»; Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1969. 576 с.
11. Дунин-Барковский И.В., Смирнов Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике (общая часть). — М.: Гос. изд-во техн.-теорет. лит.-ры, 1955. 512 с.
12. Павловский Н.Н. Гидравлический справочник / ОНТИ НКТП СССР. — Л.-М.: Гл. ред. энергет. лит.-ры, 1937. 910 с.

References — see page 77.

Leonid G. Deryushev, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Construction of Water Supply and Sanitation Systems and Structures, Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University (MGRU, Moscow)

1. P.A. Spyshnov. *Proektirovanie vnutrennikh vodoprovodov* [Design of internal water supply systems]. Leningrad; Moscow. ONTI NKT SSSR [United Scientific and Technical Publishing House of the People's Commissariat of Labor of the USSR]. 1937. 254 p. [In Russian]
2. *Vodopotreblenie i sostoyaniye vodosnabzheniya v zarubezhnykh stranakh* [Water consumption and the state of water supply in foreign countries]. Comp. by A.M. Konyushkov. TsINIS Gosstroya SSSR [Central Institute of Construction Information of the State Committee of the Council of Ministers of the USSR for Construction]. Moscow. Gosstrojizdat [State Publishing House of literature on construction, architecture and building materials of the USSR]. 1956. 88 p. [In Russian]
3. L.A. Shopenskij. *Metody raschyota vnutrennikh vodoprovodov v SShA, Anglii, Frantsii i Germanii* [Calculation methods for internal water supply systems in the USA, England, France, and Germany]. Moscow. *Informatsionno-izdatel'skij sektor* ["Information and Publishing Sector" Magazine of the USSR]. 1964. 52 p. [In Russian]
4. P.A. Spyshnov, A.I. Shneerov. *Spravochnik po vnutrennim vodoprovodu, kanalizatsii i vodostokam (proektirovanie, konstruksii, raschet)* [Handbook of internal water supply, sewerage, and drainage (design, construction, calculation)]. 2nd edition, rev. and exp. Moscow. Strojizdat [Publishing House of Literature on the Construction and Architecture ("Stroiizdat" Publishers)]. 1954. 416 p. [In Russian]
5. N.N. Repin, L.A. Shopenskij. *Sanitarno-tekhnicheskie ustrojstva i gazosnabzhenie zdaniy* [Sanitary-technical devices and gas supply of buildings]. Moscow. Strojizdat [Publishing House of Literature on the Construction and Architecture ("Stroiizdat" Publishers)]. 1975. 288 p. [In Russian]
6. L.G. Deryushev, N.L. Deryusheva. *Ob aktualizatsii razrabotki pravil proektirovaniya vodosnabzheniya zhilykh zdaniy* [On updating the development of rules for the design of water supply for residential buildings]. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie* ["Water Treatment. Water Treatment. Water Supply" Magazine]. 2021. No. 3. Pp. 4–13. [In Russian]
7. SP 30.13330.2020 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 30.13330.2020]. *Vnutrennij vodoprovod i kanalizatsiya zdaniy* [SNiP 2.04.01–85*] (s Izm. No. 1–5) [Internal water supply and sewerage of buildings [The Building Rules & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 2.04.01–85*] (with Amendments No. 1–5)]. Date of impl.: July 1, 2021. [In Russian]
8. SP 31.13330.2021 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 31.13330.2021]. *Vodosnabzhenie. Naruzhnye seti i sooruzheniya* (s Izm. No. 1–2) [Water Supply. External Networks and Structures (with Amendments No. 1–2)]. Date of impl.: January 28, 2022. [In Russian]
9. SP 32.13330.2018 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 32.13330.2018]. *Kanalizatsiya. Naruzhnye seti i sooruzheniya* [SNiP 2.04.03–85] (s Izm. No. 1–5) [Sewerage. External Networks and Structures [The Building Rules & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 2.04.03–85] (with Amendments No. 1–5)]. Date of impl.: June 26, 2019. [In Russian]
10. E.S. Venttsel. *Teoriya veroyatnostej* [Probability theory]. 4th edition, stereotype. Moscow. Izd-vo "Nauka" ["The Science" Publishing House]. *Gl. red. fiz.-mat. lit-ry* [Main Editorial Office of Physical and Mathematical Literature of the USSR]. 1969. 576 p. [In Russian]
11. I.V. Dunin-Barkovskij, N.V. Smirnov. *Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika v tekhnike (obshchaya chast')* [Theory and mathematical statistics in engineering (general part)]. Moscow. Gos. izd-vo tekhn.-teoretich. lit-ry [State Publishing House of Technical and Theoretical Literature of the USSR]. 1955. 512 p. [In Russian]
12. N.N. Pavlovskij. *Gidravlicheskij spravochnik* [Hydraulic handbook]. ONTI NKT SSSR [United Scientific and Technical Publishing House of the People's Commissariat of Labor of the USSR]. Leningrad; Moscow. *Gl. red. energetich. lit-ry* [Main Editorial Office of Power Engineering Literature of the USSR]. 1937. 910 p. [In Russian]