**ВЕСТНИК ПНИПУ.
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА
Т. 7, № 3, 2016
PNRPU BULLETIN.
CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE**
<http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/>

DOI: 10.15593/2224-9826/2016.3.11

УДК 696

РАСЧЕТ ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ ПО СНиП 2.04.01–85 И СП 30.13330.2012

Л.В. Бартова, М.А. Авдеева, Я.С. Луферчик

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

О СТАТЬЕ

Получена: 03 июня 2016
Принята: 27 июня 2016
Опубликована: 30 сентября 2016

Ключевые слова:

внутриквартальные сети,
канализация, нормы
водоотведения, расчетные
расходы, коэффициенты
неравномерности, методика
расчета, режим водоотведения,
максимальный секундный
расход сточных вод

АННОТАЦИЯ

При расчете внутриквартальных участков наружной канализации специалисты отдают предпочтение нормативным документам, регламентирующим проектирование внутренних, а не уличных сетей, так как эти участки по количеству транспортируемых сточных вод и режиму водоотведения ближе к внутренним системам. Основным нормативным документом при расчете внутренних систем водоотведения был и является в настоящее время СНиП 2.04.01–85 «Внутренний водопровод и канализация зданий». Дополнительно с 1 января 2013 г. приказом Минрегиона РФ введен в действие СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий» – актуализированная редакция действующего одноименного документа. В части определения расчетных расходов сточных вод эти два документа имеют принципиальные различия. Во-первых, с введением СП 30.13330.2012 для многих объектов городской инфраструктуры нормы водопотребления и водоотведения значительно изменились в меньшую сторону. Во-вторых, режим водоотведения в этих документах характеризуется разными параметрами: в СНиП 2.04.01–85 – вероятностью действия санитарных приборов, в СП 30.13330.2012 – коэффициентом неравномерности водоотведения и коэффициентом длины участков канализации. Методика расчета рассматриваемых объектов по СНиП 2.04.01–85 существует давно. Авторами настоящей статьи разработан алгоритм определения расчетных расходов сточных вод во внутриквартальных канализационных сетях по СП 30.13330.2012. Приведены алгоритмы и примеры расчетов по обоим нормативным документам, выполнен сравнительный анализ результатов расчетов. Величины максимальных секундных расходов сточных вод по участкам сети, полученные по СП 30.13330.2012, меньше расходов, полученных по СНиП 2.04.01–85, в 1,7–2,6 раза, что связано с уменьшением норм водопотребления и нормативным требованием учета протяженности участков канализации. На конструктивных параметрах работы внутриквартальной водоотводящей сети эта разница в расходах не отражается. Необходимым и достаточным является диаметр 150 мм, характерные величины уклонов составляют 0,008–0,01.

© ПНИПУ

© **Бартова Людмила Васильевна** – кандидат технических наук, доцент, e-mail: lbartova@mail.ru.
Авдеева Марина Андреевна – студентка, e-mail: avdeeva.marina.93@gmail.com.
Луферчик Ядвига Сергеевна – студентка, e-mail: Jadviga1994@mail.ru.

Ludmila V. Bartova – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: lbartova@mail.ru.
Marina A. Avdeeva – Student, e-mail: avdeeva.marina.93@gmail.com.
Jadviga S. Luferchik – Student, e-mail: Jadviga1994@mail.ru.

THE CALCULATION OF INTRADISTRICT SEWAGE PIPELINES ON SNiP 2.04.01–85 AND SP 30.13330.2012

L.V. Bartova, M.A. Avdeeva, Ia.S. Luferchik

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

ARTICLE INFO

Received: 03 June 2016

Accepted: 27 June 2016

Published: 30 September 2016

Keywords:

internal systems, sewerage, rate of sewage disposal, rated flow, ratios of irregularity, the method of calculation, mode of sewerage, the maximum momentary flow of wastewater

ABSTRACT

When calculating the intradistrict section of sewage system, experts prefer the normative documents regulating the internal design, not the street networks since these areas on the quantity of sewage, and the drainage mode is closer to the inner systems. The main regulatory document in the calculation of the internal systems has been and is currently a SNiP 2.04.01–85 "Internal water supply and Sewerage of buildings". Additionally, from January 1, 2013 by order of the Ministry of regional development of the Russian Federation enacted a set of rules SP 30.13330.2012 "Internal water supply and Sewerage of buildings" – the updated edition of the same name of the current document. In determining the estimated flows of sewage, the two documents have differences of principle. First, with the introduction of the SP 30.13330.2012 for many urban infrastructure norms of water consumption and wastewater has changed significantly in the smaller side. Secondly, the mode of discharge in these documents are characterized by different parameters: in SNiP 2.04.01–85 – the probability of actions of sanitary appliances, in SP 30.13330.2012 – coefficient of irregularity of discharge, and coefficient lengths of sewer. The method of calculation of the considered objects according to SNiP 2.04.01–85 for a long time. The authors of this article developed an algorithm for determining the estimated flows of sewage in block sewage networks SP 30.13330.2012. Algorithms and examples for the calculation of both regulatory documents; comparative analysis of calculation results. The magnitude of the second maximum of the expenses of wastewater in sections of the network obtained by SP 30.13330.2012 there are less than expenses received by the calculation according to SNiP 2.04.01–85, 1,7–2,6 times that associated with a reduction of water consumption norms and regulatory requirement account the span of the sewer. On the constructive parameters of the intradistrict network, this difference in expenses is not reflected. Necessary and sufficient is the diameter of 150 mm the characteristic values of the gradients are of 0,008 to 0,01.

© PNRPU

Введение

С 1 января 2013 г. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 29 декабря 2011 г. № 626 введен в действие СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий» – актуализированная редакция одноименного СНиП 2.04.01–85. При этом действие СНиП 2.04.01–85 не отменено¹. Методики расчета внутренних сетей водопровода и канализации по новому нормативному документу к настоящему времени уже разработаны. Расчет городских (уличных) сетей водоснабжения и водоотведения ведется по соответствующим сводам правил: СП 31.13330.2012 и СП 32.13330.2012². Сети водоснабжения и водоотведения малых населенных пунктов, в том числе внутриквартальные сети городов, являются промежуточным объектом между уличными и внутренними сетями. И в действующих, и в новых нормативных документах этим объектам уделяется мало внимания. Возможно, поэтому вопрос их расчета к настоящему времени проработан недостаточно глубоко и подробно [1].

При расчете водоотводящих сетей малых населенных мест и отдельных городских кварталов всегда был актуальным вопрос выбора нормативного документа. С одной сто-

¹ СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2002; СНиП 2.04.01–85. Внутренний водопровод и канализация зданий / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2002; СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий / Минрегион России. – М., 2013.

² СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения / Минрегион России. – М., 2013.

роны, эти участки являются наружными, поэтому при их расчете должны учитываться требования СНиП 2.04.03–85 и СП 32.13330.2012. С другой стороны, работа внутриквартальных сетей близка по режиму и прежде всего по высокой неравномерности водоотведения к внутренним сетям, а работа внутренних сетей регламентируется СНиП 2.04.01–85 и СП 30.13330.2012. Анализ ряда выполненных проектов показал, что для расчета внутриквартальных сетей специалисты отдают предпочтение нормативным документам, регламентирующим проектирование внутренних, а не уличных сетей канализации [2–9].

Данная статья посвящена разработке методики расчета внутриквартальных и поселковых сетей водоотведения по СП 30.13330.2012, а также сравнению результатов расчетов по действующим и новым нормативным документам.

1. Принципы и алгоритмы расчета внутриквартальных водоотводящих сетей по СНиП 2.04.01–85 и СП 30.13330.2012

При проектировании систем водоотведения расчетными являются следующие расходы:

- суточный расход $Q_{\text{сут}}$, м³/сут (с учетом этого показателя ведется нормирование водоотведения населенных мест);
- средний часовой расход $Q_{\text{ср.ч}}$, м³/ч (расход необходимо знать при проектировании очистных сооружений);
- максимальный часовой расход $Q_{\text{ч}}^{\text{max}}$, м³/ч (по этому расходу выбирается оборудование канализационных насосных станций);
- максимальный секундный расход $q_{\text{с}}^{\text{max}}$, л/с (при проектировании сетей канализации расчетным является именно этот расход).

Их определение по любому нормативному документу ведется исходя из норм водопотребления (водоотведения) q_u^{tot} и количества водопотребителей на объекте U .

Для суточного $Q_{\text{сут}}$ и среднего часового $Q_{\text{ср.ч}}$ расходов СНиП 2.04.01–85 и СП 30.13330.2012 предлагаются одни и те же формулы и алгоритм расчета:

$$Q_{\text{сут}} = Q^{\text{tot}} = \frac{q_u^{\text{tot}} \cdot U}{1000}, \quad (1)$$

где q_u^{tot} – норма водопотребления (водоотведения), л/(сут·потр.); U – количество потребителей воды на объекте;

$$Q_{\text{ср.ч}} = q_T^{\text{tot}} = \frac{Q^{\text{tot}}}{t}, \quad (2)$$

где t – продолжительность работы объекта (участка сети) в сутки, ч.

С введением СП 30.13330.2012 для многих объектов городской инфраструктуры нормы водопотребления и водоотведения изменились в меньшую сторону, что, вероятно, отражает статистику эксплуатации систем за последние годы. В частности, для жилых домов с централизованным горячим водоснабжением нормы водоотведения снизились с 270–350 до 230–250 л/сут·чел., в административных зданиях – с 16 до 15 л/сут·чел., на предприятиях общественного питания – с 16 до 12 л на одно условное блюдо. Это, безусловно, повлекло за собой уменьшение расчетных величин суточных и средних расходов [7].

При определении максимальных расходов сточных вод должны учитываться не только нормы, но и режим водоотведения. Этот фактор в разных документах рассматривается по-разному. В СНиП 2.04.01–85 режим водоотведения характеризуется вероятностью

действия санитарных приборов, в СП 30.13330.2012 – коэффициентами $k_{\text{общ}}^{\text{max}}$ и k_s . Коэффициент $k_{\text{общ}}^{\text{max}}$ учитывает неравномерность водоотведения и зависит от средних расходов сточных вод на участках сети, k_s учитывает протяженность участков канализации.

Далее приведены алгоритмы расчетов по двум рассматриваемым нормативным документам. Поскольку темой проектного исследования являются внутриквартальные водоотводящие сети, определены только максимальные секундные расходы сточных вод, необходимые для проектирования этих объектов.

2. Существующий алгоритм расчета по СНиП 2.04.01–85

1. По прил. 3 СНиП 2.04.01–85 определяются нормы водопотребления для рассматриваемого объекта.

2. Вычисляется вероятность действия приборов P по формуле

$$P^{\text{tot}} = \frac{q_{\text{hr},u}^{\text{tot}} \cdot U}{q_0^{\text{tot}} \cdot N \cdot 3600}, \quad (3)$$

где $q_{\text{hr},u}^{\text{tot}}$ – норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления (л/ч); U – количество потребителей воды на объекте; q_0^{tot} – секундный расход воды прибором (л/с); N – общее число приборов на объекте.

3. По прил. 4 СНиП 2.04.01–85 вычисляется коэффициент α , который зависит от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P .

4. Рассчитывается максимальный секундный расход воды, л/с:

$$q^{\text{tot}} = 5 \cdot q_0^{\text{tot}} \cdot \alpha^{\text{tot}}. \quad (4)$$

5. Определяется максимальный секундный расход сточных вод на расчетном участке сети, л/с:

– при общем расчетном секундном расходе воды $q^{\text{tot}} < 8,0$ л/с по формуле

$$q^s = q^{\text{tot}} + q_0^s, \quad (5)$$

где q_0^s – максимальный секундный расход сточных вод от прибора с наибольшим водоотведением, определяется по прил. 2 СНиП 2.04.01–85 (в большинстве запроектированных жилых и общественных зданий это унитаз с расходом $q_0^s = 1,6$ л/с);

– при $q^{\text{tot}} > 8,0$ л/с по формуле

$$q^s = q^{\text{tot}}. \quad (6)$$

3. Алгоритм расчета по СП 30.13330.2012, разработанный авторами статьи

Авторами статьи предлагается следующий порядок определения максимальных расходов сточных вод по СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

1. Нормы водопотребления принимаются по табл. А.2 и А.3 СП 30.13330.2012 для рассматриваемого объекта.

2. Определяется максимальный часовой расход воды и сточных вод $q_{\text{hr}}^{\text{tot}}$ на расчетном участке, л/ч:

$$q_{hr}^{tot} = \frac{q_u^{tot} \cdot U}{t} \cdot k_{общ}^{max}, \quad (7)$$

где q_u^{tot} – норма водопотребления (водоотведения), л/(сут·потр.), $q_u^{tot} = q_u^s$; U – количество водопотребителей в зданиях; t – продолжительность работы объекта (участка сети) в сутки, ч; $k_{общ}^{max}$ – коэффициент неравномерности водоотведения, определяется по табл. 1 СП 32.13330.2012 при 5 % обеспеченности или по СТО 02494733-5.2-01–2006.

3. Вычисляется максимальный секундный расход сточных вод на участке сети q^{SL} , л/с:

$$q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + k_s \cdot q_0^{SL}, \quad (8)$$

где q_0^{SL} – максимальный секундный расход сточных вод от прибора с наибольшим водоотведением, определяется по табл. А.1 прил. 1 СП.30.13330.2012 (в большинстве запроектованных жилых и общественных зданий это унитаз с расходом $q_0^{SL} = 1,6$ л/с); k_s – коэффициент, определяемый по табл. 1 СП 30.13330.2012 в зависимости от числа приборов на участке и длины участка.

Из всех параметров, принимаемых в расчет, наибольшие дискуссии вызвал коэффициент неравномерности водоотведения $k_{общ}^{max}$: по какому нормативному документу следует принимать его величину? СП 32.13330.2012 регламентирует проектирование наружных сетей; стандарт организации СТО 02494733-5.2-01–2006 является справочным пособием к СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Для проверки корректности разработанной методики и выбора нормативных параметров был выполнен расчет максимальных секундных расходов сточных вод в водоотводящих сетях двух объектов: базы отдыха и многосекционного жилого дома.

4. Характеристика объектов проектирования и результаты расчетов

База отдыха рассчитана на 100 отдыхающих. Генеральный план объекта с сетью канализации приведен на рис. 1. На территории базы имеются жилой корпус с душами во всех жилых комнатах, столовая с обеденным залом на 52 места и административное здание, рассчитанное на 12 человек персонала, с центром досуга.

Результаты определения расчетных расходов по участкам канализационной сети объекта представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расходы сточных вод по участкам канализационной сети базы отдыха q^s , л/с

Table 1

Wastewater consumptions on sewage net of recreation center

Номер участка	Расчетный расход по участку q_u^s , л/с, определенный	
	по СНиП 2.04.01–85	по СП 30.13330.2012
1–2	3,56	0,97
2–4	3,58	1,04
4–КНС	4,18	1,60

Рис. 1. Генеральный план базы отдыха с сетью канализации

Fig. 1. The recreation master plan with sewerage network

Жилой дом рассчитан на проживание 208 человек. Он имеет 5 этажей и состоит из четырех типовых секций. Здание оборудовано внутренним водопроводом и централизованной системой горячего водоснабжения. Генеральный план объекта с сетью канализации приведен на рис. 2.

Рис. 2. План здания с сетями канализации

Fig. 2. The plan of the building with sewerage

Результаты определения расчетных расходов по участкам канализационной сети объекта представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расходы сточных вод по участкам канализационной сети жилого дома

Table 2

Costs of wastewater areas sewer network houses

Номер участка	Расчетный расход по участку q_u^s , л/с, определенный	
	по СНиП 2.04.01–85	по СП 30.13330.2012
2–4	2,86	1,14
4–6	3,42	1,73
6–8	3,91	2,14
8-КНС	4,36	2,51

Как видно из табл. 1 и 2, величины максимальных секундных расходов сточных вод по участкам сети, полученные по СП 30.13330.2012, меньше расходов, полученных расчетом по СНиП 2.04.01–85, в 1,7–2,6 раза. Это связано с уменьшением норм водопотребления в последние годы и с принципиально новым нормативным требованием учета протяженности участков канализации [10–14].

На конструктивных параметрах работы внутриквартальной водоотводящей сети эта разница в расходах никак не отражается. С одной стороны, по существующим нормам, нельзя назначать диаметр наружной канализации меньше 150 мм, каким бы малым ни был расход сточных вод. С другой стороны, диаметр 150 мм достаточен для пропуска расходов сточных вод, полученных при расчетах по обоим нормативным документам [8]. Характерные величины уклонов внутриквартальных канализационных сетей составляют от 0,008 до 0,01.

Для внутриквартальных участков канализации коэффициенты неравномерности водоотведения по СП 30.13330.2012 находятся в диапазоне 2,7–3,3, по СП 32.13330.2012 – $k_{\text{общ}}^{\text{max}} = 3$. Принципиальной эта разница не является и на результаты расчета существенного влияния не оказывает. Значит, $k_{\text{общ}}^{\text{max}}$ можно определять по любому из этих нормативных документов.

Заключение

При расчете внутриквартальных сетей водоотведения отдается предпочтение нормативным документам, регламентирующим проектирование внутренних, а не уличных сетей канализации: СП 30.13330.2012 или СНиП 2.04.01–85.

Разработан и апробирован алгоритм определения расчетных расходов сточных вод на участках внутриквартальных водоотводящих сетей по СП 30.13330.2012.

Величины максимальных секундных расходов сточных вод, полученные по СП 30.13330.2012, меньше расходов, полученных расчетом по СНиП 2.04.01–85, в 1,7–2,6 раза.

На конструктивных параметрах внутриквартальных водоотводящих сетей эта разница в расходах не отражается. Для транспортировки расчетных расходов сточных вод, определенных по разным нормативным документам, необходим и достаточен диаметр водоотводящей сети, равный 150 мм, уклон – от 0,008 до 0,01.

Библиографический список

1. Бартова Л.В. Водоотведение малых населенных мест. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 257 с.
2. Бартова Л.В., Копылова В.С. Водоснабжение и водоотведение студенческого кампуса // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – № 1 (13). – С. 7–15.
3. Старкова А.А., Бартова Л.В. Реконструкция канализации жилого массива в черте города // Строительство. Архитектура. Теория и практика: материалы науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, посвященной 50-летию строительного факультета, Пермь, 16–17 декабря 2009 г. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 232–236.

4. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского: справ. пособие. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.: БАСТЕТ, 2011. – 384 с.
5. Stanko Š. Reconstruction and rehabilitation of sewer systems in Slovakia // *Dangerous Pollutants (Xenobiotics) in Urban Water Cycle*. – Netherlands: Springer, 2008. – P. 61–70.
6. Imam E.H., Elnakar H.Y. Design flow factors for sewerage systems in small arid communities // *Journal of Advanced Research*. – 2014. – Vol. 5, iss. 5. – P. 537–542.
7. Пупырев Е.И. Нормативная база для проектирования систем водоснабжения и водоотведения: состояние и основные направления развития // *Чистый город*. – 2015. – № 2 (70).
8. Красавин Г.В. Реконструкция инфраструктуры водопроводно-канализационного хозяйства крупных городов России // *Вестник РАВВ. Наилучшие доступные технологии*. – 2016. – Спецвыпуск.
9. Чупин Р.В. Разработка методов расчета напорно-безнапорных режимов движения стоков в системах водоотведения: дис. ... канд. техн. наук. – Иркутск, 2010.
10. Design optimization of wastewater collection networks by PSO / J. Izquierdo, I. Montalvo, R. Pérez, V.S. Fuertes // *Computers & Mathematics with Applications*. – 2008. – Vol. 56, iss. 3. – P. 777–784.
11. Wenga H.T., Liaw Sh.-L. An optimization model for urban sewer system hydraulic design // *Journal of the Chinese Institute of Engineers*. – 2007. – Vol. 30, iss. 1. – P. 31–42.
12. Вербицкий А.С. Стандарт «Внутренний водопровод и канализация зданий» // *Сантехника*. – 2007. – № 1.
13. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М., 2008.
14. Водоотведение: учеб. / Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев, В.П. Саломеев, Е.А. Пугачев. – М.: НИЦ Инфра-М, 2013. – 415 с.

References

1. Bartova L.V. Vodootvedenie malykh naselennykh mest [Wastewater of small settlements]. Perm, 2012. 257 p.
2. Bartova L.V., Kopylova V.S. Vodosnabzhenie i vodootvedenie studencheskogo kampusa [Water and wastewater campus]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*, 2014, no. 1 (13), pp. 7-15.
3. Starkova A.A., Bartova L.V. Rekonstruktsiia kanalizatsii zhilogo massiva v cherte goroda [Reconstruction of the sewerage of the residential area in the city]. *Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii stroitel'nogo fakul'teta Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, posviashchennoi 50-letiiu stroitel'nogo fakul'teta "Stroitel'stvo. Arkhitektura. Teoriia i praktika"*, Perm', 16-17 dekabria 2009 goda. Perm', 2010, pp. 232-236.
4. Lukinykh A.A., Lukinykh N.A. Tablitsy dlia gidravlicheskogo rascheta kanalizatsionnykh setei i diukerov po formule akademika N.N. Pavlovskogo [Tables for the hydraulic calculation of sewer networks and pipelines by the formula acad. N.N. Pavlovsky]. Moscow, 2011. 384 p.
5. Stanko Š. Reconstruction and rehabilitation of sewer systems in Slovakia. *Dangerous Pollutants (Xenobiotics) in Urban Water Cycle*. Netherlands, 2008, pp. 61-70.
6. Imam E.H., Elnakar H.Y. Design flow factors for sewerage systems in small arid communities. *Journal of Advanced Research*, 2014, vol. 5, iss. 5, pp. 537-542.

7. Pupyrev E.I. Normativnaia baza dlia proektirovaniia sistem vodosnabzheniia i vodootvedeniia: sostoianie i osnovnye napravleniia razvitiia [The regulatory framework for the design of systems of water supply and sanitation: status and main directions of development]. *Chisty gorod*, 2015, no. 2 (70).

8. Krasavin G.V. Rekonstruktsiia infrastruktury vodoprovodno-kanalizatsionnogo hoziaistva krupnykh gorodov Rossii [Reconstruction of the infrastructure of water and sewage of large cities of Russia]. *Vestnik Rossiiskoi assotsiatsii vodosnabzheniia i vodootvedeniia. Nailuchshie dostupnye tekhnologii*, 2016, spetsvypusk.

9. Chupin R.V. Razrabotka metodov rascheta naporno-beznapornykh rezhimov dvizheniia stokov v sistemakh vodootvedeniia [Development of methods for calculating pressure-gravity modes of movement of wastewater in the wastewater system]. Irkutsk, 2010.

10. Izquierdo J., Montalvo I., Pérez R., Fuertes V.S. Design optimization of wastewater collection networks by PSO. *Computers & Mathematics with Applications*, 2008, vol. 56, iss. 3, pp. 777-784.

11. Wenga H.-T., Liaw Sh.-L. An optimization model for urban sewer system hydraulic design. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 2007, vol. 30, iss. 1, pp. 31-42.

12. Verbitskii A.S. Standart “Vnutrennii vodoprovod i kanalizatsiia zdanii” [Standard domestic water supply and sewerage of buildings]. *Santekhnika*, 2007, no. 1.

13. Kedrov B.C., Lovtsov E.N. Sanitarno-tekhnicheskoe oborudovanie zdanii [Sanitary-technical equipment of buildings]. Moscow, 2008.

14. Voronov Iu.V., Alekseev E.V., Salomeev V.P., Pugachev E.A. Vodootvedenie [Wastewater collection]. Moscow, 2013. 415 p.