

УДК 628.292.65.011.4

doi:10.23968/2305-3488.2017.19.1.13-23

С. Ю. Игнатчик, П. Н. Кузнецов

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**Часть 1. Методы оценки и пути снижения сбросов сточных вод при засорениях или авариях на участках водоотводящих сетей**

UDC628.292.65.011.4

doi:10.23968/2305-3488.2017.19.1.13-23

Ignatchik C. Y., Kuznetsov P. N.**ESTIMATING METHODS AND WAYS OF REDUCING WASTE WATER DECREASE IN THE ENVIRONMENT****Part 1. Assessment methods and ways of reducing wastewater discharges when clogging or accidents at drainage network sites****Аннотация**

Введение: по причине возросших экологических требований наряду с оценкой надёжности транспортных сооружений сточных вод, важно учесть и обосновать мероприятия, позволяющие осуществлять водоотведение без сброса сточных вод в окружающую среду. **Цель исследования:** разработка методик оценки объемов сбросов сточных вод по разным причинам. **Результаты:** для оценки объемов сбросов сточных вод по причине превышения притока сточных вод над подачей канализационных насосных станций в результате аварийного отключения насосов или поступления нерасчетного расхода сточных вод разработан вероятностно-статистический метод оценки риска и объемов аварийных сбросов сточных вод в окружающую среду в условиях регулирования их притока или работы подводящего коллектора в напорном режиме, который отличается от существующих тем, что в качестве характеристики

Abstract

Introduction: due to increased ecological requirements it is important to consider and prove actions, allowing to carry out water disposal without dumping of sewage into the environment. **Purpose:** The development of estimating methods of wastewater dumping for different reasons. **Results:** to assess the volume of wastewater discharges due to the excess of sewage inflow over the supply of sewage pumping stations as a result of emergency shutdown of pumps or receipt of waste water, a probabilistic-statistical method for assessing the risk and volume of accidental discharge of sewage into the environment. In the conditions of regulating their inflow or operation of the supply manifold in the pressure regime. It differs from the existing ones in that the experimental function of the distribution density of a random inflow is used as a characteristic of the wastewater disposal area, the experimental function of the distribution density of its supply is used to qualitatively characterizing the district pumping station, the



района водоотведения используется экспериментальная функция плотности распределения случайной величины притока, для качественной характеристики районной насосной станции используется экспериментальная функция плотности распределения ее подачи, а риск и объемы аварийных сбросов оцениваются с учетом значений свободного регулирующего объема в сети водоотведения. **Практическая значимость:** преимущества методики проиллюстрированы на примере оценки влияния засорения труб на потребность в трудовых ресурсах и механизмах для эксплуатируемой сети РКС-1 г. Москва. Установлено, что с достоверной вероятностью 0,95 аварийный сброс неочищенных стоков в окружающую среду не превысит 8,7% от годового притока. Для обеспечения указанных вероятностных и технологических показателей надёжности, безопасности сети водоотведения годовая внеплановая потребность в трудовых ресурсах составляет 26700 чел.ч.

Ключевые слова: системы водоотведения, канализационные насосные станции, сточные воды, надежность, поверхностный сток, аварийный сброс, ремонтпригодность

Наши авторы

Игнатчик Светлана Юрьевна

Доктор технических наук, профессор кафедры водопользования и экологии Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета 190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4
Тел.: 8 (812) 316-72-97

Эл. адрес: Ignatchik_CY@yandex.ru

Кузнецов Павел Николаевич

Главный инженер проекта, ОАО «58 Центральный Проектный Институт» 196105, Россия, Санкт-Петербург, Решетникова ул., 15
Тел.: 8 (812) 388-44-89,
Эл. адрес: kuznecpn@gmail.com

risk and volume of emergency discharges are estimated taking into account the values of free. Regulating volume in the sewerage network. The estimation of wastewater discharges due to excess of sewage inflow over the capacity of network sections, as a result, of the receipt of an unaccountable wastewater discharge can be carried out by carrying out hydraulic calculation of the network sections, using actual intensities and rain durations as initial data. **Practical relevance:** the methodology advantages are illustrated by the example of the evaluation of the influence of pipe clogging on the need for labor resources and mechanisms for the serviced network RKS-1 in Moscow. It has been established with a confidence probability of 0.95, the emergency discharge of untreated sewage into the environment will not exceed 8.7% of the annual inflow. To provide these probabilistic and technological indicators of reliability, safety of the water disposal network, the annual unscheduled need for labor resources is 26,700 people per hour.

Keywords: Drainage System, Sewage Pumping Stations, Wastewater, Reliability, Surface Run-off, Emergency Reset, Maintainability.

Authors

Ignatchik Svetlana Yurievna

Dr. Sc., Tech., Associate Professor, Department of Water use and Ecology, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 2-nd Krasnoarmeiskaya St. 4, Saint- Petersburg, 190005, Russian Federation
Tel.: +7 (812) 316-72-97

E-mail: Ignatchik_CY@yandex.ru

Kuznetsov Pavel Nikolaevich

Chief Project Engineer, «58 Central Project Institute» Reshetnikova St, 15, Saint - Petersburg, 196105, Russian Federation
Tel: (812) 388-74-24
E-mail: kuznecpn@gmail.com

Введение

В соответствии с требованиями федерального закона № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» [1] целевым показателем деятельности организаций, обеспечивающих водоотведение, является бесперебойность транспортировки стока за пределы населенных мест. Определяющую роль в этом играют транспортные сооружения сточных вод, к которым принято относить сети водоотведения, коллекторы и канализационные насосные станции (КНС), предназначенные для перекачки воды отдельных бассейнов канализования и подачи ее на очистные сооружения. Оценка надёжности их работы является необходимым, но недостаточным условием для обеспечения указанного целевого показателя. Важно, чтобы водоотведение осуществлялось без сброса сточных вод в окружающую среду, обеспечивая таким образом экологическую безопасность систем водоотведения.

Фундаментальным исследованиям, позволившим разработать методы расчёта и создать нормативную базу для оценки надёжности КНС, посвящены работы докторов технических наук Кармазинова Ф. В., Ильина Ю. А., Игнатчика В. С., Игнатчик С. Ю. [2–5] и др. В работах этих авторов надёжность оценивалась вероятностью безотказной работы $P(t)$, являющейся функцией времени t . Однако для оценки степени влияния надёжности КНС на их экологическую безопасность важно наряду с вероятностными показателями определять и технологические, например, объёмы сточных вод, сбрасываемых в окружающую среду в результате аварий в системах водоотведения.

В целом сбросы неочищенных или частично очищенных сточных вод в окружающую среду при их транспортировке могут происходить по следующим причинам:

1. Засорение или аварии на участках водоотводящих сетей (см. рис. 1 а), когда стоки от абонентов, расположенных выше этих участков, полностью или частично поднимаются на поверхность через колодцы [6].

2. Превышение притока сточных вод над подачей КНС в результате аварийного отключения насосов или поступления нерасчетного расхода сточных вод (см. рис. 1 б) [7–13].

3. Превышении притока сточных вод над пропускной способностью участков сетей в результате поступления нерасчетного расхода сточных вод (см. рис. 1 в) [14].

Сбросы, происходящие по указанным причинам и оцениваемые по массе загрязняющих веществ [15], могут оказывать значительное негативное воздействие на окружающую среду ввиду высоких концентраций загрязнений по всем видам ингредиентов. Например, сброс в объеме 2% от расхода сточных вод (при концентрации взвешенных веществ $C_{in} = 250$ мг/л) равносителен дополнительному сбросу с очищенными сточными водами при повышении C_{ex} с 6 до 11 мг/л.

Метод оценки сбросов сточных вод в окружающую среду при засорениях или авариях на участках водоотводящих сетей

Методика оценки объемов сбросов сточных вод по первой причине предусматривает четыре последовательных этапа расчета:

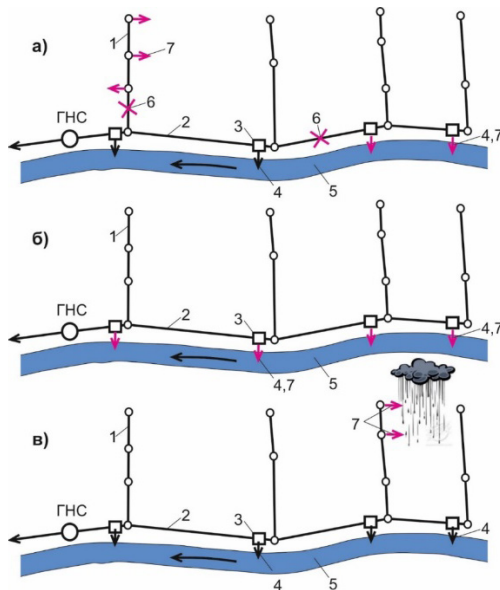


Рис. 1. Причины сбросов сточных вод в окружающую среду из общесплавных транспортных сооружений (сети и КНС) систем водоотведения: а – аварии и засорения на сетях и коллекторах; б – недостаточная производительность КНС или ГНС, когда расход притока сточных вод больше их подачи; в – недостаточная пропускная способность трубопроводов; 1 – коллекторы хозяйственно-бытовой сети; 2 – главные канализационные коллекторы; 3 – ливнеспуски; 4 – выпуски; 5 – река (водоем); 6 – точка аварии; 7 – сброс

Fig. 1. The causes of wastewater discharges to the environment from general-purpose transport facilities (networks and SPS) of water disposal systems: a - accidents and blockages on networks and collectors; b - inadequate CNS or STS productivity, when the inflow of sewage inflow is greater than their supply; v - insufficient capacity of pipelines; 1 - collectors of the household network; 2 - main sewer collectors; 3 - overflows; 4 - water outlet; 5 - river (body of water); 6 - point of the accident; 7- water dumping

- подготовка исходных данных;
- определение показателей надёжности сети;
- определение годовой потребности в трудовых ресурсах и механизмах;
- определение аварийных сбросов из-за засорения труб сети водоотведения.

Для иллюстрации расчетов использованы данные эксплуатируемой сети РКС-1 г. Москва [6].

На первом этапе при подготовке исходных данных сеть разбивается на подсистемы по материалу, срокам эксплуатации труб или другим признакам.

Сеть РКС-1 протяжённостью 410 км (4659 участков) при расчётном расходе сточных вод $q_{\text{рас}} = 210$ л/с разбита на пять подсистем. К подсистеме № 1 отнесена сеть из чугунных труб $L = 48$ км (827 участков), к № 2 — сеть из керамических труб $L = 275$ км (3048 участков), к № 3 — сеть из асбестоцементных труб $L = 55$ км (566 участков), к № 4 — сеть из труб ПВХ $L = 10$ км (92 участка), к № 5 — сеть из труб ПНД $L = 21$ км (126 участков). Для каждого участка определяется длина L , диаметр D и расход сточных вод q , отводимых по нему, интенсивность засорений λ , и прочистки μ . Интенсивность засорений (1/год км) определяется на основании опыта эксплуатации или по справочным данным. Интенсивность прочистки μ , (1/год) определяется на основании опыта эксплуатации, а при отсутствии данных по формуле: $t_{\text{рем}} = 458 \cdot D - 504 \cdot D^2 - 27$ [ч], где D — диаметр в м.

На втором этапе, применяя расчётную математическую модель, определяется вероятность и продолжительность нахождения сети в условиях засорений в работоспособном, или частично неработоспособных состояниях.

Для иллюстрации на рис. 2–3 приведены результаты компьютерной оценки вероятности нахождения сети РКС в произвольный момент времени t расчетного периода эксплуатации в работоспособном; и частично неработоспособных состояниях. На рис. 4 показана продолжительность пребывания в течение года выделенных подсистем сети РКС в состоянии, когда нет засорений.

На третьем этапе определяется потребность в необходимых трудовых ресурсах и механизмах (в данном случае — каналопромывочных машин) для устранения случайного потока засоров в течение года.

Расчёт выполняется исходя из необходимости проведения службой эксплуатации работ в объеме, позволяющем обеспечить достигаемый уровень вероят-

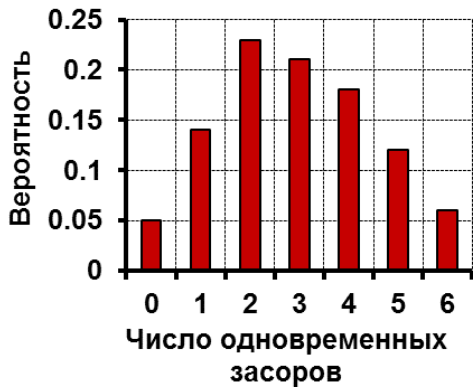


Рис. 2. Вероятность одновременных засоров на всей сети РКС-1 $L=410$ км (4659 участков)

Fig. 2. The probability of simultaneous blockages on the entire RKS-1 network is $L = 410$ km (4659 plots)

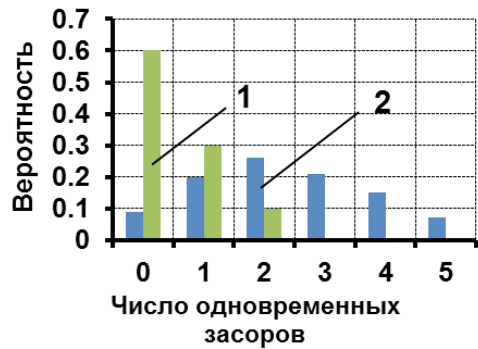


Рис. 3. Вероятность одновременных засоров: 1 — сеть из чугунных труб $L = 48$ км (827 участков); 2 — керамических $L = 275$ км (3048 участков)

Fig. 3. Probability of simultaneous blockages: 1 — a network of cast iron pipes $L = 48$ km (827 plots); 2 — ceramic $L = 275$ km (3,048 plots)

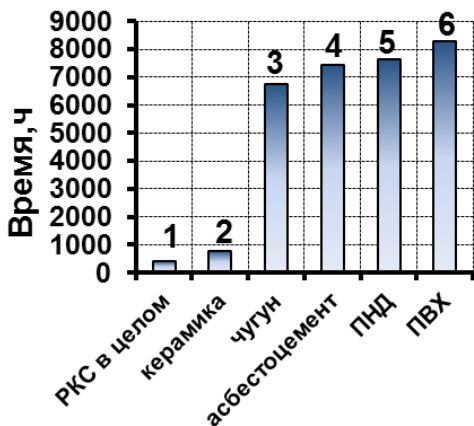


Рис. 4. Продолжительность работы без засорений: 1 — всей сети РКС; 2 — подсистемы из керамических труб; 3 — чугунных труб; 4 — асбестоцементных труб; 5 — труб ПВХ; 6 — труб ПНД

Fig. 4. Duration of work without clogging: 1 — the entire network of RKS; 2 — subsystem of ceramic pipes; 3 — cast-iron pipes; 4 — asbestos-cement pipes; 5 — PVC pipes; 6 — HDPE pipes



ностных показателей надёжности отведения сточных вод. Результаты расчёта сведены в таблицу. Для наглядности закономерность изменения потребности в трудовых ресурсах и механизмах по подсистемам РКС (для выполнения дополнительного к нормативам случайного объёма работ) по устранению засорений показана на рис. 5 и 6.

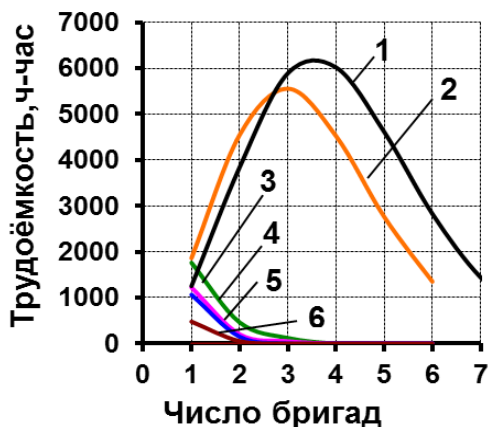


Рис. 5. Трудоёмкость работ в зависимости от числа работающих бригад: 1 — для всей сети РКС; 2 — подсистемы из керамических труб; 3 — чугунных труб; 4 — асбестоцементных труб; 5 — труб ПНД; 6 — труб ПВХ

Fig. 5. Labor intensity of work depending on the number of working teams: 1 — for the whole RKS network; 2 — subsystem of ceramic pipes; 3 — cast-iron pipes; 4 — asbestos-cement pipes; 5 — HDPE pipes; 6 — PVC pipes

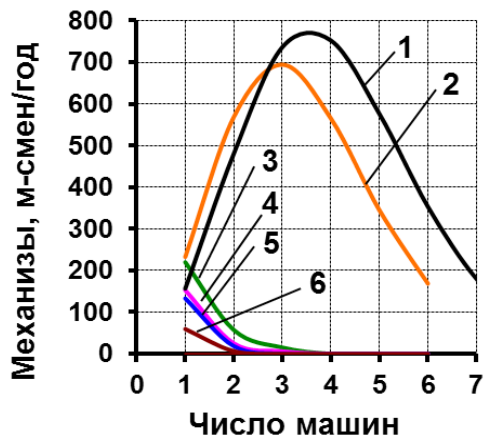


Рис. 6. Потребность в каналопромывочных машинах для прочистки сети: 1 — для всей сети РКС; 2 — подсистемы из керамических труб; 3 — чугунных труб; 4 — асбестоцементных труб; 5 — труб ПНД; 6 — труб ПВХ

Fig. 6. Need for canal washing machines for network cleaning: 1 — for the whole RKS network; 2 — subsystems of ceramic pipes; 3 — cast-iron pipes; 4 — asbestos-cement pipes; 5 — HDPE pipes; 6 — PVC pipes

На четвёртом этапе определяется аварийный сброс $V_{\text{сбр}}(t)$ стоков, когда сеть водоотведения из-за засорения сбрасывает часть неочищенного стока в водоём. Для определения $V_{\text{сбр}}(t)$, на основе расчётной математической модели получены формулы:

при отключении одного участка на прочистку

$$v_{\text{сбр}}^{\text{чн1}}(t) = q_{\text{пас}}^A \times t - \int_0^t \frac{q_j^c \gamma_j \times dt}{\prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)} - \int_0^t \frac{q_j^c \gamma_j \times dt}{\prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)} \times e^{-(\lambda_c + \mu_c) \times t}, \quad (1)$$

при одновременном отключении k участков на прочистку

$$V_{\text{сбр}}^{\text{чнк}}(t) = q_{\text{пас}} \times t - \int_0^t \frac{k \times q_{\text{сп}}^A \times G_n^k \times \gamma_{A \text{сп}} \times dt}{\prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)} - \int_0^t \frac{k \times q_{\text{сп}}^A \times G_n^k \times \gamma_{A \text{сп}} \times dt}{\prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)} \times e^{-(\lambda_{\text{сп}} + \mu_{\text{сп}})}, \quad (2)$$

Таблица 1.

Расчет потребности в трудовых ресурсах и механизмах для устранения случайного потока засоров в течение года

Table 1.

Calculation of the need for labor resources and mechanisms for eliminating a random flow of blockages during the year

Номер подсистемы (вид труб)	Трудоёмкость работ, чел.ч								
	Число одновременно работающих бригад								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1- чугунные	1761	459	120	0	0	0	0	0	0
2 - асбестоцементные	1221	200	48	0	0	0	0	0	0
3 - керамические	1860	4547	5555	4523	2761	1348	0	0	0
4 - ПНД	1064	147	0	0	0	0	0	0	0
5 - ПВХ	477	52	0	0	0	0	0	0	0
сеть РКС в целом	1253	3842	5891	6020	4613	2827	1442	632	243
Номер подсистемы (вид труб)	Потребность в технике, м-смен								
	Число одновременно работающих машин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1- чугунные	220	57	15	0	0	0	0	0	0
2 - асбестоцементные	153	25	6	0	0	0	0	0	0
3 - керамические	233	568	694	565	345	169	0	0	0
4 - ПНД	133	18	0	0	0	0	0	0	0
5 - ПВХ	60	7	0	0	0	0	0	0	0
сеть РКС в целом	157	480	736	752	577	353	180	79	30
Номер подсистемы (вид труб)	Годовая трудоёмкость работ, чел.ч				Годовая потребность в технике, м-смен				
1- чугунные			2340				292		
2 - асбестоцементные			1470				184		
3 - керамические			20595				2574		
4 - ПНД			1211				141		
5 - ПВХ			529				66		
сеть РКС в целом			26762				3345		

где $\lambda_{cp} = \sum_{i=1}^n \lambda_i / n$, $\mu_{cp} = \sum_{i=1}^n \mu_i / n$, $\gamma_{c\ cp} = \lambda_{cp} / \mu_{cp}$; $q_{cp}^A = \sum_{j=0}^{j=k} q_j^c / k$.

Здесь k – число одновременно засоренных участков; q_j^c - расход, отводимый сетью, при отключении j участка; q_{pac}^A - расчётный расход, $q_{pac}^A = 210$ л/с; n – число участков сети.

На рис. 7 приведены результаты компьютерного прогноза сброса неочищенной сточной воды при засорении для каждого участка эксплуатируемой сети. На рис. 8 – суммарного сброса РКС с учётом вероятности появления одновременного засорения участков.

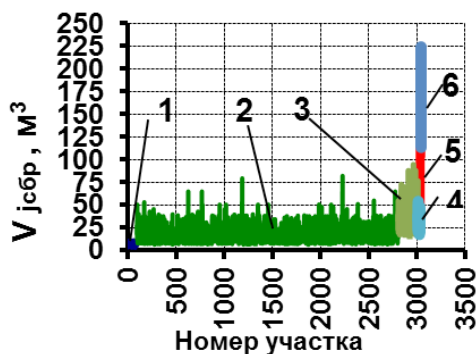


Рис. 7. Аварийный сброс за год, сети из керамических труб при засорении 1 участка: 1 — $D = 125$ мм; 2 — $D = 150$ мм; 3 — $D = 200$ мм; 4 — $D = 250$ мм; 5 — $D = 300$ мм; 6 — $D = 400$ мм

Fig. 7. Emergency discharge for the year, network of ceramic pipes with clogging of 1 section: 1 — $D = 125$ mm; 2 — $D = 150$ mm; 3 — $D = 200$ mm; 4 — $D = 250$ mm; 5 — $D = 300$ mm; 6 — $D = 400$ mm

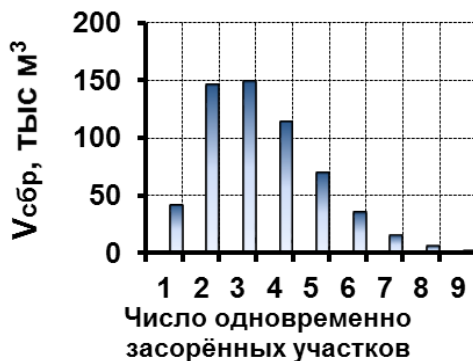


Рис. 8. Распределение аварийного сброса всей сети РКС за год в зависимости от числа одновременно засорённых участков

Fig. 8. Distribution of the emergency reset of the entire RCC network for the year, depending on the number of clogged sites at the same time

На рис. 9 приведены комплексные показатели оценки надежности и экологической безопасности сети, определённые с учётом влияния засорения труб на бесперебойность отведения сточных вод на примере работы РКС-1. На нем показана установленная зависимость изменения вероятности, с которой гарантируется обеспеченность отведения сточных вод (α - это отношение объема стоков $V_{\text{фак}}$, отводимых за год на очистку сетью (с учётом засорения её участков) к объёму $V_{\text{рас}}$ (тыс. м^3), поступающему на входы сети).

На рис. 10 представлена закономерность изменения риска, с которым возможен сброс неочищенных сточных вод (β - это отношение объема стоков $V_{\text{сбр}}$, сбрасываемых сетью за год без очистки из-за засорения труб к объёму $V_{\text{рас}}$, поступающему на её входы, где $\beta = 1 - \alpha$).

Заключение

Таким образом, разработанный метод через систему вероятностных и технологических показателей позволяет определять:

- **отношение β** объёма стоков $V_{\text{сбр}}$, сбрасываемых сетью за год без очистки из-за засорения труб к объёму $V_{\text{рас}}$, поступающему на её входы, с доверительной **вероятностью**, соответствующей требованиям к экологической безопасности сети;
- **отношение α** объёма стоков $V_{\text{фак}}$, отводимых сетью за год на очистку к объёму $V_{\text{рас}}$ (тыс. м^3), поступающему на входы сети, с доверительной **вероятностью**, соответствующей требованиям, предъявляемым к надёжности и экологической безопасности сетей водоотведения;

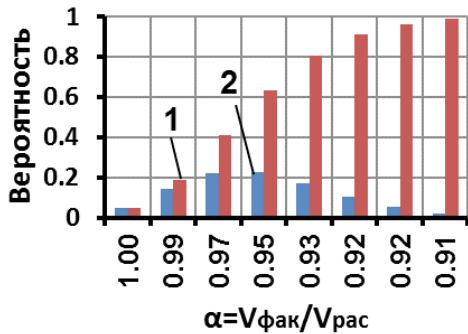


Рис. 9. Показатели надёжности сети РКС: 1 — вероятность, с которой отводится за год $V_{\text{фак}} = \alpha V_{\text{рас}}$ где α — отношение фактически отводимого расхода за год к расходу, поступающему на входы сети; 2 — тоже функция плотности распределения α

Fig. 9. Reliability indicators of the RCC network: 1 — probability, with which is assigned for the year $V_{\text{фак}} = \alpha V_{\text{рас}}$ where α — the ratio of the actual flow rate for the year to the flow entering the inputs of the network; 2 — is also a distribution function α

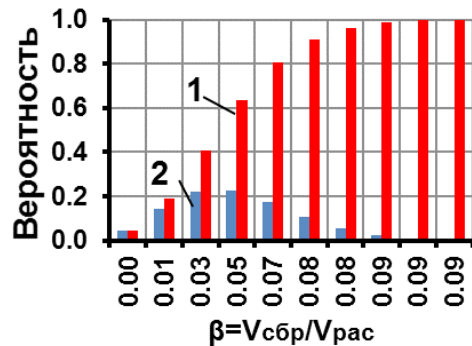


Рис. 10. Показатели экологической безопасности сети РКС: 1 — вероятность, с которой за год сбрасывается сетью расход $V_{\text{сбр}} = \beta V_{\text{рас}}$ неочищенных сточных вод в окружающую среду; 2 — тоже функция плотности распределения β

Fig. 10. Indicators of ecological safety of the RKS network: 1 — the probability with which the flow $V_{\text{сбр}} = \beta V_{\text{рас}}$ of un-treated wastewater into the environment is discharged over a year; 2 — is also a distribution density function β

- **дополнительную потребность** в трудовых ресурсах и механизмах при выполнении внеплановых работ по устранению засорений для обеспечения при эксплуатации сети требований к её надёжности и экологической безопасности, которые предъявляются муниципальными органами, исходя из состояния окружающей среды.

В процессе анализа данных работы сети РКС-1, применяя ВТМ, установлено, что при поступлении на входы сети РКС-1 (4659 участков) стока в объёме 6622560 м³/год, расход, отводимый на очистные сооружения, с доверительной вероятностью 0,95 составляет (при $\alpha = 0,91$) 6042349 м³/год. Аварийный сброс неочищенных стоков в окружающую среду с доверительной вероятностью 0,95 (при $\beta = 0,09$) не превысит 580211 м³/год. Для обеспечения указанных вероятностных и технологических показателей надёжности, безопасности сети водоотведения годовая внеплановая потребность в трудовых ресурсах составляет 26700 чел.ч, в механизмах – 3300 м-смен.

Литература

1. Российская Федерация. Федеральный закон от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».
2. Игнатчик, С. Ю. (2010). «Обеспечение надёжности и энергосбережения при расчёте сооружений для транспортирования сточных вод», *Водоснабжение и санитарная техника*, № 8. С. 56-62.
3. Игнатчик, С. Ю. (2013). «Оценка влияния засорений труб на надёжность и экологическую безопасность сети водоотведения», *Водоочистка*, № 2. С. 33-41.



4. Кармазинов, Ф. В., Мельник, Е. А., Ильин, Ю. А., Игнатчик, С. Ю. и др. (2011). «Влияние износа вертикальных насосов на надёжность, безопасность и энергопотребление насосных станций для перекачки сточных вод», *Водоснабжение и санитарная техника*, № 4. С. 10-18.
5. Кармазинов, Ф. В., Мельник, Е. А., Ильин, Ю. А., Игнатчик, С. Ю. и др. (2013). «Техническое обследование насосных станций системы водоотведения г. Санкт-Петербурга», *Водоснабжение и санитарная техника*, № 1. С. 20-27.
6. Игнатчик, В. С., Ивановский, В. С., Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В. (2015), *Система для определения показателей надёжности и бесперебойности сетей водоснабжения и водоотведения*, РФ, патент № 2557486.
7. Игнатчик, В. С., Ивановский, В. С., Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В. (2016). *Способ оценки надёжности насосной станции*. РФ, пат. № 2602295.
8. Игнатчик, В. С., Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В., Гринев, А. П. (2015). «Обоснование вида расчётной модели для оценки надёжности канализационных насосных станций общесплавных систем водоотведения», *Водоочистка*. № 9. С. 25-31.
9. Игнатчик, В. С., Ивановский, В. С., Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В. (2015). *Система диагностики расхода воды*. РФ, пат. № 2557349.
10. Кармазинов, Ф. В., Проби́рский, М. Д., Игнатчик, В. С. и др. (2016). *Система диагностики притока воды*. РФ, пат. № 2596029.
11. Игнатчик, В. С., Ивановский, В. С., Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В. (2016). *Система оценки сбросов сточных вод в окружающую среду*. РФ, пат. № 2 599 331.
12. Кармазинов, Ф. В., Панкова, Г. А., Михайлов, Д. М., Курганов, Ю. А., Мурашев, С. В., Игнатчик, В. С., Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В. (2017). *Система для оценки и прогнозирования сбросов сточных вод*. РФ, пат. № 2 606 039.
13. Кармазинов, Ф. В., Панкова, Г. А., Михайлов, Д. М., Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В. и др. (2016). «Методика оценки объемов аварийных сбросов сточных вод в окружающую среду», *Водоснабжение и санитарная техника*, № 6. С. 49-54.
14. Игнатчик, С. Ю., Кузнецова, Н. В. (2014). «Методика обследования и оптимизации решений при реконструкции канализационных насосных станций (на примере станции «Мойка» системы водоотведения Санкт-Петербурга)», *Водоочистка*. № 1. С. 43-48.
15. Российская Федерация. Федеральный закон РФ от 10.01.2002 года (в редакции от 29.12.2015 года) № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

References

1. (2011). Russian Federation. The federal law of 07.12.2011 No. 416-FL «About water supply and water disposal» (In Russian).
2. Ignatchik, S. Yu. (2010). «Ensuring of Reliability and Power Saving When Designing the Facilities or Wastewater Transporting», *Water Supply and Sanitary Technique*, no. 4, pp. 56-62 (In Russian).
3. Ignatchik, S. Yu. (2013). «Methodology of Estimation of the Influence of Pipes Choking on Reliability and Ecological Safety during Exploitation of Water Disposal Network», *Vodoochistka*, no. 2, pp. 33-41 (In Russian).
4. Karmazinov, F. V., Melnik, E. A., Probirsky, M. D., Il'in, Yu. A., Ignatchik, V. S., Ignatchik, S. Yu. (2011). «Influence of Tear-and-Wear of Vertical Pumps on Reliability, Safety and Power Consumption of Sewerage Pumping Stations», *Water Supply and Sanitary Technique*, no. 4, pp. 10-18 (In Russian).
5. Karmazinov, F. V., Mel'nik, E. A., Probirsky, M. D., Pankova, G. A., Mikhailov, D. M., Ilyin, Yu. A., Ignatchik, V. S., Ignatchik S. Yu. «Technical inspection of sewage pumping stations in Saint-Petersburg», *Water Supply and Sanitary Technique*, no. 1, pp. 20-27 (In Russian).
6. Ignatchik, V. S., Ivanovskii, V. S., Ignatchik, S. Yu., Kuztsetsova, N. V. (2015), *Sistema dlya opredeleniya pokazateley nadezhnosti i bespereboynosti setey vodosnabzheniya i vodootvedeniya* [System for Determining Reliability and Continuity of Water Supply and Sewerage Networks], RU, Patent № 2557486.
7. Ignatchik, V. S., Ivanovskii, V. S., Ignatchik, S. Yu., Kuztsetsova, N. V. (2016), *Sposob otsenki nadezhnosti nasosnoy stantsii* [Method for Assessing the Reliability of a Pumping Station], RU, Patent № 2602295.
8. Ignatchik, V. S., Ignatchik, S. Yu., Kuznetsova, N. V., Grinev, A. P. (2015). «Type Justification of Settlement Model for Assessment of Reliability of Sewer Pump Stations of All-Floatable Systems of Water Disposal», *Vodoochistka*, no. 9, pp. 25-31 (In Russian).

9. Ignatchik, V. S., Ivanovskii, V. S., Ignatchik, S. Yu., Kuztsetsova, N. V. (2015), *Sistema diagnostiki raskhoda vody* [Water Flow Diagnostic System], RU, Patent № 2557349.
10. Karmazinov, F. V., Probirsky, M. D., Ignatchik, V. S., (2016), *Sistema diagnostiki pritoka vody* [Water Inflow Diagnostic System], RU, Patent № 2596029.
11. Ignatchik, V. S., Ivanovskii, V. S., Ignatchik, S. Yu., Kuztsetsova, N. V., (2016) *Sistema otsenki sbrosov stochnykh vod v okruzhayushchuyu sredu* [The system for Assessing the Discharge of Waste Water into the Environment], RU, Patent № 2599331.
12. Karmazinov, F. V., Pankova, G. A., Mikhailov, D. M., Kurganov, Yu. A., Murashev, S. V., Ignatchik, V. S., Ignatchik, S. Yu., Kuztsetsova, N. V., (2017), *Sistema dlya otsenki i prognozirovaniya sbrosov stochnykh vod* [The System for the Assessment and Prediction of Wastewater Discharges], RU, Patent № 2606039.
13. Karmazinov F. V., Pankova G. A., Mikhailov D. M., Ignatchik V. S., Ignatchik S. Yu., Kuznetsova N. V. (2016). «Method of Evaluating the amount of Emergency Wastewater Discharges into the Environment», *Water Supply and Sanitary Technique*, no. 6, pp. 49-54 (In Russian).
14. Ignatchik, S. Yu., Kuznetsova, N. V. (2014). «Methodology of study and Optimization of Solutions during Reconstruction of Sewage Pumping Stations (by the example of Sewage Pumping station Washing of the system of Water Disposal of Saint - Petersburg)», *Vodoochistka*, no. 1, pp. 43-48 (In Russian).
15. (2015). Russian Federation. The federal law Russian Federation of 10.01.2002 (in ed. of 29.12.2015) No. 7- FL "About Environmental Protection" (In Russian).