

**Ю. В. Голод, С. А. Дубенок***Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов,  
Минск, Беларусь, e-mail: ylia-gold@mail.ru, dsnega@list.ru***СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ К НОРМИРОВАНИЮ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД  
В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЧЕРЕЗ СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

**Аннотация.** Одними из крупнейших водопользователей республики являются организации водопроводно-канализационного и жилищно-коммунального хозяйств, осуществляющие сброс городских сточных вод после очистки на очистных сооружениях в поверхностные водные объекты. На качество сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты с очистных сооружений населенных пунктов, значительное влияние оказывают качественные характеристики сточных вод, поступающих на очистку, применяемые технологии очистки и эффективность работы очистных сооружений. Развитие системы нормирования сточных вод, отводимых через сети канализации на очистные сооружения сточных вод населенных пунктов, позволит снизить нагрузку на очистные сооружения и, как следствие, снизить вероятность сброса недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты.

**Ключевые слова:** сточные воды, системы водоотведения, абонент, очистные сооружения, водный объект

**Y. V. Holad, S. A. Dubianok***Central Research Institute for Complex Use of Water Resources, Minsk, Belarus,  
e-mail: ylia-gold@mail.ru, dsnega@list.ru***IMPROVEMENT OF APPROACHES TO THE REGULATION OF WASTEWATER DISCHARGES INTO THE  
ENVIRONMENT THROUGH THE SEWERAGE SYSTEMS OF SETTLEMENTS**

**Abstract.** One of the largest water users of the republic are organizations of water supply and sewerage services and housing and communal services that discharge urban wastewater after treatment at sewage treatment plants of settlements into surface water bodies. The quality of wastewater discharged into surface water bodies from wastewater treatment plants of settlements is significantly influenced by the qualitative characteristics of wastewater entering the treatment, the wastewater treatment technologies used and the efficiency of wastewater treatment plants. The development of a system for rationing wastewater discharged through the sewerage network to wastewater treatment plants in settlements will reduce the load on wastewater treatment plants, and, as a result, reduce the likelihood of dumping insufficiently treated wastewater into surface water bodies.

**Keywords:** wastewater, wastewater disposal systems, subscriber, treatment facilities, water facility

**Ю. В. Голод, С. А. Дубянок***Цэнтральны навукова-даследчы інстытут комплекснага выкарыстання водных рэсурсаў, Мінск, Беларусь,  
e-mail: ylia-gold@mail.ru, dsnega@list.ru***УДАСКНАЛЬВАННЕ ПАДЫХОДАЎ ДА НАРМІРАВАННЯ СКІДВАННЯЎ СЦЁКАВЫХ ВОД У НАВАКОЛЬНАЕ  
АСЯРОДДЗЕ ПРАЗ СІСТЭМЫ КАНАЛІЗАЦЫІ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАЎ**

**Анатацыя.** Аднымі з найбуйнейшых водакарыстальнікаў рэспублікі з'яўляюцца арганізацыі водаправодна-каналізацыйнай і жыллёва-камунальнай гаспадарак, якія ажыццяўляюць скід гарадскіх сцёкавых вод пасля ачысткі на ачышчальных збудаваннях населеных пунктаў у паверхневыя водныя аб'екты. На якасць сцёкавых вод у паверхневыя водныя аб'екты з ачышчальных збудаванняў значны ўплыў аказваюць якасныя характарыстыкі сцёкавых вод, якія паступаюць на ачыстку, прымяняемыя тэхналогіі ачысткі і эфектыўнасць работы ачышчальных збудаванняў. Развіццё сістэмы нарміравання сцёкавых вод, якія адводзяцца праз сеткі каналізацыі на ачышчальныя збудаванні сцёкавых вод населеных пунктаў, дазволіць знізіць нагрузку на ачышчальныя збудаванні і, як следства, знізіць верагоднасць скіду недастаткова ачышчаных сцёкавых вод у паверхневыя водныя аб'екты.

**Ключавыя словы:** сцёкавыя воды, сістэмы водаадвядзення, абанент, ачышчальныя збудаванні, водны аб'ект

**Введение.** В настоящее время наибольшее воздействие на поверхностные водные объекты Республики Беларусь оказывают сточные воды, сбрасываемые после очистных сооружений сточных вод населенных пунктов, принадлежащих организациям водопроводно-канализационного хозяйства (далее – ВКХ) или жилищно-коммунального хозяйства (далее – ЖКХ). В 2020 г. по данным Государственного водного кадастра объем сброса недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты составил 2,71 млн м<sup>3</sup>, при этом 93 % или 2,53 млн м<sup>3</sup> из этого объема составляют недостаточно очищенные сточные воды после очистных сооружений организаций ВКХ (ЖКХ) [1].

Очистные сооружения сточных вод населенных пунктов предназначены для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих от потребителей (население) и абонентов

(предприятия и организации), и производственных сточных вод, поступающих от абонентов, в централизованные системы водоотведения (канализации). При этом на очистные сооружения могут поступать поверхностные сточные воды, а также собственные сточные воды организаций ВКХ (ЖКХ).

Ежедневно в сети канализации от предприятий и организаций, являющихся абонентами организаций ВКХ (ЖКХ), отводится около 1,6 млн м<sup>3</sup> сточных вод, очистка которых затем осуществляется на 1470 очистных сооружениях: сооружения биологической очистки в искусственных условиях и сооружения почвенной очистки (представленные в основном полями фильтрации) суммарной установленной мощностью 3,5 млн м<sup>3</sup>/сут [1].

Существующие очистные сооружения сточных вод в малых и средних населенных пунктах построены преимущественно в 1960–80-е годы, имеют большой физический износ и не могут обеспечить качественную очистку по современным требованиям и в первую очередь по удалению биогенных элементов (азота и фосфора), что не предусматривалось в тот период технологиями очистки сточных вод [2]. В то же время в соответствии со Стратегией в области охраны окружающей среды до 2025 г. организации ВКХ (ЖКХ) обязаны сократить сброс в водные объекты азота и фосфора на 50 % к уровню 2010 г. [3].

Неэффективная работа очистных сооружений сточных вод организаций ВКХ (ЖКХ) связана с высокими концентрациями загрязняющих веществ в составе сточных вод, поступающих в приемную камеру очистных сооружений, которые значительно превышают проектные данные. Высокие концентрации загрязняющих веществ обусловлены тем, что большинство предприятий отводят свои производственные сточные воды в централизованные системы водоотведения (канализации) без предварительной очистки на локальных очистных сооружениях. В нашей республике условия приема сточных вод в централизованные системы водоотведения (канализации) осуществляются в соответствии с Правилами пользования централизованными системами водоснабжения, водоотведения (канализации) в населенных пунктах (далее – Правила пользования) [4].

Правилами пользования [4] закреплены общие требования к производственным сточным водам, отводимым абонентами в централизованные системы водоотведения (канализации), и установлены максимальные допустимые концентрации загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод в разрезе видов экономической деятельности. Однако отсутствуют методические подходы к нормированию производственных сточных вод, отводимых абонентами в централизованную систему водоотведения (канализации), учитывающие количественные и качественные характеристики сточных вод, поступающих на очистные сооружения сточных вод населенных пунктов, и их эффективность удаления на очистных сооружениях организаций ВКХ (ЖКХ).

**Методическая часть.** Первые методологические подходы к нормированию производственных сточных вод, отводимых в централизованные системы водоотведения (канализации) населенных пунктов, разработаны в 1984 г. НИИ КВОВ АКХ им. К.Д. Памфилова и утверждены в виде «Правил приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов. Издание 5-е, дополненное» (далее – Правила приема 1984 г.) [5]. Установление допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод абонентов в соответствии с Правилами приема 1984 г. осуществляется на основании расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ и показателей в составе производственных сточных вод. Проводимый расчет учитывает эффективность удаления загрязняющих веществ и показателей на очистных сооружениях, количественные характеристики производственных сточных вод и качественные характеристики хозяйственно-бытовых сточных вод.

В законодательстве Украины [6] и Молдовы [7] сохранились аналогичные подходы к расчету допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод абонентов. В законодательстве России [8] при расчете допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод абонентов учитывается только фактическая эффективность удаления загрязняющих веществ и показателей на очистных сооружениях

и допустимые концентрации загрязняющих веществ и показателей, установленных на выпуске в поверхностный водный объект. При этом в России, Украине и Молдове установлены максимальные допустимые концентрации загрязняющих веществ и показателей в составе производственных сточных вод без учета видов производственной деятельности абонентов, осуществляющих отведение производственных сточных вод в централизованные системы водоотведения (канализации) населенного пункта.

С целью усовершенствования методических подходов к нормированию производственных сточных вод в Республике Беларусь авторами проведен анализ основных показателей водопользования организаций ВКХ (ЖКХ) за период 2017–2020 гг. на предмет дифференцированного учета всех потоков сточных вод, поступающих в централизованную систему водоотведения (канализации), с определением доли каждого потока сточных вод от общего объема городских сточных вод на приемной камере очистных сооружений: производственные сточные воды от абонентов – их доля от 0,77 до 58,4 % от общего объема городских сточных вод; хозяйственно-бытовые сточные воды от потребителей и абонентов – от 25,79 до 80,34 %; хозяйственно-бытовые сточные воды, доставляемые ассенизационным транспортом – от 0 до 5,29 %; собственные сточные воды организаций ВКХ (ЖКХ) – от 0 до 28,23 %; дополнительный приток – от 0 до 49,91 % от общего объема городских сточных вод.

Статистическая обработка и анализ данных организаций ВКХ (ЖКХ) по объемам сточных вод, поступающих на очистные сооружения населенных пунктов, позволил сделать вывод об отсутствии учета объема собственных сточных вод организаций ВКХ (ЖКХ) и учета дополнительного притока. Также стоит отметить, что в ряде населенных пунктов отсутствуют сооружения, предназначенные для приема сточных вод от ассенизационного транспорта (сливные станции), или учет поступления таких вод в централизованную систему водоотведения (канализации) организаций ВКХ (ЖКХ) не осуществляется. Такой подход организаций ВКХ (ЖКХ) приводит к искажению первичной отчетной документации [9], на основании которой осуществляется заполнение ежегодной формы государственной статистической отчетности 1-вода (Минприроды) [10]. С целью повышения точности учета сточных вод, поступающих в сети канализации и далее на очистные сооружения, необходимо дифференцировать виды сточных вод в зависимости от условий их образования.

Для дальнейшего определения методологических подходов к нормированию производственных сточных вод, отводимых абонентами в централизованные системы водоотведения (канализации), авторами предложена следующая дифференциация сточных вод, поступающих на очистные сооружения: хозяйственно-бытовые сточные воды; производственные; поверхностные; собственные сточные воды организаций ВКХ (ЖКХ); дополнительный приток. Рассмотрим подходы к учету качественных и количественных характеристик по каждому из численных видов сточных вод.

**Хозяйственно-бытовые сточные воды.** Совершенствование методического подхода к учету количественных характеристик хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих в централизованные системы водоотведения (канализации), основано на раздельном учете: от потребителей; от абонентов; доставляемых ассенизационным транспортом; собственных хозяйственно-бытовых сточных вод организаций ВКХ (ЖКХ).

Учет хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих от потребителей, абонентов и организации ВКХ (ЖКХ), подключенных к централизованной системе водоотведения (канализации), осуществляется неинструментальным методом, как правило, в объеме 100 % от объема водопотребления, поскольку приборный учет хозяйственно-бытовых сточных вод отсутствует. Стоит отметить, что в большинстве населенных пунктов Беларуси объем сточных вод, поступающих на очистные сооружения населенных пунктов, формируется именно за счет объема хозяйственно-бытовых сточных вод, что требует точного учета их количественных и качественных характеристик.

В национальном законодательстве требования к качеству хозяйственно-бытовых сточных вод регламентированы СН 4.01.02-2019 «Канализация. Наружные сети и сооружения» [11], где

для расчета концентраций загрязняющих веществ и показателей в составе хозяйственно-бытовых сточных вод при проектировании очистных сооружений представлены данные по 8 веществам и показателям (взвешенные вещества, БПК<sub>5</sub>, ХПК, аммоний-иону, азот по Кьельдалю, фосфор общий, фосфат-ион и хлорид-ион). При этом перечень загрязняющих веществ, подлежащих нормированию в составе хозяйственно-бытовых сточных вод на выпуске в водный объект, в соответствии с [12] включает 11 веществ и показателей. Таким образом, в настоящее время при проектировании очистных сооружений сточных вод населенных пунктов для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих от потребителей (населения), отсутствуют нормативные данные по сульфат-иону, минерализации, азоту общему и СПАВ (анион.).

**Производственные сточные воды.** В централизованные системы водоотведения (канализации) поступают производственные сточные воды от абонентов. Учет объема производственных сточных вод в соответствии с Правилами пользования [4] должен осуществляться инструментальным методом – по приборам учета (при расходе более 100 м<sup>3</sup>/сут), а также в случае наличия собственных источников водоснабжения – при объеме добычи (изъятия) воды свыше 100 м<sup>3</sup>/сут [4]. Однако в настоящее время незначительное количество предприятий, осуществляющих отведение производственных сточных вод в централизованную систему водоотведения (канализации) населенных пунктов, осуществляют учет производственных сточных вод инструментальным методом (по одному предприятию – в городах Брест, Ошмяны, Жодино, Несвиж, по двум – в Витебске). Большинство абонентов, осуществляющих отведение производственных сточных вод в централизованную систему водоотведения (канализации) населенных пунктов, выполняют такой учет неинструментальным методом.

Совершенствование методического подхода к учету количественных характеристик производственных сточных вод абонентов включает дифференцированный подход учета производственных сточных вод, поступающих в централизованные системы водоотведения (канализации), который должен осуществляться следующим образом: 1) инструментальным методом (по прибору учета) при отведении в централизованную систему водоотведения (канализации) более 100 м<sup>3</sup>/сут производственных сточных вод; 2) при отсутствии приборного учета сточных вод учет осуществляется неинструментальным методом – в объеме 100 % от объема воды, потребленной абонентом из централизованной системы водоснабжения населенного пункта и/или из собственных источников, за исключением случаев приведенных в п. 3; 3) при отсутствии приборного учета сточных вод и потреблением абонентом воды, которая по рецептурам используется для производства продукции (производство напитков и хлебобулочных изделий) и/или образованием дополнительного объема, поступающего в сети канализации абонента при производстве продукции (производство молочных продуктов), учет осуществляется неинструментальным методом – с учетом утвержденных индивидуальных технологических нормативов водопользования.

Контроль качественных характеристик производственных сточных вод абонентов осуществляется лабораторными службами организаций ВКХ (ЖКХ) в соответствии с Условиями приема сточных вод, которые утверждаются местными исполнительными и распорядительными органами по согласованию с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды на срок до 10 лет [13].

**Собственные сточные воды организаций ВКХ (ЖКХ).** Учитывая специфику деятельности организаций ВКХ (ЖКХ) в процессе их функционирования образуются хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды, т. е. собственные сточные воды организаций ВКХ (ЖКХ), также поступающие в централизованную систему водоотведения (канализации) населенных пунктов, которые образуются при эксплуатации систем водоподготовки, сетей водоснабжения и водоотведения, при эксплуатации объектов вспомогательного назначения, а также при эксплуатации очистных сооружений.

Учет сточных вод, образующихся при эксплуатации систем водоснабжения, как правило, осуществляется неинструментальным методом и включает сточные воды от технологических нужд организаций ВКХ (ЖКХ). В соответствии с постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 29 декабря 2004 г. №39 «Об оценке и расчете

технологических расходов воды в централизованных системах питьевого водоснабжения» [14] и [15] собственные производственные сточные воды организаций ВКХ (ЖКХ) могут включать: воды от промывки и дезинфекции водоводов 1-го подъема; от промывки сетчатых барабанных фильтров и микрофильтров; от промывки баков реагентов; от промывки фильтровальных сооружений; от профилактической очистки и дезинфекции отстойников, осветлителей, резервуаров чистой воды, водонапорных башен; сброс осадка из сооружений повторного использования воды (СПИВ); воды от промывки бактерицидных установок; от производственных нужд лабораторий организаций ВКХ (ЖКХ); от профилактической промывки водопроводных сетей; от промывки и очистки коллекторов, сетей, оборудования и сооружений систем водоотведения (в случае их промывки чистой водой).

При эксплуатации очистных сооружений биологической очистки в искусственных условиях у организаций ВКХ (ЖКХ) также образуются производственные сточные воды: от промывки решеток; дренажные воды с песковых площадок; иловые воды с иловых площадок (возвратная иловая вода); иные виды сточных вод (например, от эксплуатации биогазовых установок).

Учет производственных сточных вод очистных сооружений населенных пунктов может осуществляться как инструментальным, так и неинструментальным методом (по времени работы и производительности насосного оборудования). Учитывая условия формирования сточных вод, образующихся от технологических нужд организаций ВКХ (ЖКХ), сточные воды могут содержать высокие концентрации целого ряда загрязняющих веществ:

– взвешенные вещества – от промывки и дезинфекции водоводов 1-го подъема; от промывки сетчатых барабанных фильтров и микрофильтров; от промывки фильтровальных сооружений; от профилактической очистки и дезинфекции отстойников, осветлителей, резервуаров чистой воды, водонапорных башен; при сбросе осадка из СПИВ; от профилактической промывки водопроводных сетей; от промывки и очистки коллекторов, сетей, оборудования и сооружений систем водоотведения;

– железо общее – от промывки фильтровальных сооружений; от профилактической очистки и дезинфекции отстойников, осветлителей, резервуаров чистой воды, водонапорных башен; при сбросе осадка из СПИВ.

При этом сточные воды, образующиеся при использовании воды организациями ВКХ (ЖКХ) на технологические нужды, отводимые непосредственно в централизованную систему водоотведения (канализации), их объем и качественный состав учитывается в смеси городских сточных вод на приемной камере очистных сооружений. Сточные воды, образующиеся непосредственно в процессе эксплуатации очистных сооружений (в том числе возвратная иловая вода), могут поступать на разные этапы очистки и учет их количественных и качественных характеристик, как правило, не осуществляется. Однако возвратные иловые воды, образующиеся при работе очистных сооружений биологической очистки в искусственных условиях, при их подаче на очистку могут оказывать значительное воздействие на эффективность работы очистных сооружений.

Учитывая, что качественный состав производственных сточных вод очистных сооружений напрямую зависит от качественного состава городских сточных вод, поступающих на очистные сооружения населенного пункта, то при расчете допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод абонентов, необходимо учитывать влияние возвратной иловой воды на эффективность работы очистных сооружений.

**Поверхностные сточные воды.** В централизованные системы водоотведения (канализации) населенных пунктов могут поступать поверхностные сточные воды населенного пункта (при отсутствии централизованных сетей дождевой канализации) и поверхностные сточные воды с производственных площадок абонентов (на основании договора на прием таких вод с организацией ВКХ (ЖКХ)).

Учет поверхностных сточных вод осуществляется неинструментальным методом в соответствии с [11]. Согласно постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды № 16 [12], для поверхностных сточных вод характерно содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов. Учитывая, что поверхностные сточные воды в составе городских сточных

вод, поступаая на очистные сооружения населенного пункта, увеличивают на них нагрузку, то необходимо учитывать их качественные характеристики при расчете допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод.

При отведении поверхностных сточных вод с производственных площадок абонентов в централизованные системы водоотведения (канализации) населенного пункта требования к качественным характеристикам данных сточных вод отсутствуют. При этом поверхностные сточные воды могут содержать специфические загрязняющие вещества, характерные для производственных процессов абонентов, которые могут поступать с площадки абонента совместно с поверхностными сточными водами в централизованную систему водоотведения (канализации) населенного пункта. Для повышения достоверности учета массы загрязняющих веществ и показателей в составе производственных сточных вод абонентов, организациям ВКХ (ЖКХ) необходимо осуществлять лабораторный контроль за составом отводимых в централизованную систему водоотведения (канализации) поверхностных сточных вод абонентов.

**Дополнительный приток.** Дополнительный приток является достаточно условной величиной и рассчитывается как разница между объемом сточных вод, поступивших на очистные сооружения по данным приборного учета, и объемом производственных сточных вод, оплаченных абонентами, и хозяйственно-бытовых сточных вод, оплаченных абонентами и потребителями.

При отсутствии дифференцированного учета всех видов сточных вод в объем дополнительного притока могут включаться следующие составляющие.

1. Производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды, отводимые абонентами в централизованные системы водоотведения (канализации) сверх оплаченных объемов, что обусловлено отсутствием у большей части абонентов организаций ВКХ (ЖКХ) приборов учета сточных вод.

2. Хозяйственно-бытовые сточные воды потребителей в виде недоучета воды приборами учета потребителей из-за их нечувствительности к малым расходам воды и ухудшения метрологических характеристик приборов учета в процессе их эксплуатации и коммерческих потерь воды.

3. Сточные воды, поступающие в централизованные системы водоотведения (канализации) через сливные колодцы, сливные пункты (при отсутствии учета данных сточных вод).

4. Собственные сточные воды организаций ВКХ (ЖКХ).

5. Поверхностные сточные воды.

6. Грунтовые воды, поступающие в централизованные системы водоотведения (канализации) в связи с несовершенством и конструктивными особенностями коллекторов.

Учитывая условия формирования дополнительного притока, поступающего на очистные сооружения сточных вод населенного пункта, осуществлять мониторинг его качественного состава не предоставляется возможным. Поскольку дополнительный приток может включать в себя хозяйственно-бытовые, производственные, поверхностные сточные воды и неорганизованный приток, но формируется преимущественно за счет поверхностных и грунтовых вод, то при расчете допустимых концентраций взвешенных веществ и нефтепродуктов в составе производственных сточных вод абонентов, осуществляющих отведение в централизованные системы водоотведения (канализации), необходимо учитывать его объем.

Применение исследуемых методических подходов к нормированию производственных сточных вод абонентов организаций ВКХ (ЖКХ) указывает на необходимость разработки национальной методики нормирования производственных сточных вод, отводимых абонентами в централизованные системы водоотведения (канализации) населенных пунктов Республики Беларусь.

Разработанный дифференцированный подход к учету количественных и качественных характеристик сточных вод, поступающих на очистные сооружения, лег в основу разработки методики по расчету допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод, отводимых абонентами в централизованные системы водоотведения (канализации) населенных пунктов, которая определяет порядок проведения расчета в несколько этапов.

1. Расчет допустимой концентрации загрязняющих веществ и показателей в составе производственных сточных вод абонентов ( $C_{\text{ПСВ}}$ ) осуществляется по формуле:

$$C_{\text{ПСВ } i} = \frac{Q}{q_i} \times (C_{\text{ГСВ } i} - C_{\text{хоз-быт } i}) + C_{\text{хоз-быт } i} \quad (1)$$

где  $Q$  – расход городских сточных вод, поступающих на очистные сооружения сточных вод населенного пункта, м<sup>3</sup>/сут;  $q$  – суммарный расход сточных вод, содержащих  $i$ -е загрязняющее вещество (показатель), м<sup>3</sup>/сут;  $C_{\text{ГСВ } i}$  – допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) в составе производственных (смеси производственных и хозяйственно-бытовых) сточных вод нормируемых абонентов, осуществляющих их отведение в сети канализации и далее поступающих на очистные сооружения населенного пункта, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{хоз-быт } i}$  – концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) в составе хозяйственно-бытовых сточных вод, рассчитанная на основании не менее трех отборов проб, мг/дм<sup>3</sup>.

Учитывая условия формирования объема сточных вод, поступающих на очистные сооружения, и предлагаемый дифференцированный подход к их учету, расход сточных вод, поступающих в централизованную систему водоотведения (канализации), рассчитывается по формуле:

$$Q = q_{\text{ПСВ}} + q_{\text{ХБСВ}} + q_{\text{А,ХБСВ}} + q_{\text{собст. ХБСВ}} + q_{\text{собст. ПСВ}} + q_{\text{собст. ПСВ ОС}} + q_{\text{поверх. СВ}} + q_{\text{доп. СВ}} \quad (2)$$

где  $q_{\text{ПСВ}}$  – среднесуточный расход производственных (смеси производственных и хозяйственно-бытовых) сточных вод нормируемых абонентов, м<sup>3</sup>/сут;  $q_{\text{ХБСВ}}$  – среднесуточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод (абонентов и потребителей), подключенных к централизованной системе водоотведения (канализации), м<sup>3</sup>/сут;  $q_{\text{А,ХБСВ}}$  – среднесуточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод, доставляемых ассенизационным транспортом, м<sup>3</sup>/сут;  $q_{\text{собст. ХБСВ}}$  – среднесуточный расход собственных хозяйственно-бытовых сточных вод организаций ВКХ (ЖКХ), м<sup>3</sup>/сут;  $q_{\text{собст. ПСВ}}$  – расход собственных производственных сточных вод организаций ВКХ (ЖКХ), м<sup>3</sup>/сут. Рассчитывается как сумма среднесуточных расходов производственных сточных вод, образующихся при эксплуатации сооружений водоподготовки, при промывке и профилактической очистке и дезинфекции отстойников, осветлителей, резервуаров чистой воды, при плановой и внеплановой промывке водопроводных и канализационных сетей, м<sup>3</sup>/сут;  $q_{\text{собст. ПСВ ОС}}$  – среднесуточный расход собственных производственных сточных вод от эксплуатации очистных сооружений сточных вод населенного пункта, м<sup>3</sup>/сут;  $q_{\text{поверх. СВ}}$  – среднесуточный расход поверхностных сточных вод, м<sup>3</sup>/сут;  $q_{\text{доп. СВ}}$  – среднесуточный расход дополнительного притока, м<sup>3</sup>/сут.

2. Расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ и показателей в составе городских сточных вод в приемной камере очистных сооружений сточных вод населенного пункта ( $C_{\text{ГСВ}}$ ) осуществляется по следующей формуле:

$$C_{\text{ГСВ } i} = \frac{C_{\text{ст } i} \cdot 100}{100 - A_i} \quad (3)$$

где  $C_{\text{ст } i}$  – допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) в составе городских сточных вод на выпуске в водный объект, установленная в комплексном природоохранном разрешении или разрешении на специальное водопользование, мг/дм<sup>3</sup>;  $A_i$  – эффективность удаления  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) в составе сточных вод на очистных сооружениях населенного пункта, %. Расчет эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества в составе сточных вод на очистных сооружениях населенного пункта, осуществляется по формуле:

$$A_i = 100 - C_{\text{выход } i} : C_{\text{вход } i} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где  $C_{\text{выход } i}$  – средняя фактическая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) в составе сточных вод на выходе с очистных сооружений населенного пункта (т.е. на выпуске в водный объект), мг/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{вход } i}$  – средняя фактическая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) в составе сточных вод на входе очистных сооружений (т.е. в приемной камере), мг/дм<sup>3</sup>.

При расчете допустимых концентраций загрязняющих веществ и показателей в составе городских сточных вод необходимо учитывать фактическую, проектную и нормативную допустимую эффективность удаления загрязняющих веществ в составе сточных вод в процессе биологической очистки на очистных сооружениях.

В действующих нормативно-правовых актах Республики Беларусь не установлена допустимая эффективность удаления загрязняющих веществ и показателей в составе сточных вод в процессе биологической очистки по взвешенным веществам, БПК<sub>5</sub>, ХПК<sub>Cr</sub>, аммоний-иону, азоту общему, фосфору общему, минерализации, хлорид-иону, сульфат-иону. При этом необходимо учитывать, что в ходе биологической очистки минерализация, хлорид-ион, сульфат-ион (обусловленные высокими концентрация растворенных солей) не удаляются, а иногда наблюдается обратная тенденция, поэтому расчет допустимых концентраций осуществляется с учетом отсутствия эффективности удаления загрязняющих веществ ( $A = 0 \%$ ).

Расчет допустимых концентраций по показателям – взвешенные вещества, БПК<sub>5</sub>, ХПК<sub>Cr</sub> и допустимых концентраций по аммоний-иону, азоту общему, фосфору общему в составе городских сточных вод в приемной камере очистных сооружений населенных пунктов ( $C_{ГСВ}$ ) осуществляется с учетом следующих условий: при отсутствии проектных данных расчет осуществляется с учетом фактической эффективности удаления перечисленных загрязняющих веществ и показателей; при наличии проектных данных и фактической эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) выше проектной ( $A_{факт} > A_{проект}$ ), расчет осуществляется с учетом проектной эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя); при наличии проектных данных и фактической эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) ниже проектной ( $A_{факт} < A_{проект}$ ), расчет осуществляется с учетом фактической эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя).

Расчет допустимой концентрации СПАВ(анион.), железа общего, специфических загрязняющих веществ (свинец, медь, никель, хром общий, цинк, кадмий, кобальт, фенолы суммарно, формальдегид и т.д.) в составе городских сточных вод в приемной камере очистных сооружений населенного пункта ( $C_{ГСВ}$ ) осуществляется: при отсутствии проектных данных и фактической эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества выше, чем установленная в НПА и ТНПА ( $A_{факт} > A_{НПА и ТНПА}$ ), с учетом эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества, установленной в НПА и ТНПА; при отсутствии проектных данных и фактической эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества ниже, чем установленная в НПА и ТНПА ( $A_{факт} < A_{НПА и ТНПА}$ ), с учетом фактической эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества; при наличии проектных данных и фактической эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества выше проектной ( $A_{факт} > A_{проект}$ ), с учетом проектной эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества; при наличии проектных данных и при фактической эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества ниже проектной ( $A_{факт} < A_{проект}$ ), с учетом фактической эффективности удаления  $i$ -го загрязняющего вещества.

С целью недопущения увеличения нагрузки на очистные сооружения сточных вод населенных пунктов при расчете допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод необходимо учитывать только те потоки сточных вод, которые содержат данное загрязняющее вещество.

Расчет допустимой концентрации в составе производственных (смеси производственных и хозяйственно-бытовых) сточных вод абонентов по показателю взвешенные вещества осуществляется:

$$C_{ПСВ \text{ взвеш. вещ-ва}} = \frac{Q}{q_{ПСВ} + q_{\text{собст. ПСВ}} + q_{\text{собст. возвр.}} + q_{\text{поврех. СВ}} + q_{\text{доп.}}} (C_{ГСВ} - C_{\text{хоз-быт}}) + C_{\text{хоз-быт}}, \quad (5)$$

по железу общему:

$$C_{ПСВ \text{ железо общ.}} = \frac{Q}{q_{ПСВ} + q_{\text{собст. ПСВ}} + q_{\text{собст. возвр.}}} (C_{ГСВ} - C_{\text{хоз-быт}}) + C_{\text{хоз-быт}}, \quad (6)$$

по нефти и нефтепродуктам в растворенном и эмульгированном состоянии:

$$C_{\text{ПГСВ нефтeпродукты}} = \frac{Q}{q_{\text{ПГСВ}} + q_{\text{собст. возвр}} + q_{\text{поврех. СВ}} + q_{\text{доп}}} (C_{\text{ГСВ}} - C_{\text{хоз-быт}}) + C_{\text{хоз-быт}} \quad (7)$$

по остальным загрязняющим веществам:

$$C_{\text{ПГСВ } i} = \frac{Q}{q_{\text{ПГСВ } i} + q_{\text{собст. возвр.}}} (C_{\text{ГСВ } i} - C_{\text{хоз-быт } i}) + C_{\text{хоз-быт } i} \quad (8)$$

Если концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) в составе хозяйственно-бытовых сточных вод превышает расчетную допустимую концентрацию  $i$ -го загрязняющего вещества (показателя) в составе городских сточных вод ( $C_{\text{хоз-быт } i} > C_{\text{ГСВ}}$ ), то допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества в составе производственных (смеси производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод) равняется расчетной допустимой концентрации  $i$ -го загрязняющего вещества в составе городских сточных вод ( $C_{\text{ПГСВ } i} = C_{\text{ГСВ}}$ ).

Применение разработанной методики расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ и показателей в составе производственных сточных вод абонентов позволяет учесть условия формирования городских сточных вод и эффективность работы очистных сооружений населенных пунктов.

**Заключение.** Развитие системы нормирования сточных вод заключается в усовершенствовании методологических подходов к нормированию производственных сточных вод, поступающих через сети канализации на очистные сооружения населенных пунктов с последующим их сбросом в поверхностные водные объекты. На очистные сооружения в составе городских сточных вод поступает смесь сточных вод, которые могут оказывать существенное воздействие на эксплуатацию очистных сооружений, снижая эффективность очистки, что необходимо учитывать при нормировании производственных сточных вод абонентов.

Предлагаемая методика расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод учитывает не только количественные и качественные характеристики всех потоков сточных вод, поступающих на очистные сооружения, но и эффективность работы очистных сооружений, что позволит исключить сброс недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты.

### Список использованных источников

1. Официальный сайт РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cricuwr.by>. – Дата доступа 07.10.2021.
2. О Государственной программе «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 янв. 2021 г., №50 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/C22100050\\_1612299600.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/C22100050_1612299600.pdf). – Дата доступа: 07.10.2021.
3. О Государственной программе «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 19 фев. 2021 г., №99 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100099>. – Дата доступа: 07.10.2021.
4. Об утверждении Правил пользования централизованными системами водоснабжения, водоотведения (канализации) в населенных пунктах [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 30 сен. 2016 г., №788 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21600788&p1=1>. – Дата доступа: 07.10.2021.
5. Правила приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов [Электронный ресурс]: приказ Мин. ЖКХ РСФСР, 2 мар. 1984 г., №107 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://rdocs3.cntd.ru/document/1200037398>. – Дата доступа: 07.10.2021.
6. Об утверждении Правил приема сточных вод в системы водоотведения и Порядка определения размера платы, взимаемой за сверхнормативные сбросы сточных вод в системы водоотведения [Электронный ресурс]: приказ Министерства регионального развития, строительства жилищно-коммунального управления Украины, 1 дек. 2017 г., №316 // Информационная система Континент. – Режим доступа: [http://continent-online.com/Document/?doc\\_id=36705649#pos=0:0](http://continent-online.com/Document/?doc_id=36705649#pos=0:0). – Дата доступа: 06.10.2021.
7. Об утверждении Положения о требованиях к сбору, очистке и сбросу сточных вод в канализационную систему и/или в приемник для городских и сельских населенных пунктов [Электронный ресурс]: постановление Правительства Респ. Молдова, 25 нояб. 2013 г., №950 // База данных Законодательство стран СНГ. – Режим доступа: [https://base.spinform.ru/show\\_doc.fwx?rgn=64899](https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=64899). – Дата доступа: 06.10.2021.

8. Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ, 29 июля. 2013 г., №644 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499036854>. – Дата доступа: 07.10.2021.

9. Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок ведения учета в области охраны окружающей среды и заполнения форм учетной документации в области охраны окружающей среды = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Парадак вядзення ўліку у галіне аховы навакольнага асяроддзя і запўненні формаў ўліковай дакументацыі у галіне аховы навакольнага асяроддзя : ТПК ТКП 17.02-12-2014 (02120). – Введ. 03.03.2017. – Минск : Минприроды, 2014.

10. Об утверждении формы государственной статистической отчетности 1-вода (Минприроды) «Отчет об использовании воды» и указаний по ее заполнению [Электронный ресурс] : постановление Нац. стат. комитета Респ. Беларусь, 11 нояб. 2016 г., №169 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/T21603645p\\_1480021200.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/T21603645p_1480021200.pdf). – Дата доступа: 07.10.2021.

11. Канализация. Наружные сети и сооружения = Водазабеспячненне. Знадворныя сеткі і збудаванні : СН 4.01.02-2019 – Введ. 31.10.19. – Минск: Минстройархитектуры, 2020.

12. О нормативах допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод [Электронный ресурс] : постановление М-ва природы Респ. Беларусь, 26 мая 2017 г., №16 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/W21732141\\_1497992400.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W21732141_1497992400.pdf). – Дата доступа: 07.10.2021.

13. Водный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс] : 30 июля 2014 г., №149-3 : принят Палатой представителей 2 апреля 2014 г. : одобр. Советом Респ. 11 апреля 2014 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 18.06.2019 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

14. Об оценке и расчете технологических расходов воды в централизованных системах питьевого водоснабжения [Электронный ресурс] : постановление Мин. ЖКХ Респ. Беларусь, 29 дек. 2004 г., №39 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/W21934768\\_1574283600.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W21934768_1574283600.pdf). – Дата доступа: 07.10.2021.

15. Об утверждении Правил технической эксплуатации систем питьевого водоснабжения и водоотведения (канализации) населенных пунктов [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 4 сен. 2019 г., №594 // Правовая платформа «Бизнес-Инфо». – Режим доступа: <https://bii.by/tx.dll?d=408755&=1&f=#f>. – Дата доступа: 07.10.2021.

*Поступила 08.10.2021*