

Таблица 1 – Статистические параметры максимальных уровней воды весеннего половодья р. Цна – д. Дятловичи

Исследуемые интервалы	Число лет наблюдений	Н, см			Коэффициенты			Распределение Стьюдента	Распределение Фишера
					вариации	регрессии	корреляции		
		$H_{cp}$	$H_{max}$	$H_{min}$				$t_{ст} / t_{кр}$	$F / F_{кр}$
1954-2015	62	219	283	79	0,25	-1,44	-0,47	-	-
1954-1987	34	244	283	96	0,18	-0,64	-0,15	4,45 / 2,00	1,45 / 1,78
1988-2015	28	189	260	79	0,27	-0,11	-0,02		

Примечание:  $r_t = 0,25$  – критическое значение коэффициента корреляции при уровне значимости 0,05 и числа степени свободы принимается равным  $v=n-2=62-2=60$ ;  $r_t=0,34-v=n-2=34-2=32$ ;  $r_t=0,37-v=n-2=28-2=26$  [5].

**Заключение.** Таким образом, на р. Цна имеет место снижение максимального уровня воды, при этом характер колебаний остается без значимых изменений. Различие в средних максимальных уровнях воды за периоды с 1954–1987 г. и с 1988–2015 г. является статистически значимым, что подтверждает критерий Стьюдента. В то же время характер колебаний уровня режима не претерпел значимых изменений, что подтверждает критерий Фишера.

#### Список использованных источников

1. Блакітная кніга Беларусі : (водныя аб'екты Беларусі) : энцыклапедыя / рэд.калегія Н.А. Дзісько [і інш.]. – Мінск : Беларуская Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 1994. – 415 с.
2. Волчек, А.А. Водные ресурсы Брестской области / А.А. Волчек, М.Ю. Калинин. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2002. – 440 с.
3. Волчек, А.А. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А.А. Волчек [и др.] – Брест: Альтернатива, 2017. – 228 с.
4. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения ; ТКП 45-3.04-168-2009 (02250). – Введ. 30.12.2009. – Минск : Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 56 с.
5. Валуев, В.Е. Статистические методы в природопользовании. Уч. пособие для студ. высш. учеб. завед. по спец. «Мелиорация и водное хозяйство» / В.Е. Валуев [и др.] – Брест : Брестский политехнический институт, 1999. – 252 с.

УДК 628.3

## ПОСОБИЕ К ТКП 45-4.01-321-2018 ПО РАСЧЁТУ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД

Ануфриев В. Н.,<sup>1</sup> Волкова Г. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Белорусский национальный технический университет, г. Минск

<sup>2</sup> УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

Пособие к ТКП 45-4.01-321 «Проектирование очистных сооружений сточных вод» разрабатывалось в порядке реализации Концепции совершенствования системы технического нормирования и стандартизации в строительстве на 2016-2020 годы [1], которая принята в 2016 году Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь. Концепция включает основные направления развития системы техническо-

го нормирования и стандартизации в строительстве, в том числе пересмотр состава ТНПА по блокам национального комплекса технических нормативных правовых актов с сокращением как количества документов, так и количества обязательных требований, взаимосвязанных с техническим регламентом [2]. Концепция также предусматривает поэтапный переход от предписывающего метода нормирования к параметрическому, разработку справочных и методических документов (рекомендаций и пособий), приоритетную разработку ТНПА, стимулирующих применение инновационных технологий и материалов на всех этапах жизненного цикла зданий и сооружений, гармонизацию стандартов с международными и межгосударственными стандартами и нормами.

В 2018 году были разработаны и введены в действие с 01.10.2018 взаимосвязанные с ТР 2009/013/ВУ [2] технические кодексы, устанавливающие обязательные требования в области проектирования и строительства объектов водоснабжения и водоотведения [3,4,5], с отменой ранее действующих ТНПА.

Разработанное пособие «Проектирование очистных сооружений сточных вод» к 10 разделу ТКП 45-4.01-321-2018 включает положения по проектированию очистных сооружений сточных вод и обработки осадка систем канализации населённых пунктов и объектов производства и содержит указания и расчетные зависимости по определению технологических параметров и размеров сооружений механической, биологической, физико-химической очистки сточных вод, сооружений для глубокой очистки (доочистки) сточных вод, их обеззараживания, а также сооружений для обработки осадка сточных вод.

В пособии приведен порядок гидравлического расчета и проектирования сооружений для усреднения, предварительной механической очистки сточных вод (решётки, песколовки), сооружений для их осветления (отстойники, гидроциклоны, центрифуги). Приведены указания на возможность использования новых видов оборудования для механической очистки, например, процеживателей с системами удаления песка и всплывающих примесей, процеживателей с измельчителями, систем отмывки, классификации и обезвоживания песка песколовки и т. д.

Порядок определения параметров сооружений биологической очистки приводится с учетом их назначения и конструктивных особенностей в соответствии с их классификацией, приведенной в СТБ 17.06.02-03-2015.[6]. В разделе рассмотрены преаэраторы и биокоагуляторы, биологические фильтры (включающие орошаемые, ротационные и затопленные фильтры), сооружения с активным илом, сооружения для очистки сточных вод в анаэробных условиях.

Принципы расчета технологических сооружений с активным илом изложены с учетом целей, которые должны достигаться при очистке сточных вод (удаление загрязняющих веществ, подверженных биохимическому разложению, нитрификация, денитрификация, удаление соединений фосфора, удаление специфических загрязняющих веществ), режима очистки (проточный или циклический) и других технологических параметров процесса.

В пособии приведен порядок определения параметров:

- селекторов – сооружений для предварительной обработки циркулирующего активного ила с целью предотвращения его вспухания и предотвращения массового образования нитчатых форм микроорганизмов;
- проточных технологических сооружений с активным илом для удаления биогенных элементов, включая денитрификацию и биологическое удаление фосфора;
- реакторов последовательного действия (SBR-реакторов) с циклическим режимом очистки;

- биологических реакторов с мембранным разделением иловой смеси;
- вторичных отстойников и других сооружений для разделения иловой смеси.

Принцип определения размеров технологических сооружений с активным илом основан на расчете требуемого возраста ила в зависимости от цели, которая должна достигаться при очистке сточных вод. Такой подход в настоящее время является традиционным при проектировании таких сооружений и отражен в стандартах ЕС и нормативных документах других стран [7,8].

При очистке производственных сточных вод указывается на необходимость анализа показателей, связанных с биоразлагаемостью отдельных загрязняющих веществ, которые могут содержаться в таких сточных водах. За последнее время принят ряд стандартов [9,10], содержащих методики для определения биоразлагаемости при аэробной биологической деструкции, которые делают оценку возможности применения биологической очистки для производственных сточных вод более достоверной.

Рассмотрены технологические схемы и сооружения для биологической очистки сточных вод для объектов небольшой производительности (гравийно-песчаные фильтры, фильтрующие траншеи, грунтово-растительные площадки различных типов и т. д.). Грунтово-растительные площадки являются перспективными сооружениями для замены полей фильтрации на объектах с относительно небольшими расходами сточных вод. В связи с чем приведен ряд новых положений по устройству таких сооружений в части выполнения гидроизоляции, формирования слоя фильтрующей загрузки, размещения дренажа, подводящих, распределительных и отводящих устройств для сточных вод.

Также в пособии приводятся положения по проектированию сооружений физико-химической очистки сточных вод, обеззараживания и доочистки, которые включают порядок определения параметров сооружений для обработки сточных вод флотацией, сорбцией, ионным обменом, дозированием реагентов. Приведены указания по реагентному удалению тяжелых металлов с использованием гидроксидного, карбонатного и сульфидного осаждения, электрохимической очистке сточных вод, реагентного осаждения фосфора и других способов очистки. В качестве сооружений доочистки рассмотрены фильтры с зернистой загрузкой различных конструкций, сетчатые барабанные фильтры, грунтовые фильтрационные площадки, биологические и фильтрационные пруды, пруды-испарители, сооружения для насыщения сточных вод кислородом и другие сооружения.

Раздел «Сооружения для обработки осадков сточных вод» дополнен данными, связанными с использованием современных видов оборудования для динамического уплотнения осадков сточных вод и их механического обезвоживания. Приведены показатели для центрифуг, ленточных фильтр-прессов, камерных и мембранных прессов, шнековых прессов, гидравлических прессов и другого оборудования, которое в настоящее время широко применяются в проектах очистных сооружений.

Разрабатываемое пособие может применяться в качестве источника информации при проектировании сооружений очистки сточных вод в соответствии с требованиями действующих законодательных и нормативных правовых актов и ТНПА в области водоснабжения и водоотведения, здравоохранения, охраны окружающей среды, безопасности жизнедеятельности.

Завершение разработок ТНПА «нового поколения» и пособий к ним позволит получить компактную систему ТНПА, регламентирующую проектирование систем водоснабжения и водоотведения, которая характеризуется минимизацией количества обязательных требований и гармонизацией с положениями международных и межгосударственных стандартов.

### Список использованных источников

1. Концепция совершенствования системы технического нормирования и стандартизации в строительстве на 2016-2020 годы.
2. Технический регламент Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность». ТР 2009/013/ВУ.
3. Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-319-2018.
4. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-320-2018.
5. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-321-2018.
6. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Классификация очистных сооружений сточных вод: СТБ 17.06.02-03-2015.
7. EN 12255-6 Wastewater treatment plants - Part 6: Activated sludge process
8. EPA. Wastewater Technology Fact Sheet Sequencing Batch Reactors
9. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Оценка потенциальной способности к биоразложению с использованием активного ила: ГОСТ 32295-2013.
10. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение биоразлагаемости при аэробных методах очистки: ГОСТ 32537-2013.

УДК502.63

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЕКИ МУХАВЕЦ

**Волчек А. А., Таратенкова М. А.**

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

### Введение

Гидрохимический режим природных вод, особенно речных, не остается постоянным во времени, что вызывает ряд вопросов, касающихся водоподготовки и очистки сточных вод. В настоящее время при проектировании сооружений водоподготовки не учитывается динамика изменения качества природных вод, что приводит к возникновению сложностей на этих станциях и зачастую к увеличению затрат на подготовку воды надлежащего качества. Поэтому при принятии проектных решений требуется обоснование расчетных значений гидрохимических характеристик. Одним из способов решения данного вопроса может стать статистическое моделирование гидрохимического режима природных вод. Применение статистических методов моделирования позволяет обосновать вероятные значения гидрохимических параметров речных вод.

Цель данной работы – обоснование статистической модели, позволяющей описать динамику показателей качества природных вод.

### Исходные данные и методы исследования

Исходными данными послужили временные ряды по следующим гидрохимическим показателям р. Мухавец в створе г. Бреста: взвешенные вещества, растворенный кислород, химическое потребление кислорода, минерализация общая, удельная электропроводность. Для анализа использованы среднемесячные гидрохимические показатели в период с 2010 по 2017 гг. Река Мухавец является типичной рекой Белорус-