

# Анализ данных работы очистных сооружений российских городов – основа для технологического нормирования

Минстроем России и Бюро НДТ Росстандарта в рамках разработки информационно-технического Справочника «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» (ОГВС) проведен сбор исходных данных о действующих объектах ОГВС, для чего в субъекты РФ было направлено соответствующее поручение о заполнении специальной анкеты. Анкета была разработана и утверждена Технической рабочей группой по созданию Справочника (ТРГ-10). Анкетирование проводилось анонимно, на условиях не предоставления собранной информации контролирующим органам. Заполненные анкеты получены более чем по 200 очистным сооружениям поселений и городских округов из всех федеральных округов и большинства субъектов РФ. Выборка составляет около 45 %, что следует оценить не только как представительную, а беспрецедентную по информативности и охвату действующих объектов очистки городских сточных вод.

Журнал «НДТ» в числе первых получил доступ к результатам анализа данных, проведенных рабочей группой.

Статьей авторов исследования, раскрывающей реальное положение дел по технологическим характеристикам процессов очистки сточных вод, журнал продолжает серию публикаций, посвященных разработке технологических показателей нормирования на основе НДТ.

**Д.А. Данилович,**  
канд. техн. наук,  
эксперт-директор журнала  
«НДТ», генеральный директор  
ООО «Технологии  
водоотведения»,  
координатор ТРГ-10  
Росстандарта

**А.Н. Эпов,**  
главный технический  
специалист ООО «Домкопстрой»,  
член ТРГ-10 Росстандарта

**М.А. Канунникова,**  
канд. техн. наук,  
директор направления очистки  
воды ООО «Домкопстрой»

Все очистные сооружения (ОС) городских сточных вод (ГСВ) были разделены на 3 группы по проектной производительности (ПП):

более 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут.;

от 100 до 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут.;

менее 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

При этом ОС производительностью менее 10 тыс. м<sup>3</sup>/сут. рассматривались только при наличии достаточных данных о технологии и анализам сбросов, ОС производительностью менее 5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. анализу не подвергались.

К сожалению, предъявление органами охраны окружающей среды всем предприятиям отрасли заведомо невыполнимых требований к качеству очистки (как правило, на уровне ПДКрыбхоз) привело к тому, что работники очистных сооружений почти повсеместно вынуждены скрывать (в той или иной степени) от контролирующих органов фактическое качество сбросов.

Это маскирует реальную картину, в том числе, зачастую, и от собственника данных сооружений<sup>1</sup>. Полученные анкетные данные были предварительно обработаны по критериям соотношения величин концентраций и соответствия получаемых качественных показателей существующей технологии и нагрузки на станцию. Если сомнения вызывало более 45 % анализов, станция не рассматривалась.

Результаты анализа данных анкет по применению основных технологий на объектах очистки городских сточных вод (ОГСВ) приведены в табл. 1.

**Таблица 1.**  
**ПРИМЕНЕНИЕ**  
**ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
**НА ОБЪЕКТАХ ОГСВ**

Показатели	ОС с различной проектной производительностью, %*			
	более 300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	100-300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	менее 100 м <sup>3</sup> /сут.	в целом по всем группам
Количество объектов, по которым учтены данные	20 ед.	30 ед.	150 ед.	200 ед.
Имеют биологическую очистку	100	96,7	100	99,5
Биологическая очистка осуществляется в аэротенках	100	100	95,6	96,7
Биологическая очистка осуществляется в биофильтрах	0	0	4,4	3,3
Применяется удаление азота (денитрификация)	20	16	14	15
Применяется дефосфатация	10	10	8	8,5
Имеют доочистку	20	29	31	29,6
УФ обеззараживание	25	30	18	20,5
Обеззараживание хлором	35	32	28	29,3
Обеззараживание гипохлоритом натрия	30	22	24	24,3
Обеззараживание нехлорным реагентом	0	0	4	3,0
Не имеют обеззараживания	10	16	26	22,9
Аэробная стабилизация	20	16	24	22,4
Анаэробное сбраживание	35	13	8	11,5
Мехобезвозживание	80	71	31	41,9

\* При использовании нескольких альтернативных технологий на объекте анализ производился с учетом доли данных технологий по расходу обрабатываемых сточных вод.

Проведенный анализ анкет позволяет сделать следующие выводы:

- из 200 объектов на 199 эксплуатируются сооружения биологической очистки, всего на 6 она реализована по технологии биофильтров (везде устаревшей);
- менее 10 % ОС используют современные технологии, обеспечивающие удаление азота и фосфора. Тенденция к увеличению этой доли с увеличением проектной производительности наблюдается, но не принципиальная;

<sup>1</sup> В связи с этим перед проведением анкетирования наиболее острым был вопрос адекватности предоставленных данных. По настоянию одного из авторов статьи Бюро НДТ был утвержден механизм анонимности собираемых данных (в анкете подчеркивалась необходимость предоставления реальных данных).

- около 30 % объектов имеют сооружения доочистки, однако согласно данным анкет, эффективность подавляющего большинства этих сооружений очень низкая;
- экологически безопасное УФ обеззараживание опережает в своем развитии технологии удаления азота и фосфора, достигнув 20 % от общего количества объектов;
- наибольший прогресс достигнут в переходе на механическое обезвреживание – его применяют на более чем 40 % объектов и 75 % ОС с ПП свыше 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут.;
- стабилизация осадка (анаэробное сбраживание и аэробная стабилизация) используется всего на 1/3 объектов, при этом на 2/3 от этого количества применяется малоэффективный и энергоемкий метод аэробной стабилизации. На большинстве объектов анаэробное сбраживание работает неэффективно.

## ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

В последние десятилетия произошло существенное снижение нагрузки на сооружениях ОГСВ. Распределение ОС по величине гидравлической нагрузки приведено в табл. 2.

Таким образом, имеющиеся мощности сооружений на большинстве рассмотренных станций имеют хороший потенциал для внедрения современных технологий биологической очистки, который на данный момент мало реализован. Однако следует учитывать два важных фактора:

основные мощности сооружений были построены в 70–80-е годы XX в., при реконструкции требуется восстановление состояния железобетонных конструкций. Это увеличивает стоимость работ от 50 до 500 % относительно ретехнологизации (изменения технологии с заменой оборудования);

с учетом того, что массовая нагрузка на сооружениях ОГСВ формируется пропорционально количеству жителей с учетом сбросов промышленных предприятий, величина недогрузки по проектным показателям абсолютно не тождественна недогрузке по загрязняющим веществам. На объектах ОГСВ только сооружения механической очистки и отстаивания рассчитывают по расходу, остальные сооружения – по массовой нагрузке.

Ситуация по загрязненности сточных вод показана в табл. 3 и 4.

**Таблица 2.**  
**Оценка фактической гидравлической нагрузки на ОС**

Оценка нагрузки	ОС с различной проектной производительностью, %		
	более 300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	100–300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	менее 100 м <sup>3</sup> /сут.
Работают с незначительной перегрузкой	0	11	1
Близко к проектной производительности (70–100 %)	21	27	12
Существенно недогружены (50–70 %)	48	42	19
Низкая нагрузка (менее 50 %)	32	20	68

**Таблица 3.**

**ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ПОСТУПАЮЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ПО ОРГАНИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНЕНИЯМ\***

Диапазон загрязненности по взвешенным веществам/БПК <sub>5</sub> , мг/л	Количество предприятий, %		
	более 300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	100–300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	менее 100 тыс. м <sup>3</sup> /сут.
Низкоконтцентрированные (менее 150/130)	21/22	28/31	30/30
Среднеконцентрированные (150–250/150–230)	44/42	48 /48	50/57
Высококонтцентрированные (свыше 250/230)	35/36	24/21	20/13

\* Перед чертой – взвешенные вещества, после черты – БПК<sub>5</sub>.

**Таблица 4**

Диапазон загрязненности по аммонийному азоту/фосфору фосфатов, мг/л	Количество предприятий, %		
	более 300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	100–300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	менее 100 тыс. м <sup>3</sup> /сут.
Низкоконтцентрированные (менее 25/менее 2,2)	6/22	41/33	30/30
Среднеконцентрированные (25–35/2,2–3,0)	67/39	40 /41	38/33
Высококонтцентрированные (свыше 35/3,0)	27/39	19 /26	32/37

Анализ концентраций поступающих стоков показывает увеличение их разброса с уменьшением производительности станции, что объясняется большим диапазоном удельных расходов и увеличением влияния промышленных стоков. Характерные диапазоны для городских стоков суммированы в таблице 5.

В результате снижения удельного водоотведения уже 25–35 % ОС с проектной производительностью свыше 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. получают сточные воды, которые в условиях РФ являются высококонтцентрированными.

Также существенен факт, что, несмотря на снижение удельного водоотведения, около 1/3 всех ОС с проектной производительностью менее 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут. получают низкоконтцентрированные сточные воды, в том числе по азоту и фосфору.

**Таблица 5.**  
**ХАРАКТЕРНЫЕ ДИАПАЗОНЫ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОСНОВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ИСХОДНОМ ГОРОДСКОМ СТОКЕ**

Показатель	Низко концентрированные стоки, мг/л	Средне концентрированные стоки, мг/л	Концентрированные стоки, мг/л	При влиянии промышленных стоков, мг/л
Взвешенные вещества	Менее 150	150–250	Свыше 250	Больше 400
БПК <sub>5</sub>	Менее 130	130–230	Свыше 230	Больше 400
ХПК	Менее 300	300–600	Свыше 600	Больше 800
Азот аммонийный	Менее 25	25–35	Свыше 35	Более 50
Фосфор фосфатов	Менее 2,2	2,2–3,5	Свыше 3,5	Более 5

## СБРОСЫ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ. ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКИХ ЭМИССИЙ

### ВЗВЕШЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА

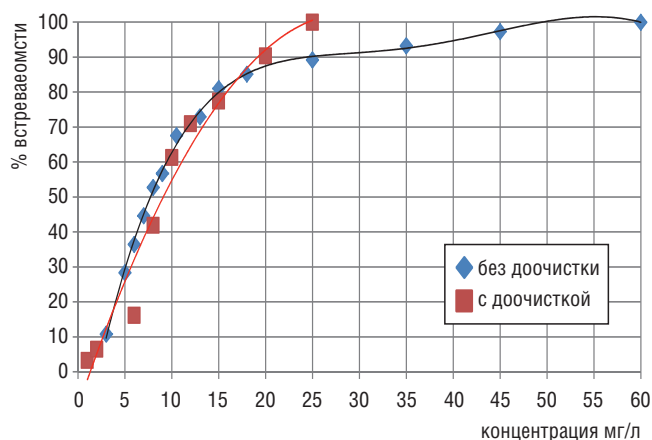
Поскольку около 1/3 ОС оснащены сооружениями доочистки, которые представлены зернистыми фильтрами, биореакторами с ершовой загрузкой и биопрудами, то для оценки влияния доочистки для станций производительностью менее 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (наиболее репрезентативная выборка) оценивалось качество очистки по взвешенным веществам для сооружений, имеющих доочистку и работающих без доочистки. Эти данные представлены на рис. 1.

### КАК ИНТЕРПРЕТИРОВАТЬ ГРАФИКИ

ГРАФИК ХАРАКТЕРИЗУЕТ ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ПАРАМЕТРА В ОБЩЕЙ ВЫБОРКЕ ДАННЫХ.

НАПРИМЕР, НА РИС. 2 КРИВАЯ ДЕМОНСТРИРУЕТ, ЧТО В 97 % СЛУЧАЕВ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЕЛИЧИНЫ ХПК НЕ ПРЕВЫШАЛА 140 мг/л, а в 39 % – БЫЛА НИЖЕ 30 мг/л. ТАКАЯ ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЗВОЛЯЕТ ХАРАКТЕРИЗОВАТЬ ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ДИАПАЗОНА ЗНАЧЕНИЙ. ТАК, КОНЦЕНТРАЦИЯ ХПК В ДИАПАЗОНЕ 50–80 мг/л НАБЛЮДАЛАСЬ В 27 % СЛУЧАЕВ (ЧИСЛО ЯВЛЯЕТСЯ РАЗНИЦЕЙ ВЕЛИЧИН ВСТРЕЧАЕМОСТИ ГРАНИЦ ДИАПАЗОНА: 92–65).

Рис. 1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ОГСВ С ПП МЕНЕЕ 100 ТЫС. М<sup>3</sup>/СУТ.



Хорошо видно, что в диапазоне от 5 до 20 мг/л распределение взвешенных веществ в очищенной воде практически совпадает для станций, имеющих доочистку, и работающих только с вторичными отстойниками.

Для 25 % рассмотренных станций доочистка действительно позволяет получать очищенную воду с концентрациями взвешенных веществ менее 7 мг/л, что соответствует хорошо работающим сооружениям доочистки, в остальных случаях существующие сооружения доочистки не эффективны.

После вторичных отстойников, без использования сооружений доочистки, на 80 % объектов качество очистки по взвешенным веществам – не более 15 мг/л, что соответствует нормам проектирования в СССР. Таким образом, 80 % сооружений производительностью менее 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. достигают проектного качества очистки по взвешенным веществам.

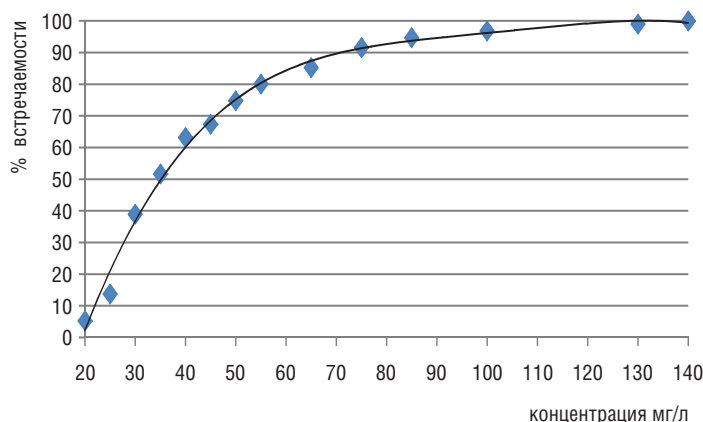
Более того, 70 % очистных сооружений работают с выносом взвешенных веществ менее 10 мг/л. Это показывает, что при низкой нагрузке на вторичные отстойники очистка стока до величины менее 10 мг/л может достигаться с высокой надежностью.

В диапазоне ПП 100–300 тыс. м<sup>3</sup>/сут. также 80 % сооружений обеспечивают проектное качество очистки до 15 мг/л, и 60 % – менее 10 мг/л. Для ПП более 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут. 70 % станций укладываются в проектные 15 мг/л. Эффективная доочистка наблюдается менее чем в 10 % случаев.

### БПК<sub>5</sub> и ХПК

От 30 до 45 % объектов обеспечивают БПК<sub>5</sub> в диапазоне 5–6 мг/л, что связано, в основном, с существенной недогрузкой сооружений, причем верхнее значение относится к ОС с меньшей ПП, нагрузка на которые ниже. Качество очистки до 10 мг/л обеспечивается надежно на 60–75 % сооружений и может быть оценено как хороший результат для работы с вторичными отстойниками. Качество очистки до 15 мг/л (проектная величина для ОС советских времен постройки, без доочистки) обеспечивается на 85–95 % станций (верхнее значение – также для меньшего диапазона ПП).

Существенно больше разброс данных по ХПК (см. рис. 2). Основной диапазон величины ХПК, характерный для 50 % случаев, составляет от 30 до 60 мг/л. Однако в отличие от взвешенных веществ и БПК<sub>5</sub>, величина ХПК зависит не только от глубины очистки по органическим веществам, но и от состава исходной воды – бионеокисляемой части ХПК, которая и дает дополнительный разброс ХПК в очищенной воде.



**Рис. 2.**  
**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ**  
**ВСТРЕЧАЕМОСТИ ВЕЛИЧИНЫ**  
**ХПК для сооружений ОГСВ**  
**с ПП менее 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут.**

### Биогенные элементы

Распределение концентраций форм азота и фосфора приведено в табл. 6.

**Таблица 6.**  
**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ**  
**КОНЦЕНТРАЦИЙ ФОРМ**  
**АЗОТА И ФОСФОРА**

Загрязняющее вещество	Диапазон загрязненности, мг/л	Распределение загрязненности по аммонийному азоту/фосфору фосфатов, %, по объему стока		
		более 300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	100–300 тыс. м <sup>3</sup> /сут.	менее 100 тыс. м <sup>3</sup> /сут.
Аммонийный азот	Менее 1	30	35	38
	1–2	30	15	28
	2–3	16	15	4
	3–10	19	27	15
	Более 10	5	8	15
Азот нитратов	Менее 10	40	60	40
	10–15	25	25	25
	Более 15	35	15	35
Азот нитритов	Менее 0,1	35	45	45
	0,1–0,2	25	20	20
	0,2–0,5	40	30	15
	Более 0,5	0	5	10
Фосфор фосфатов	Менее 0,5	0	20	5
	0,5–1	28	23	19
	1–1,5	17	17	6
	1,5–2,5	17	30	35
	Более 2,5	38	10	35

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

а) Относительно нитрификации:

- на 50–65 % станций происходит нитрификация до остаточного содержания аммонийного азота менее 2 мг/л, что можно охарактеризовать как хороший результат. Причиной этого, в основном, является недогрузка сооружений биологической очистки при достаточном количестве кислорода;

- на 15–27 % станций нитрификация происходит частично;

- на 5–15 % станций нитрификация происходит неудовлетворительно.

б) Относительно денитрификации:

- доля станций, на которых содержание азота нитратов не превышает 10 мг/л (40–60 %) существенно выше доли объектов, на которых внедрена технология денитрификации (10–20 %). Это различие может быть вызвано следующими причинами: неразвитой нитрификацией, при которой азот в основном остается в виде аммонийного (5–15 %), симультанной денитрификацией, а также нельзя исключить фактор недостоверности части информации;

- на 15–35 % ОС баланс образования и удаления нитратов приводит к их содержанию свыше 15 мг/л.

в) Относительно нитритов:

- 35–45 % ОС – содержание нитритов не превышает 0,1 мг/л;

- наиболее часто встречается концентрация в диапазоне 0,2–0,5 мг/л;

- содержание выше 0,5 мг/л отмечается весьма редко.

Таким образом, нет никаких практических оснований определять величину ПДКрыбхоз (0,02 мг/л) как целевой технологический показатель технологий, так как она недостижима.

г) Относительно фосфатов:

- технология удаления фосфора используется на 8–10 % сооружений, однако концентрации фосфора фосфатов менее 1 мг/л достигаются на 19–28 % ОС. В целом такой эффект вызывает определённые сомнения, хотя в ряде случаев удаление фосфора может происходить на необорудованных для этого очистных сооружениях, например при

бросе в сеть значительного количества железа или алюминия с водопроводными осадками. На остальных 80 % сооружений необходимо улучшать технологию с переходом на удаление фосфора,

- до 40 % ОС сбрасывают значительные концентрации фосфора фосфатов – свыше 2,5 мг/л.

д) Относительно азота.

Выводы по оценке ситуации с удалением азота могут быть сделаны только на основе анализа показателя «Азот общий». Однако он практически не контролируется на отечественных ОС. Для оценки эффективности процесса очистки концентрации общего азота на входе и выходе были получены на основании данных анкет расчетным путем, при этом:

- входящий общий азот был принят равным 1,25 от концентрации аммонийного азота;

- общий азот в очищенной воде был принят как сумма всех трех минеральных форм +1 мг/л.

Результаты оценки эффективности удаления общего азота приведены на рис. 3. Анализируя результат, важно учитывать, что процесс биологической очистки удаляет азот на прирост активного ила (входит в состав бактерий при потреблении органического вещества) в количестве 5–10 мг/л. При средней концентрации общего азота 30–35 мг/л базовая эффективность удаления азота находится в диапазоне 15–35 %.

Анализируя графики эффективности удаления азота, можно сделать следующие выводы:

- удаление азота на прирост ила (без проявлений денитрификации), в пределах вышеуказанных 35 %, объясняет, соответственно, 10, 28 и 30 % проанализированных случаев;

- выраженное удаление азота (характеризуемое как более 65 %), обеспечивается на станциях с проектной производительностью:

- более 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут. – 25 % ОС (среди них доля с БНД – 20 %),

- 100–300 тыс. м<sup>3</sup>/сут. – 12 % (доля с БНД – 16 %),

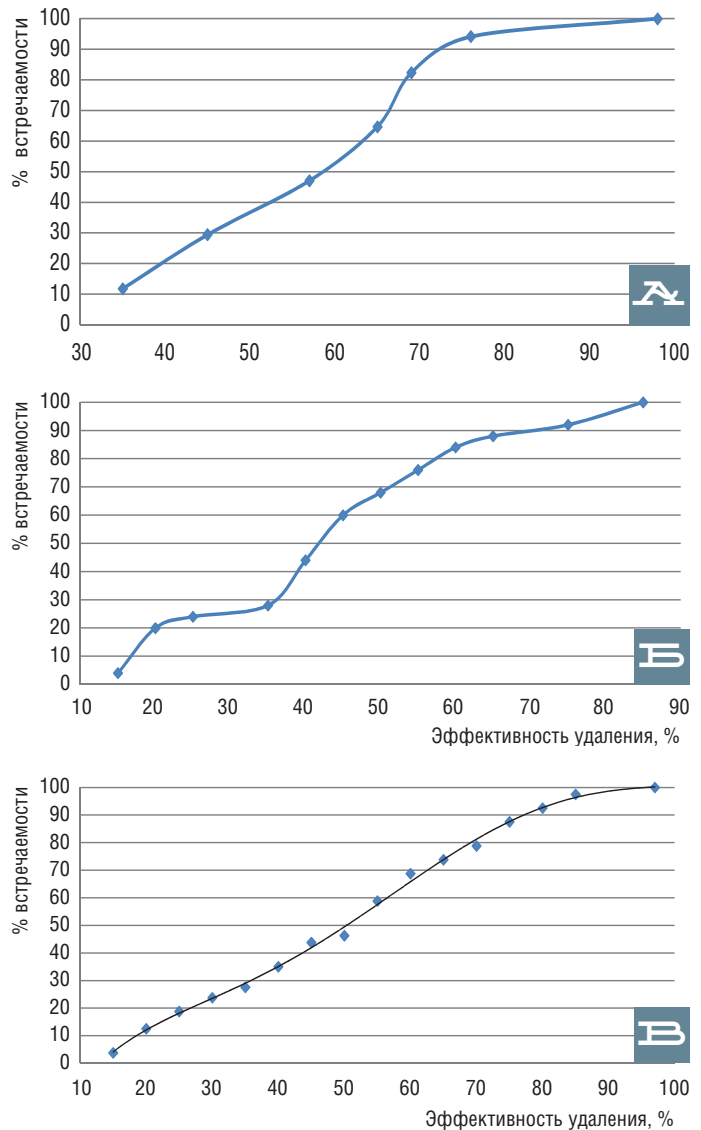
- менее 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. – 25 % (доля с БНД – 14 %).

При этом согласно табл. 1 (графа денитрификация) биологическая очистка с удалением азота (БНД) применяется, соответственно, на 20, 16 и 14 % объектов по группам ПП. Таким образом, процент встречаемости высокой эффективности удаления азота примерно соответствует количеству станций с внедрённым процессом денитрификации.

Остальные 55–65 % сооружений работают с удалением азота от 35 до 65 %.

Такой результат может быть достигнут при самопроизвольной или налаженной денитрификации благодаря наличию зон с низкими концентрациями кислорода. Этому способствует:

- существенная недогрузка ОС по расходу в результате снижения водопотребления, приводящая к увеличению времени контакта сточной воды с активным илом и позволяющая развиваться процессам нитрификации,
- неудовлетворительное состояние аэрационных систем и невысокие концентрации растворенного кислорода во многих из описанных случаев также приводит к развитию симультанной (одновременной) денитрификации и снижению общего азота на 5–7 мг/л. В ситуациях с невысоким уровнем содержания общего азота это может обеспечивать достижение нормативных требований по соединениям азота.



**Рис. 3.**  
**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЯ АЗОТА:**  
 а) для сооружений ОГСВ с ПП более 300 тыс. м³/сут.;  
 б) для сооружений ОГСВ с ПП 100–300 тыс. м³/сут.;  
 в) для сооружений ОГСВ с ПП менее 100 тыс. м³/сут.

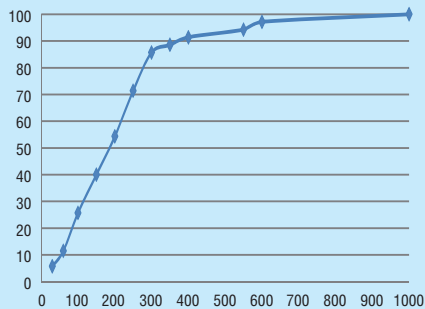
### ТЕХНОГЕННЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Данные по содержанию техногенных загрязнений<sup>2</sup> в очищенной воде приведены на рис. 4. Статистическая обработка проводилась по тем загрязняющим веществам, для которых присутствовала достаточная для анализа выборка. В нее не вошли: никель, хром, ртуть.

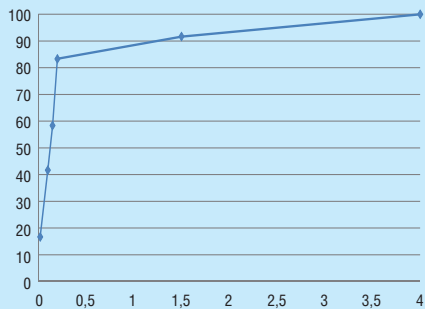
<sup>1</sup> Условное наименование загрязнений, не характерных для проанализированных бытовых загрязнений – показателей качества очистки (ПКО ГСВ).



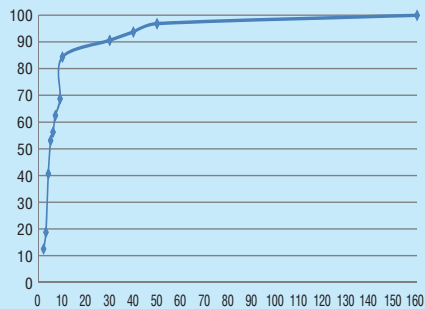
# ПРИНЦИП НДТ



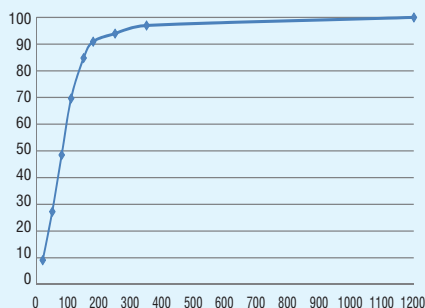
**ЖЕЛЕЗО**



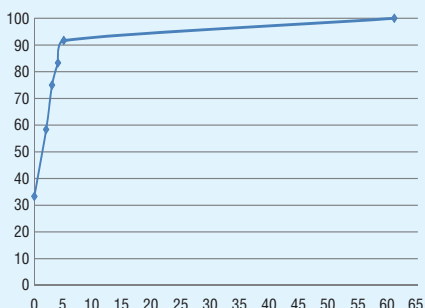
**КАДМИЙ**



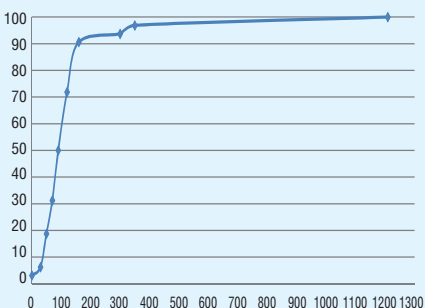
**МЕДЬ**



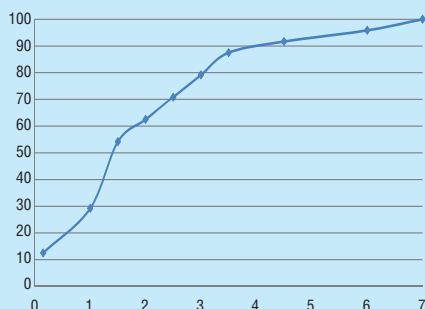
**НЕФТЕПРОДУКТЫ**



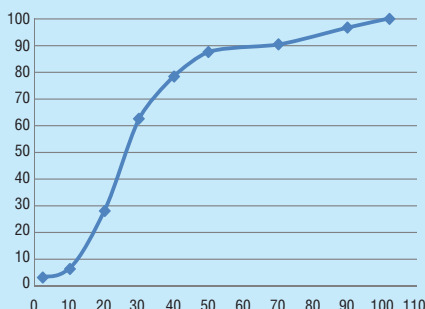
**СЕРОВОДОРОД**



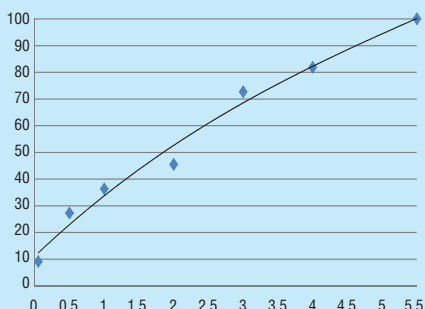
**СПАВ**



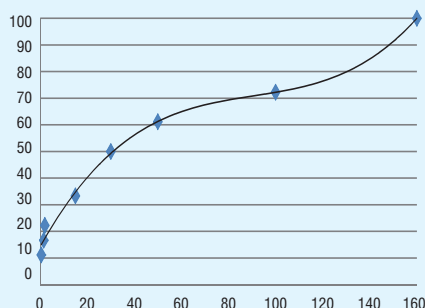
**ФЕНОЛЫ**



**ЦИНК**



**СВИНЕЦ**



**МАРГАНЕЦ**

**Рис. 4.**  
**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ**  
**в очищенной воде для всей выборки сооружений ОГСВ.**  
 По оси абсцисс – концентрация, мкг/л, по оси ординат –  
 процент встречаемости данных

Обобщение информации о содержании техногенных загрязнений в очищенных стоках ОГСВ и эффективности их удаления приведено в табл. 7.

Результаты анализа по техногенным загрязнениям позволяют сделать следующие выводы:

1) для большинства рассматриваемых загрязнений даже основной диапазон разброса концентраций в очищенной воде составляет 10 и более раз, только для меди и цинка – 5 раз. Причем практически для всех загрязнений распределение величин носит во многом равномерный характер. Таким образом, для этих загрязнений невозможно ни определить наиболее вероятные, ни предельные концентрации в очищенной воде. Это позволяет утверждать, что концентрации техногенных веществ в очищенной воде не могут быть предметом технологического нормирования;

2) фактические величины концентраций практически никак не соотносятся с ПДКрыбхоз:

- по кадмию и свинцу во всех пробах достигаются ПДКрыбхоз;
- по меди и цинку практически ни на одном объекте ПДКрыбхоз не достигаются. Для меди фиксируется наибольшая кратность превышения – в 10 раз по верхней границе основного диапазона;

- по 5-ти техногенным веществам (нефтепродукты, железо, марганец, фенолы, сероводород) вероятность достижения ПДКрыбхоз составляет 15–37 %, т.е. является небольшой,

- по СПАВ ПДК рыбхоз достигается на 58 % объектов.

3) для большинства техногенных загрязнений основной диапазон эффективности удаления весьма высок:

- для железа, кадмия, меди и марганца он находится в диапазоне 70–99 %,
- для нефтепродуктов, сероводорода и СПАВ – 90–100 %,
- для фенолов и цинка достигаются высокие значения, но диапазон весьма размыт и начинается примерно с 50 %,
- для свинца диапазон размыт, что, однако, не имеет практического значения, так как все значения находятся ниже ПДК.

4) для окисляемых техногенных загрязнений удаление происходит наиболее эффективно. Однако причины более низких, нежели основной диапазон, значений эффективности, не изучены. Весьма вероятно, что они вызваны более низкими значениями входящей концентрации. Поэтому нет оснований установить для окисляемых техногенных загрязнений технологический норматив по нижней границе основного диапазона эффективности удаления.

**Таблица 7.**  
**Сводные данные по удалению техногенных загрязнений**

Загрязняющее вещество	Основной диапазон концентрации в очищенной воде, мкг/л / количество объектов в этом диапазоне, %	ПДК рыбхоз, мкг/л / % объектов, где они достигаются в очищенной воде / кратность превышения ПДК верхней границей основного диапазона	Основной диапазон эффективности удаления, % / количество объектов в этом диапазоне, %
Железо	30–300 / 85	100 / 20 / 3	70–99 / 80
Кадмий	0,02–0,2 / 83	5 / 100 / –	80–99 / 74
Медь	2–0 / 84	1 / 0 / 10	70–99 / 83
Нефтепродукты	20–180 / 90	50 / 15 / 3,6	90–99 / 81
Сероводород	0–5 / 91	0,01 / 37 / 500	99,5–100 / 75
СПАВ	30–160 / 84	100 / 58 / 1,6	90–98 / 81
Фенолы*	0,15–3,5 / 87	1 / 29 / 3,5	96–99,8 / 45
Цинк	10–50 / 81	10 / 6 / 5	50–96 / 84
Свинец**	0,05–5,5 / 90	6 / 100 / –	5–85 / 54
Марганец	0,5–50 / 50	10 / 26 / 5	70–100 / 65

5) все тяжелые металлы характеризуются весьма широким основным диапазоном разброса эффективности удаления – в пределах 30–50 %. Это однозначно не позволяет использовать эффективность удаления как технологический норматив.

В целом можно сделать вывод, что, несмотря на то, что все современные технологии очистки ГСВ не рассчитаны на удаление техногенных загрязнений, оно происходит весьма эффективно. Окисляемые загрязнения удаляются примерно на уровне общих органических загрязнений (по БПК<sub>5</sub>), а тяжелые металлы – в основном существенно выше, чем азот и фосфор.

Проведенный анализ для техногенных загрязнений позволяет сделать вывод, что их концентрации в очищенной воде распределяются случайным образом и мало зависят от концентраций в поступающей воде. Процесс очистки происходит весьма эффективно, но не может контролироваться службой эксплуатации.

### Выводы

Проделанный анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. Большинство (более 90 %) имеющихся ОС ГСВ по своему уровню использует технологии 60-х годов и не обеспечивают удаление азота и фосфора. На большинстве ОС ГСВ применяется обеззараживание хлором и хлор-реагентами, что, обеспечивая дезинфекцию, наносит выраженный экологический вред водным объектам.

2. Значительная группа сооружений (около 30–40 %) работает с хорошим качеством очистки по основным загрязнениям.

3. В настоящее время отсутствуют технологии, целевым образом удаляющие техногенные загрязнения. С учетом приведенных результатов анализа данных для техногенных загрязнений представляется невозможным технологическое нормирование

как концентраций в очищенной воде, так и эффективности удаления. В практической работе по нормированию загрязняющих веществ на основе технологических показателей НДТ необходимо ограничиться загрязняющими веществами, характеризующими бытовые загрязнения (ПКО ГСВ).

4. Бесплезно подотрасли, которая смогла за 20 лет не в самых неблагоприятных экономических условиях модернизировать до современного уровня только 10 % сооружений биологической очистки, ставить задачу реконструировать остальные 90 % за 7 лет действия программ повышения экологической эффективности (по Федеральному закону № 219-ФЗ).

5. Сложившаяся в подотрасли ситуация определяет необходимость применения видоизмененных подходов в применении НДТ и в трактовке самой терминологии. Термин «наилучшие» в данных условиях должен означать наибольшую эколого-экономическую эффективность технологии – максимальное количество предотвращенного вреда окружающей среде на рубль вложенных средств. Использование решений, которые ведут к перерасходу средств относительно решаемой задачи, таких как строительство объектов без учета фактической отрицательной динамики водоотведения (про запас), а также применение стадии доочистки (без исключительных оснований) не должно считаться переходом на НДТ. Очень важно при определении эколого-экономической эффективности применять комплексный подход, учитывая фактическое экологическое состояние водных объектов, не внедряя более дорогостоящих технологий.

6. Необходимо формализовать критерии выбора объектов для реконструкции, осуществляемой с использованием бюджетных средств, которые позволили бы сконцентрировать усилия лишь на тех из них, качество очистки на которых существенно ниже среднеотраслевого уровня по данной группе по производительности сооружений. ●