



# Проблемы обслуживания очистных сооружений и способы их решения

Михаил Пукемо

**В** России, по данным Росстата, наибольшее количество территорий с высокой долей загрязненных сточных вод, сбрасываемых в водоемы, находится в местах с наибольшей плотностью населения. Наибольшее количество районов с долей загрязненных сточных вод от 80 до 100% находится в европейской части РФ. Естественно, что такое положение дел напрямую отражается на качестве водоемов, в бассейне которых происходит сброс недолжным образом очищенных сточных вод.

В последние годы появилась тенденция к снижению общего количества сточных вод. Так, с 2010 по 2013 гг. общий объем сточных вод в России снизился на 6295 млн. м<sup>3</sup>/год (таблица 1), при этом общий объем сточных вод без очистки снизился всего лишь на 1326 млн. м<sup>3</sup>/год.

Доля неочищенных сточных вод, сбрасываемых в водоемы, составляет 35,4%, то есть более чем треть всех сбрасываемых сточных вод наносит огромный экологический вред водоемам (рис. 1).

В настоящее время экономические реалии подталкивают потребителей в сторону экономии воды. В домохозяйствах применяется современная сантехника, позволяющая экономить воду, а на предприятиях внедряются водооборотные системы. По данным Росстата, с 2010 по 2013 гг. было построено и запущено водооборотных систем общей производительностью более чем 6000 млн. м<sup>3</sup>/год (рис. 2). В связи с этим есть основание полагать, что уменьшение общих объемов сточных вод связано с усилившейся экономией воды потребителями.

Как следует из анализа, проведенного Росстатом (таблица 2), основное количество населенных пунктов, не оборудованных системами канализования, относится к сельским. Сельских населенных пунктов, не имеющих канализацию, почти в семь раз больше, чем поселков имеющих водопровод. Наглядно это видно на рис. 3-4.

В настоящий момент можно с уверенностью констатировать стабильно ухудшающуюся ситуацию с состоянием канализационных сетей. На сегодняшний день требуют замены 34,6 тыс. км канализационных сетей, что составляет 42,7% от всей протяженности канализационных сетей. Начиная с 1995 по 2014 гг., протяженность

**В настоящий момент в России, особенно в сельской местности, сложилась плачевная ситуация с уровнем квалификации персонала, привлеченного к эксплуатации очистных сооружений (ОС). Причем чем меньше очистные сооружения, тем более вопиющее несоответствие персонала занимаемым должностям. В малых населенных пунктах ОС перегружены. Ситуацию может исправить распределенная очистка сточных вод в месте их возникновения. В статье рассмотрена одна из наиболее совершенных технологий очистки, называемая самобалансирующейся.**

**Ключевые слова:** эксплуатация очистных сооружений, распределенная очистка сточных вод, самобалансирующаяся очистка сточных вод, канализационные сети.

сетей, требующих ремонта, увеличилась более чем на 22 тыс. км (рис. 5).

Неудовлетворительное состояние канализационных сетей приводит к обильной инфильтрации грунтовых, ливневых и паводковых вод в канализационные очистные сооружения, перегружая их и нарушая технологический процесс очистки сточных вод. Одновременно с инфильтрацией происходит обратный процесс загрязнения грунтовых вод неочищенными сточными водами из разрушенных сетей канализации.

Следует также отметить низкий уровень квалификации подрядных организаций при строительстве линейных объектов в небольших населенных пунктах и коттеджных поселках. Построенные сети изначально не имеют герметичности и обильно работают на инфильтрацию грунтовых и поверхностных вод.

При инфильтрации грунтовых вод очистные сооружения получают, помимо повышенной гидродинамической нагрузки, дополнительную нагрузку по взвешенным веществам, в частности, песку, что существенно уменьшает ресурс работы оборудования очистных сооружений и увеличивает эксплуатационные затраты на их содержание. Попутно при эксплуатации негерметичных сетей в грунте образуются пустоты, вызывающие разрушения дорожных покрытий. Вследствие нарушения расчетной гидродинамической нагрузки на ОС избыточная вода нарушает технологические процессы биологической стадии очистки, изменяя время экспозиции, вынос биомассы и прочие негативные последствия, ведущие к нарушению технологического процесса очистки и не соответствия очищенного стока предъявляемым нормативам.

В этой связи видится перспективным отказ от прокладки больших коллекторов, собирающих стоки от нескольких населенных пунктов для их централизованной очистки, и переход на очистку стоков непосредственно от населенного пункта. Такой подход к организации канализования снизит капитальные вложения на строительство и проектирование инженерных сетей, эксплуатационные затраты на их содержание, ремонт и обслуживание канализационных сетей, снизит нагрузку на ОС от инфильтрации грунтовых и поверхностных вод, что приведет не только к экономическому эффекту, но и обеспечит более высокий уровень очистки сточных вод от небольших населенных пунктов.

## **Потребность в обслуживании наиболее распространенных конструкций ОС**

В настоящее время наиболее распространенной технологией при строительстве очистных сооружений является так называемая классическая технология, описанная в еще советских учебниках. Естественно, что эта же технология лежит в основе большинства существующих очистных сооружений.

Биологической составляющей классической технологии очистки является очистка активным илом. Из-за необходимости формировать биоценоз широкого спектра, для эффективной очистки сточных вод, в «классической» технологии применяется рециркуляция активного ила, основной задачей которой является повышение возраста активного ила и выращивание штаммов бактерий имеющих большой период созревания. Именно из-за этой особенности технологии и



■ **Таблица 1.** Объемы сточных вод России (данные Росстата)

Объем сточных вод, млн. м <sup>3</sup> /год	2010	2011	2012	2013
1. Общий? объем сточных вод, в том числе:	49191,3	48095,44	45525,71	42895,53
2. Общий объем загрязненных (без очистки и недостаточно очищенных) сточных вод, в том числе:	16515,83	15966,07	15678,34	15189,24
3. Объем загрязненных сточных вод, сброшенных без очистки, в том числе:	3416,61	3298,39	3084,9	2962,96
4. Доля загрязненных сточных вод, сброшенных без очистки в общем объеме стоков (%), из нее в:	6,95	6,86	6,78	6,91
5. Сброшено нормативно-очищенной на сооружениях очистки воды в том числе:	1877,74	1839,87	1709,87	1709,14
6. Доля нормативно-очищенной на сооружениях очистки воды в общем объеме стоков (%), из нее в:	3,82	3,83	3,76	3,98

появляются сложности с эксплуатацией ОС указанного типа.

При обслуживании биологических очистных сооружений с классической технологией появляется проблема с персоналом. Настроить ОС классического типа могут только квалифицированные специалисты. В штате ОС должен находиться специалист-микробиолог (хотя бы по совместительству) и специально подготовленный оператор очистных сооружений, который мог бы адекватно диагностировать состояние биоценоза активного ила. При этом едва ли найдутся хотя бы одни ОС поселкового масштаба, на которых работал бы микробиолог или хотя бы технолог по очистным сооружениям. Отсутствие профильных специалистов, равно как и подготовительных учебных заведений в районах либо нет, либо специалистов крайне мало. Некоторые очистные сооружения и водоканалы ищут операторов очистных сооружений с заработной платой в 8000 руб., что делает невозможным привлечение квалифицированного специалиста.

Оптимизация затрат коммунальных служб зачастую выливается в полное игнорирование регламента обслуживания ОС. Обслуживание производится по остаточному принципу и сводится в основном только к ремонту вышедших из строя агрегатов и машин.

Следует также отметить чрезвычайную перегруженность существующих ОС в малых населенных пунктах.

Эти замечания также относятся ко всем технологиям ОС, которые используют свободно открепленный активный ил для обеспечения биологической стадии очистки, например, таким как SBR-технологии и мембранные биореакторы.

Другим аспектом обслуживания является техническое обслуживание оборудования ОС. Не будет являться секретом то, что с увеличением мощности ОС увеличиваются мощности агрегатов, работающих в технологической цепочке. С одной стороны, есть постулат, что высокопроизводительные агрегаты имеют меньшие

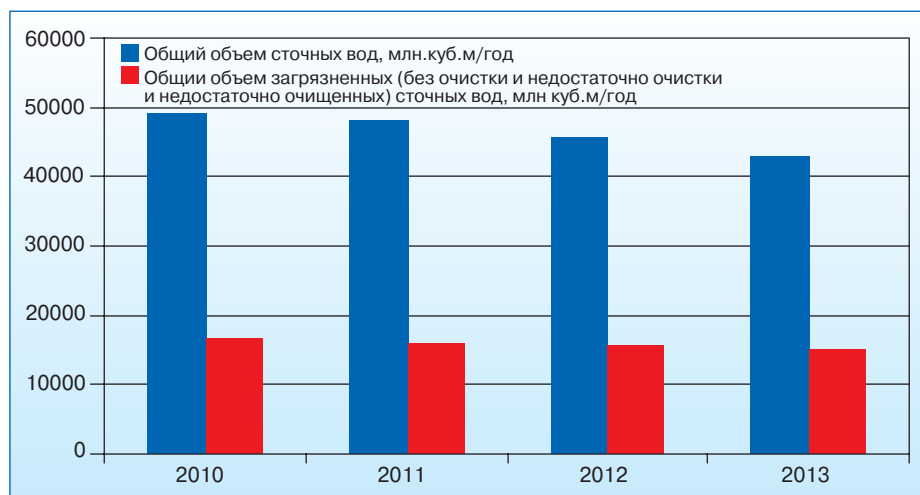
удельные затраты на единицу совершаемой работы, но этот посыл верен только в том случае, если загрузка таких агрегатов близка к 100% от расчетной. В случае, если высокопроизводительный агрегат используется не на полную мощность, то КПД и удельные затраты не выдерживают никакой критики. Для решения этой проблемы применяется сложная автоматика, частотное регулирование и прочие хитрости, что в целом усложняет сис-

тему, а, следовательно, ведет к снижению надежности. Ремонт сложных систем доступен только высококвалифицированному персоналу, а о наличии такого персонала мы говорили выше. В дополнение картины надо сказать, что поставка запчастей к высокопроизводительным машинам и агрегатам занимает большое время, а также немалые средства, поскольку в основном эти агрегаты поставляются в заказном порядке.

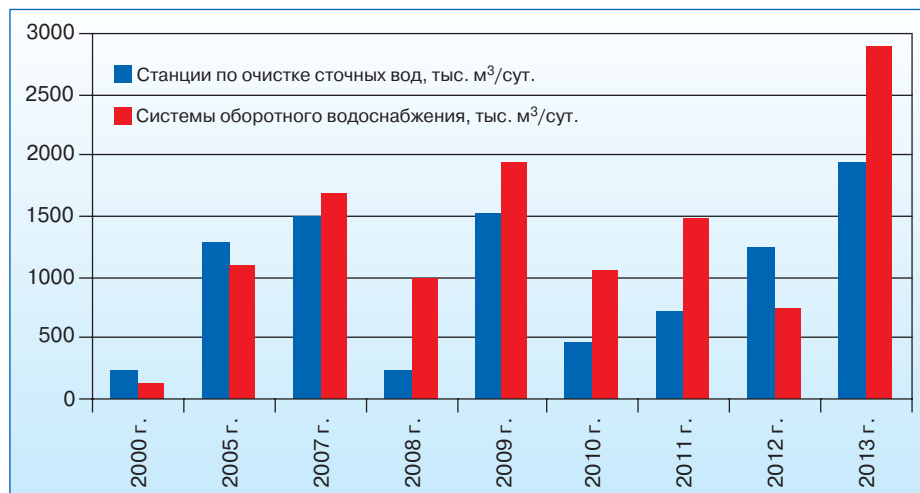
#### Устойчивость качества очистки самобалансирующихся ОС

Наиболее современным подходом к обеспечению биологической стадии очистки, является применение биопленок. Закрепленные биопленки (или иммобилизованный биоценоз) по отношению к свободно открепленному активному илу показали ряд преимуществ. Биопленки в виде иммобилизованного биоценоза имеют высокую резистивность к изменению условий внешней среды по таким параметрам, как pH, температура, наличие питательной среды, концентрация O<sub>2</sub>, наличие токсинов и пр. При организации технологических процессов, в основе которых лежат процессы окисления на

■ **Рис. 1.** Доля неочищенных сточных вод в общем объеме сточных вод



■ **Рис. 2.** Ввод в действие мощностей по охране и рациональному использованию водных ресурсов в России (по данным Росстата)

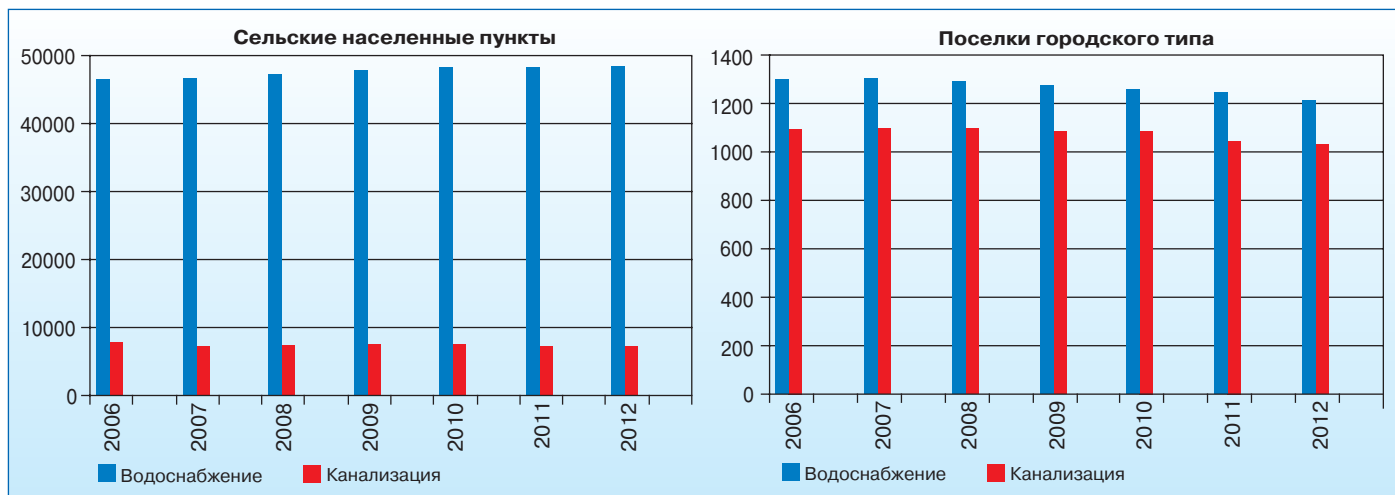




**Таблица.2.** Динамика количества населенных пунктов в России, имеющих водопровод и канализацию, единиц (по данным Росстата)

Год	Число населенных пунктов, имеющих					
	водопровод			водоотведение (канализацию)		
	городов	поселков городского типа	сельских населенных пунктов	городов	поселков городского типа	сельских населенных пунктов
2006	1091	1295	46192	1066	1086	7380
2007	1092	1302	46429	1068	1095	7112
2008	1096	1289	47039	1072	1090	7028
2009	1096	1268	47699	1071	1079	7155
2010	1096	1252	47926	1071	1079	7156
2011	1096	1238	48055	1072	1040	7005
2012	1093	1207	48265	1069	1024	7089

**Рис. 3, 4.** Доля населенных пунктов в России, имеющих водопровод и канализацию, единиц (по данным Росстата)



биофлексах, отпадает необходимость настройки параметров рециркуляции активного ила, так как иммобилизованный биоценоз не имеет фактора времени при формировании видового состава. С учетом этого одним из преимуществ очистки биофлексами является возможность работы ОС на так называемых «бедных» стоках.

К технологиям, использующим иммобилизованный биоценоз, относятся такие широко распространенные технологии, как MMBR, очистные сооружения башенного типа (сухие фильтры), различные виды модернизации классической технологии, а также самобалансирующиеся очистные сооружения. Остановимся на самобалансирующихся ОС.

Это современные ОС, реализующие биологическую стадию очистки при помощи биофлексов. В основе технологии таких ОС лежит имитация работы естественного водоема. Принципиальным отличием от существующих технологий является работа ОС «на малых концентрациях». Все очистное сооружение является одновременно усреднителем. Высокая степень усреднения позволяет сгладить пиковые нагрузки и неравномерность в количественном и качественном составе поступающих на ОС сточных вод. На рис. 6 показана принципиальная схема самобалансирующихся ОС хозяйственно-бытовых стоков.

Технологические преимущества самобалансирующихся ОС:

1. Не требуется микробиологический контроль за работой ОС. Биоценоз, не имея ограничительного фактора времени формирования, формирует свой видовой состав, адекватно поступающим питательным веществам (субстратам) в сточных водах от подключенного объекта. Это и есть функция самобалансирования, не требующая вмешательства персонала.

2. Возможность корректной работы на «бедных» стоках. Нет ограничения по минимальной нагрузке на ОС. Высокая способность к адаптации прикрепленного биоценоза.

3. Простая автоматизация и маломощные агрегаты не требуют специально подготовленного обслуживающего персонала.

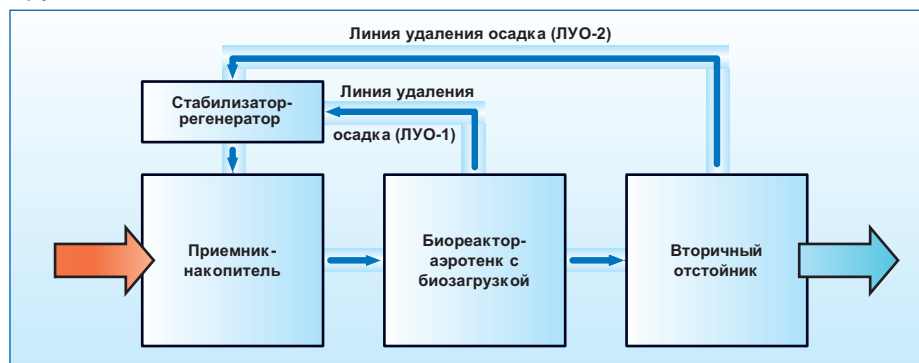
4. В несколько раз меньше количество осадка по сравнению с ОС с применением классической технологии очистки.

**Рис. 5.** Уличная канализационная сеть, нуждающаяся в замене, тыс. км (по данным Росстата)





■ **Рис.6.** Принципиальная схема работы самобалансирующихся очистных сооружений.



### Обслуживание самобалансирующихся ОС

В результате реализации технологии самобалансирующихся ОС обслуживание последних сводится к откачке осадка из приемной камеры накопителя и пополнению реагентов. Присутствие квалифицированного персонала для проведения техобслуживания такого уровня сложности не требуется.

Современным направлением в технике является обслуживание не по регламенту, а по необходимости, в нашем случае это объем фактически очищенного стока. Лидером в этом направлении является автомобильная промышленность, показавшая неоспоримое преимущество и выгоду такого подхода к обслуживанию технических агрегатов. Так, на современных германских автомобилях последних лет выпуска автоматика дает сигнал на замену масла и таких расходных материалов, как фильтры и колодки. В узлы агрегатов и в расходные материалы встроены датчики, контролирующие износ и необходимость замены.

Современные методы автоматизации ОС также позволяют снизить, а в некоторых случаях вообще отказаться от регламентных процедур обслуживания ОС. Информирование обслуживающего персонала дистанционно посредством СМС-сообщений позволяет существенно снизить затраты на обслуживание, отказавшись от штатных сотрудников малых ОС (под малыми ОС понимаются сооружения производительностью до 500 м<sup>3</sup>/сут.)

Основной тенденцией 20-го века в направлении оптимизации коммунальных затрат на канализование было укрупнение ОС, прокладка больших по протяженности канализационных сетей и коллекторов. Оптимизация предполагалась за счет сокращения темпа роста количества очистных сооружений, которое ведет к сокращению темпов роста персонала, занятому в этой области, и прочим административным затратам. Предполагалось, что сокращение затрат на организацию малых очистных сооружений перекроет затраты на устройство сетей канализации. К сожалению, на деле наблюдается процесс деградации существующих канализационных сетей. Увеличивая количество сетей участками между населенными пунктами, мы неизбежно усугубим ситуацию.

Наметившейся тенденцией 21-го века в вопросе организации канализования населенных пунктов можно смело назвать распределенную очистку сточных вод, то есть очистку сточных вод в месте их возникновения.

Такому подходу способствует более глубокое понимание негативного воздействия на окружающую среду. После долгих лет дискуссии о жесткости норм, предъявляемых к водоочистке, в России вступают в силу наилучшие доступные технологии, которые позволяют применять более мягкие нормативы очистки для небольшого количества сточных вод. Разумность такого подхода подтверждает и международная практика.

### Выводы:

Представляется разумным изменить концепцию организации централизованного канализования в сельской местности на концепцию распределенной очистки сточных вод. Для достижения этой цели следует:

- отказаться от прокладки коллекторов между населенными пунктами и начать применять подход, отвечающий концепции распределенной очистки сточных вод. Отказ от больших по протяженности коллекторов также позволит отказаться от затрат на транспортировку стока при помощи мощных КНС, необходимость в которых почти всегда возникает при транспортировке стока на большие расстояния;

- начать внедрение самобалансирующихся ОС в сельских населенных пунктах. Самобалансирующиеся ОС при минимальном обслуживании и неудовлетворительном качестве канализационных сетей имеют ряд преимуществ. Монтаж таких систем не требует специалистов по монтажу и запуску ОС. Все работы являются общестроительными и могут быть выполнены подрядчиками, имеющими соответствующий допуск СРО. Уже установленные системы зарекомендовали себя как неприхотливые и надежные в эксплуатации оборудование.

### Литература:

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2013 году». - М.: НИИ-Природа, 2014. - 270 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году». - М.: НИИ-Природа, 2014. - 463 с.
3. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2014 году». - Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2015. - 436 с.
4. Пукемо М.М. «Современные технологии при строительстве очистных сооружений», ООО «Издательский дом «Орион», журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение», 2015/4 (88) ISSN2072-2710.
5. Алексеев Е., Жуков С., Пукемо М.М. «Исследование характеристик биологической загрузки созданной на основе конструкционных порошково-волокнистых полимерных материалов», научно-технический журнал «Водные ресурсы и водопользование». №9-(140)-2015. ISSN 2225-577X.

## Maintenance problems of treatment plants and their solutions

Currently in Russia, especially in rural areas, there is a deplorable situation with the level of qualification of the personnel involved operation of sewage treatment facilities (OS). And the smaller treatment plants, the more glaring inconsistency of staff to posts. In small settlements the OS is overloaded. The situation can be corrected distributed wastewater treatment in the place of their occurrence. The article discusses one of the most advanced treatment technology, called self-balancing.

**Keywords:** operation of wastewater treatment plants, distributed wastewater treatment, self-balancing, wastewater treatment, sewer network.

**Pukemo Mikhail Mikhailovich**, graduate of the department of water disposal and aquatic ecology, Moscow state construction University (MGSU). 129337, Moscow, Yaroslavl highway, 26. GLA (Bldg. «G»), RM. 317, 319. E-mail: VIVE@mgsu.ru