

## ГЛАЗАМИ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЯ



**П.Е. Лысенко, к.т.н.,**  
чл. Корр. Академии проблем водохозяйственных наук, проф.

*В практике общения с водопользователями, при разработке методик и технологических решений для проведения измерений количества и качества сточных вод, равно как и при знакомстве с излагаемыми в литературе (в т. ч. учебной) правилами и экологическими ограничениями сброса сточных вод в природные водные объекты, часто возникают вопросы, ответы на которые прямо не содержатся ни в имеющихся источниках, ни в известном опыте практической деятельности. В особенности мы это почувствовали при подготовке материалов для «Генеральной схемы отвода и очистки поверхностного стока с территории города Москвы на период до 2010 г.». В настоящее время, в связи с изменениями в законодательстве (см. ниже), накоплением определенного опыта и со знакомством с зарубежным опытом в этой области, представилось полезным систематизировать замечания и предложения по организации наблюдений за процессом водоотведения и, в частности, по практическому применению обобщающих нормативных документов.*



Качественным отличием предлагаемого читателю материала является то, что рассмотрение ведется с позиции водопользователя, который желает, выполняя требования природоохранных органов:

- Понимать смысл и значение этих требований для конкретного водного объекта — водоприемника;
- Уметь оценить их реальную выполнимость в конкретных условиях;
- Уметь найти наиболее технически и экономически доступный путь к их выполнению;
- Иметь аргументы для защиты своих позиций (предложений).

Последнее особо важно потому, что ныне конкретные предложения по выполнению природоохранных требований разрабатываются (предлагаются) именно водопользователем, принимаются в диалоге с природоохранными органами или (при отсутствии конструктивного решения) рассматриваются в судебном порядке. В данной статье мы рассматриваем водопользование в форме сброса сточных вод (водоотведение).

При рассмотрении конкретных технических и экологических вопросов мы ограничимся водными объектами с явно выраженным течением (реки, ручьи, каналы), а рассматриваемые ниже нормативные вопросы относятся к любым водным объектам.

Необходимо «успокоить» читателя: научно-технические вопросы излагаются нами строго в рамках общей и инженерной вузовской подготовки по специальности «гидротехнические сооружения» или близких к ней («водоснабжение и водоотведение» и др.). Автор уверен, что читатель не встретится с трудностями восприятия излагаемого материала по форме, но получит много «информации к размышлению» по существу.

### ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ «КАРУСЕЛЬ»

Вступивший в силу с 01.01.07. новый Водный Кодекс РФ (Закон № 74-ФЗ) существенно упростил и конкретизировал водные отношения и внес в них ряд новых позитивных качественных изменений (например, в области прав

собственности, разделения функций властей, платности водопользования, водного налога, водоохранных территорий, разрешений на водопользование и др.). Наряду с этим возник ряд неясностей в практическом применении Водного Кодекса и даже в понимании его положений (см. например комментарии в журнале «Водоочистка» № 3 за 2007 год). К сожалению, новый Водный Кодекс, мягко говоря, не свободен от редакционных недостатков, что и вызывает определенные разночтения. Кроме того, Кодекс перегружен отсылочными нормами и для водопользователей он не оказывается законом прямого действия, как это по идее кодекса должно быть. Один из главных недостатков — отсутствие четких определений ряда основополагающих понятий, применяемых по тексту: «допустимая антропогенная нагрузка на водный объект» «нормативы допустимого воздействия на водный объект», «целевые показатели качества воды в водном объекте», «лимиты сброса сточных вод, соответствующих нормативам качества» и т.д. Правда, кое-что о смысле и содержании этих понятий становится ясным по тексту Кодекса, однако в спорных случаях и при рассмотрении в суде этого очевидно недостаточно.

Ряд определений допускает субъективное толкование, например «сточные воды», «сток которых осуществляется с загрязненной территории». А что такое упомянутая территория, чем и кем она загрязнена и, главное, кто определяет эту территорию? Очевидно, что в таком определении имеется широчайшее поле для субъективных толкований и решений. И уж совсем неясными и неопределенными оказываются, казалось бы, простые понятия, касающиеся «мест сброса» (ст. 22.3.1) и «качества воды в водном объекте в месте сброса» (ст. 22.3.2). Если место сброса еще можно как-то себе представить как некую точку в масштабе всего водного объекта, то «водный объект в месте сброса» конкретно представить себе в пространстве просто невозможно в принципе (как невозможно без специальных оговорок представить себе «целое в пределах одной из своих частей»). Это смысловой и языковой нонсенс! Однако, такие некорректные выражения содержатся и в Постановлении Правительства № 844 от 30.12.06 и в приказе МПР № 56 от 14.03.07.

Именно некорректность определений (произвольно домысливаемых читателями) и приводит автора комментария в журнале «Водоочистка» (см. выше) к выводу о том, что в новом Водном Кодексе изменился принципиальный подход к нормированию сбросов сточных вод в водные объекты. По нашему мнению, таких изменений нет и в принципе быть не может, изменились лишь, и в худшую сторону, слова, описывающие один и тот же принцип. В подтверждение этого укажем, что в приказе МПР № 56 от 14.03.07, утверждающем типовые формы решений о предоставлении в пользование водных объектов, в прилагаемой форме для водоотведения, отдельно приводятся как необходимые показатели качества вод «в месте сброса», так и требуемые показатели качества вод «в водном объекте», создающиеся «в результате воздействия сбросных вод на водный объект». Там же водо-

пользователь обязывается инструментально учитывать качество поверхностных вод «в местах сброса, выше и ниже мест сброса». Все это, к сожалению, записано без определений и указаний на характерные расстояния. Как видно, перечисленное есть по смыслу практическая реализация современных принципов нормирования качества вод (с учетом эффектов разбавления и, в скрытом виде, ассимиляции загрязнителей), выраженная, однако, в новых словах и документах. Более того, ни понятие «нормативы предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты» ни понятие «предельно допустимые сбросы вредных веществ в водные объекты» (последнее разрабатывается водопользователем!), содержащиеся в Постановлениях Правительства РФ № 1504 от 19.12.96 и № 33 от 25.01.06, никем не отменены и с уточнением формулировок подтверждены в Постановлениях Правительства РФ № 881 от 30.12.06 и № 469 от 23.07.07. Эти Постановления предписывают МПР в 2007 году создать 2 методических документа: по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты и по разработке нормативов допустимых сбросов для водопользователей (что предписывалось еще и в Постановлениях № 1504 и № 33, упомянутых выше). Пока, к сожалению, эти методические документы не обнародованы; готовы ли они, нам не известно. Однако известно (и подтверждено на уровне руководства Росводресурсов — см. статью в журнале «Экология производства» № 9, 2007), что для реального применения положений нового Водного Кодекса необходимо использовать еще не менее 27 уже принятых актов Правительства РФ, часть из которых перечисляется в упомянутой статье. Симптоматично однако, что среди перечисленных одиннадцати актов только один (!) — уже упоминавшееся Постановление № 844 — имеет прямое отношение к практической деятельности водопользователей, а остальные — к финансово-бюрократическим и иерархическим отношениям между органами власти и к фискальным вопросам о штрафных санкциях за нарушения экологических норм. Корректность этих норм предполагается несомненной «по умолчанию». (!?!)

**Водоотведение — наиболее распространенный и практически важный (неизбежный!) вид водопользования, необходимый для обеспечения жизненных условий населения городов и промышленных территорий.** При этом одной из главных особенностей этого вида водопользования является непрерывность функционирования систем водоотведения, которая должна обеспечиваться всегда и независимо от фактического выполнения заданных условий взаимодействия этих систем с водными объектами-водоприемниками. Именно поэтому в законе РФ № 73-ФЗ «О введении в действие Водного Кодекса РФ» в ст. 5 прямо говорится о том, что ныне действующие водопользователи сохраняют права (и обязанности!) водопользования по имеющимся лицензиям и договорам, а по истечении их сроков вправе заключить новые договоры или получить новые решения о продолжении водопользования по новому Водному Кодексу. Далее ци-

тируем ст. 5 закона № 73-ФЗ: «**При этом условия и сроки использования водных объектов могут быть изменены только по инициативе водопользователей**». Таким образом, с выходом нового Водного Кодекса для водопользователей, ныне занимающихся водоотведением, в техническом отношении меняется только одно: при получении нового решения о водопользовании они обязуются согласно ст. 39.2.5 Водного Кодекса обеспечить инструментальный контроль за количеством и качеством вод как в своей водоотводящей системе, так и в водном объекте–водоприемнике (Постановление Правительства №844 от 30.12.06 и приказ МПР №56 от 14.03.07).<sup>\*</sup> Остается, правда, неясность в том, попадает ли это обязательство под ограничение на изменение условий водопользования из цитированной выше ст. 5 закона № 73-ФЗ? Для многих сегодняшних водопользователей обязательное условие инструментального контроля может оказаться неожиданным и технически непосильным. Возможно, этот вопрос окажется предметом компромиссов водопользователей и властей, а также судебных разбирательств, ныне разрешаемых Водным Кодексом.

Что же касается нормативов прямого действия, на базе которых сегодня устанавливаются для водопользователей конкретные нормы и условия водоотведения на каждом конкретном объекте, то пока что в этой роли выступают СанПиН 2.1.5. 980-00.<sup>\*\*</sup> Нормы и подходы, излагаемые в СанПиН, созданы и используются уже не менее 20 лет, хорошо известны и никогда не имели принципиальных возражений, хотя неувязки с определениями и пониманием тех или иных положений имели, к сожалению, место.<sup>\*\*\*</sup>

Например, СанПиН построены на очевидно разумном желании сохранить условия в водном объекте при сбросе сточных вод на уровне, достаточно близком к «естественному». Однако, отсутствие в СанПиН определения этого «естественного уровня», да еще увязанного с климатическими (гидрологическими) сезонами и с гидравлическими режимами водотоков, вызывает трудности с практическим применением этих норм.

Вообще надо понимать, что в практической деятельности и водопользователей, и водоохраных органов на местах наибольшее значение имеют не общие законодательные положения, а именно конкретные нормы (в данном случае СанПиН), применяемые в конкретных условиях. При современных (разбираемых ниже) формулировках СанПиН оказывается, что без дополнительного толкования эти нормы честно и аккуратно выполнять невозможно. А кто имеет право давать такое толкование — формально неизвестно, хотя обычно это делают чиновники разного уровня во имя тех или иных интере-

сов. Таким образом, норматив прямого действия часто полностью «прямым» не оказывается.

Ниже мы излагаем некоторые результаты, позволяющие реализовать практические подходы к выполнению требований действующих СанПиН, приемлемые для водопользователей и по крайней мере не ухудшающие современное гидро-экологическое состояние водных объектов, а потому и экономически оправданные.

## ЧТО ТАКОЕ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ»?

Базовые требования СанПиН основываются на содержании взвешенных веществ (далее ВВ) в воде водного объекта в «контрольном» створе. Это связано с двумя факторами:

- 1) именно ВВ являются главными естественными загрязнителями водотоков (рек, ручьев), легко видимыми и регистрируемыми и населением и властями;
- 2) кроме нерастворимых минеральных и органических остатков ВВ содержат значительное (чаще основное) количество абсорбированных химических загрязнителей, невидимых без специального анализа.

Например, в Москве, по данным различных (аттестованных!) лабораторий, взвешенные загрязнители переносят, в среднем, 90 %, БПК и нефтепродуктов, 60 % и, 30 % и т.д. Учитывая сказанное, можно и понять и принять рассмотрение содержания ВВ в водоотводящих системах и в водных объектах в качестве главного **комплексного показателя** загрязненности вод. При этом известно, что в практике производится очистка сточных вод (по крайней мере поверхностных — дождевых и талых) именно от ВВ и их «загрязнителей-спутников» путем отстаивания и, реже, фильтрования. Остальные загрязнения, не удаленные вместе с ВВ, в реальности чаще всего только «констатируются» без дальнейших очистительных мер.

В СанПиН (*обязательное Приложение 1*) записано:

При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,25 мг/дм<sup>3</sup> (для I категории водопользования) и 0,75 мг/дм<sup>3</sup> (для II категории водопользования).

Заметим, что в сравнении с аналогичными требованиями середины 80-х годов прошлого века современные требования СанПиН изменили «базу» для сравнения: раньше говорилось не о «естественных», а о «природных» условиях (при тех же количественных ограничениях). Это символично, ибо в настоящее время, благодаря ускоряющемуся антропогенному вмешательству, существенно и чаще всего необратимо изменились и гидрологические

\* Раньше такая обязанность имела ведомственный характер, была записана в СанПиН (см. далее) и далеко не всегда выполнялась. Ныне она «поднята» на уровень Федерального Закона со всеми вытекающими последствиями.

\*\* В принципе, в соответствии с законом РФ о техническом регулировании, в будущем следует ожидать появления специального технического регламента по водоотведению, но это будущее пока не определено.

\*\*\* Гидротехнические и гидрологические обоснования этих СанПиН созданы в 80-х годах XX века в системе Минводхоза СССР (в основном, в институте ВНИИВО, г. Харьков), которых давно уже нет в России

и грунтовые условия в руслах водотоков в сравнении с условиями первой половины прошлого века, традиционно называемыми «природными», ориентация на которые в настоящее время все больше теряет смысл.

Главное здесь — четкое понимание того, что такое «естественные условия», тем более что СанПиН не содержит необходимого определения. Рассматриваемые далее природные реки, ручьи, а также искусственные каналы, протекающие в грунтовом русле, всегда переносят некоторое количество взвешенных наносов и других нерастворимых примесей, попадающих в поток за счет размыва дна (и берегов), переноса примесей притоками (включая системы водоотведения) и выпадения их из атмосферы (переноса ветром и захвата дождями). Существует для любой данной реки (водотока) при ее конкретной морфометрии, составе грунтов русла и окружающих природных условиях некоторое «равновесное» количество взвешенных наносов (загрязнителей), которое может переноситься потоком при заданных скоростях и глубинах. Это т. н. «транспортирующая способность» потока  $S_{TP}$  (обычно выражается в единицах концентрации ВВ мг/л, г/м<sup>3</sup> и т. д.). Если по каким-либо причинам фактическая концентрация  $C_B$  взвешенных веществ временно оказывается более  $S_{TP}$ , происходит осаждение ВВ и т. н. «заиление» русла, в противном случае, при  $C_B < S_{TP}$ , имеет место размыв. Таким образом,  $C_B$  всегда стремится к  $S_{TP}$  (сверху или снизу). Существенное сближение  $C_B$  и  $S_{TP}$  происходит, как правило, на расстояниях вдоль течения порядка 4–6 ширин реки, т. е. достаточно быстро в сравнении с длиной морфологически однородных участков самого водотока\*. Из сказанного следует, что содержание ВВ в водотоке в «естественных условиях», упомянутое в СанПиН в качестве базового уровня для сравнения (см. выше) следует понимать как **транспортирующую способность водотока  $S_{TP}$  в данном месте и при данных морфологических, грунтовых и гидрологических условиях.**

Изучением величины  $S_{TP}$  для самых разных грунтовых и гидрологических условий занималось множество исследователей.\*\* В конце концов в [1, 2] для практических расчетов все сходится на том, что структура формулы для определения транспортирующей способности водотока, обосновываемая теоретически и многократно полученная в опытах, имеет вид:

$$S_{TP} = K \frac{V^3}{WH} = K_1 \frac{V}{W} * \frac{V^2}{gH} = K_1 \frac{V}{W} Fr \quad (1)$$

где:

$K$  и  $K_1$  — константы,

$V$  — средняя скорость течения,

$H$  — средняя глубина потока,

$Fr$  — число Фруда,

\* В разных редакциях отечественных норм, предшествовавших современным СанПиН, длина «выравнивания» и оценивалась от 300 до 1000 м

\*\* Не претендуя на охват огромного списка всех уважаемых ученых, упомянем хотя бы Г.В. Лопатина, М.А. Великанова, К.И. Россинского, И.И. Леви, А.В. Караушева, Е.А. Замарина, А.Н. Гостунского, В.К. Дебольского, В.С. Боровкова.

$W$  — «гидравлическая крупность» частиц переносимого материала.

Поскольку при относительно небольших объемных концентрациях переносимых ВВ (менее 0,5 %), интересующих нас практически, осаждение, размыв и перенос различных фракций ВВ происходят независимо друг от друга, то для любого конкретного водотока с конкретным распределением размеров (т. е. «гидравлических крупностей») частиц грунта:

$$S_{TP} = K \frac{V^3}{H} \int_0^{\infty} \frac{p(w)}{W} dW = K \frac{V^3}{H} \left( \frac{1}{W} \right) \quad (1a)$$

где:

$$p(w) = \frac{d}{dw} [F(w)]$$

— плотность распределения вероятности  $F(w)$  гидравлических крупностей частиц (отдельностей), имеющих в русле водотока.

Черта над скобкой — осреднение по вероятности.

Тогда для любого участка русла с мало меняющейся шириной  $B$  (в сравнении с длиной участка), на котором глубина  $H$  и расход воды  $Q$  зависят друг от друга, как  $H \sim Q^n$  (это традиционная «кривая связи») и учитывая очевидное  $Q = V * \bar{B}N$ , получаем структуру рабочей зависимости:

$$S_{TP} = DQ^{(3-4n)} = DQ^\alpha$$

где:

$D$  — размерная постоянная, комплексно учитывающая и гранулометрию наносов в водотоке и форму русла, в том числе соотношение  $B/H$

$\bar{B}$  — «средняя» ширина русла, обеспечивающая точное значение площади сечения потока при глубине  $H$ .

Показатель «кривой связи»  $n$ , как известно, меняется таким образом:

$n \sim 3/5$  — в неподпертых искусственных каналах прямоугольного сечения

$n \sim 1/2$  — в естественных реках на плесовых участках

$n \sim 1/3 \div 1/4$  — в подпертых речных бьефах

$n \sim 1/6 \div 0$  — в водохранилищах и подпертых бьефах с удерживанием в них примерно постоянных отметок.

Надо заметить, что в реальных руслах во многих случаях « $n$ » несколько меняется при наполнении русла, так что в общем случае надо иметь в виду, что « $n$ » может быть слабой функцией  $Q$  или  $H$ .

Соответственно, общий показатель  $\alpha = (3-4n)$  в формуле (2) меняется от 0,66 до 3,0, чаще всего встречаются общие показатели в пределах 1,0–2,0. Численные значения постоянной  $D$  и общего показателя  $\alpha$  определяются для конкретного водотока **только по результатам натурных гидрологических измерений и анализов качества воды** (пример см. далее).

Таким образом, оказывается, что в принципе не существует для одного и того же водотока постоянной характеристики загрязненности, которую можно было бы назвать характеристикой «естественных условий», как это молчаливо делается в СанПиН. Эта характеристика, являющаяся, фактически, транспортирующей способностью водотока по ВВ, резко (в разы!) изменяется при изменении гидрологического режима (и расходов и глубин). Поэтому недопустимо нормировать загрязненность сбрасываемых сточных вод «естественными условиями» без указания гидрологического режима (или, хотя бы, сезона) к которому эти условия относятся,\* а также конкретного створа водотока. Как минимум, для рек ЕТР и Сибири следует фиксировать загрязненность хотя бы для четырех периодов: «зимняя межень», «летняя межень», «снеговой паводок» и «дождевой паводок». Это особенно существенно для застроенных (урбанизированных) территорий, на которых дождевые паводки нередко на порядки превышают по расходам и загрязнениям и меженные условия и, зачастую, условия снеготаяния.

Вышеизложенное не ново и неоднократно предлагалось и писалось разными специалистами. Одно из последних выступлений на эту тему содержится в работе НИИ ВОДГЕО [5], где четко указана необходимость сезонной дифференциации характеристик сбрасываемых сточных вод. Однако [5] есть всего лишь ведомственные **рекомендации**, не имеющие нормативной силы.

Приведенная в приказе МПР № 56 типовая форма решения о предоставлении водного объекта в пользование для сброса сточных вод **некорректна в принципе**, ибо заданные в ней ограничительные требования к загрязнению сбрасываемых вод не оговорены в этой форме гидрологическим периодом, на который эти требования распространены, и тем более неясно, каковы будут требования в иные (какие?) периоды.

Там же, к сожалению, не дифференцированы по гидрологическим периодам и индексы загрязнения и классы чистоты воды самого предоставляемого в пользование водного объекта, хотя хорошо известно, что «чистый» или «умеренно загрязненный» в межень водный объект как правило превращается (хотя и временно) в «грязный» или «очень грязный» в дождевой или снеговой паводок. И что в такой ситуации делать водопользователю — есть «загадка», не имеющая формального решения.

В европейской практике [3] эта коллизия решается так: допускается, что в (7±10) % случаев от годового числа взятых проб загрязненности воды (в [3] дана специальная таблица) результаты анализа **могут превышать** заданные пределы (в том числе и по ВВ) и это не считается нарушением экологических норм. Нетрудно видеть, что упомянутые (7±10) % есть как раз та общая доля времени в году, которую составляет, в среднем, **время**

**снеготаяния и выпадения интенсивных дождевых осадков** в умеренных широтах северного полушария Земли. Проще: экологические максимальные нормативы загрязненности сточных вод, задаваемые водопользователям, неявно относятся в европейских нормах только к меженным гидрологическим периодам (точнее — ко **временам прохождения** меженных расходов воды по водоотводящим системам и естественным водотокам).

Если бы такое правило было введено и в российской практике (чего пока нет в явном виде), то «автоматически» отпали бы многие затруднения, недоуменные вопросы и поводы для споров между водопользователями и органами природоохраны. Многие российские специалисты, занимающиеся вопросами водоотведения, ныне склоняются именно к описанному европейскому подходу. Далее и мы будем считать, что под «естественными условиями», упоминаемыми в СанПиН, понимаются **меженные условия** (если важно, подразделяемые на «зимние» и «летние»), для которых по каждому водотоку, с разумной дифференциацией по створам вдоль течения, задаются, как минимум, два параметра: среднемеженный расход и меженный коэффициент вариации расходов. Последний, как будет показано ниже, необходим при оценке средне-сезонных загрязнений водотока.

При правильной постановке измерений (мониторинга) определение указанных параметров вполне реально и для гидрометеорологических служб, и для отдельных водопользователей, которые по новому Водному Кодексу **обязаны вести** гидрологический и экологический мониторинг. Важно лишь, чтобы решения о предоставлении водных объектов в пользование в форме, определенной приказом МПР № 56, содержали в каждом конкретном случае объем и состав требуемых измерений, **необходимый и достаточный для связанной характеристики гидрологических и экологических параметров** в водотоке и, одновременно, посильный для водопользователя. В каждом случае эти объем и состав будут, конечно, различными, однако естественная связь загрязнений и гидрологических параметров потоков воды, продемонстрированная выше (например, формулы (1) и (2)), обуславливает одно **обязательное требование**: при взятии проб воды для проверки ее загрязненности должны быть точно зафиксированы гидрологические параметры потока анализируемых вод — скорость течения (или расход водовода) и глубина потока в конкретном месте и в точное время взятия пробы. Без четкой фиксации гидрологических параметров ни корректная идентификация результатов анализов (хотя бы «допустимо» или «недопустимо»), ни правдоподобное объяснение причин появления этих результатов практически невозможны. К сожалению, значительные массивы данных о загрязненности водотоков и сбросных вод, получаемые большинством водопользователей, но

\* Справедливости ради заметим, что в статье 7.3.2 СанПиН указано на **необходимость учета** различных гидрологических периодов при санитарном надзоре и контроле качества воды водных объектов. Поэтому не исключено, что отсутствие указания на гидрологический период при определении «естественных условий» в обязательном Приложении 1 есть всего-навсего редакционная недоработка, а в действительности «естественные условия» приняты меженными «по умолчанию».

не снабженные гидрологической информацией, имеют на сегодня, в лучшем случае, формальное фискальное значение (а иногда и фальсифицируются без опасения косвенного контроля). Они не могут, чаще всего, быть серьезным основанием для практических выводов и/или технических решений. Практическая реализация положений нового Водного Кодекса, связанных с обязательным проведением водопользователями гидро-экологического мониторинга, требует **качественной перестройки** системы и состава измерений, в том числе разработки специальных инструкций, изменения и обновления парка технических средств у водопользователей и, несомненно, привлечения подготовленных кадров.

### КОГДА НАРУШАЮТСЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ»?

Понимая далее под «естественными условиями» загрязнения водотока ВВ такие условия, при которых в каждом створе водотока поступление загрязнений (сверху по течению и с территорий берегов) практически равно транспортирующей способности потока, ввиду чего **нет ни размыва, ни заиления русла**, закономерно спросить: в каких случаях и в какую сторону эти условия могут быть нарушены?

Рассмотрим условия материального баланса некоторого участка водотока, на входе в который при входном расходе  $Q_{вх}$  сбрасываются сточные воды с расходом  $Q_{сбр}$  и концентрацией ВВ, равной  $C_{сбр}$ , и на выходе из которого происходит хотя бы 90 % смешение сбросных вод и основного расхода. Входной и выходной створы участка являются «контрольными створами» по терминологии СанПиН. При этом считаем, что в любом сечении рассматриваемого участка водотока транспортирующая способность определяется зависимостью (2).

#### На входе имеем:

- Масса загрязнений, приносимая в единицу времени сверху по течению расходом

$$Q_{вх} : M_{вх} = S_{вх} Q_{вх} = D Q_{вх}^\alpha Q = D Q_{вх}^{\alpha+1}$$

- Масса сбрасываемых загрязнений:

$$M_{сбр} = C_{сбр} \cdot Q_{сбр}$$

#### На выходе имеем:

- Масса загрязнений, транспортируемая в единицу времени суммарным потоком с расходом  $(Q_{вх} + Q_{сбр})$ :

$$M_{вых} = S_{вых} (Q_{вх} + Q_{сбр}) = D (Q_{вх} + Q_{сбр})^{\alpha+1}$$

Баланс масс представляется в виде:

$$M_{вх} + M_{сбр} = M_{вых} + \Delta M \quad (3)$$

где:

$\Delta M$  — масса загрязнений, оставшаяся в пределах участка из-за возможного заиления (если  $\Delta M > 0$ ) или вы-

несенная из этих пределов вследствие возможного размыва (если  $\Delta M < 0$ ).

Очевидно, «естественные условия», определенные выше, отвечают  $\Delta M = 0$ . В этом случае обозначим  $C_{сбр} = C_0$ . Подставляя в (3) при  $\Delta M = 0$  необходимые значения масс (см. выше) и разлагая сумму в степени  $(\alpha + 1)$  в степенной ряд с удержанием членов до второй степени, получаем «замечательный» результат:

$$\frac{C_0}{S_{вх}} = (\alpha + 1) \left[ 1 + \frac{\alpha}{2} \frac{Q_{сбр}}{Q_{вх}} \right] \quad (4)$$

При  $Q_{сбр} / Q_{вх} \ll 1$  или в случаях приблизительно равномерного распределения сбросного расхода по длине водотока получаем.

$$\left( \frac{C_0}{S_{вх}} \right)_{\min} = (\alpha + 1)$$

Если даже на рассматриваемом участке водотока изменяются параметры формулы, определяющей транспортирующую способность (например, на входе  $D_1$  и  $\alpha_1$ , а на выходе  $D_2$  и  $\alpha_2$ ) таким же путем, как и формулу (4), получим:

$$\frac{C_0}{S_{вх}} = \varphi (\alpha_2 + 1) \left[ 1 + \frac{\alpha_2}{2} * \frac{Q_{сбр}}{Q_{вх}} \right] + (\varphi - 1) \frac{Q_{вх}}{Q_{сбр}} \quad (4a)$$

$$\text{где: } \varphi = \frac{D_2 Q_{вх}^{\alpha_2}}{D_1 Q_{вх}^{\alpha_1}}$$

и  $\varphi$  обращается в единицу при  $D_1 = D_2$  и  $\alpha_1 = \alpha_2$ , когда формула (4a) обращается в (4).

При этом даже при некотором уменьшении транспортирующей способности потока вниз по течению, т. е. при  $\varphi < 1$  может сохраняться превышение  $C_0$  над  $S_{мп}$ , прямо вытекавшее ранее из формулы (4).

С учетом того, что обычно  $\alpha > 1-2$  и даже  $\alpha_{\min} \sim 0,66$  (см. выше) оказывается: для поддержания «естественных условий», т. е. отсутствия размыва или заиления, **загрязненность сбросных вод взвешенными веществами должна чаще всего ощутимо превышать загрязненность водотока в месте сброса (до 2÷3 раз), а не быть равной или близкой к ней, чего обычно требуют природоохранные органы от водопользователей!**

Такая разница в требованиях вытекает из того, что сегодняшняя методика оценки допустимых загрязненностей сбросов не учитывает существенного роста транспортирующей способности водотока с ростом суммарного расхода (формула (2)).

Существенно отметить, что полученный результат (4) **непосредственно не зависит** от гранулометрического (правильнее гравиметрического) состава ВВ (коэффициент  $D$  в конечном результате отсутствует!) и определяется только гидроморфологическими характеристиками русла водотока (показатель  $\alpha$ ).<sup>\*</sup> В проведенном выше анализе гранулометрии загрязнений сбросного и речного

\* Напомним, что абсолютные значения загрязнений в формуле (4) от гравиметрического состава зависят крайне существенно.

расходов предполагается аналогичной. Однако такие же выкладки можно провести и при различии гранулометрических распределений (пользуясь линейностью задачи по фракциям — формула (1а)) и с теми же принципиальными результатами.

Выше рассматривались величины мутности и расхода в любой момент времени («мгновенные» значения). Однако для практического использования надо уметь оценивать расходы воды и переносимые ею массы загрязнений за определенные конечные промежутки времени  $T$  (например, за сезоны), когда расход воды является переменным:

$$Q = \bar{Q} + \Delta Q(t)$$

где: 
$$\bar{Q} = \frac{1}{T} \int_0^T Q dt$$

— средняя во времени величина расхода и

$\Delta Q(t)$  — переменная составляющая расхода (вариация), причем:

$$\frac{1}{T} \int_0^T \Delta Q dt = 0$$

Соответственно, средние значения и соответствующие вариации будут иметь и концентрации ВВ и входящие в (3) величины переносимых масс.

Используя (2), разлагая степень суммы так же, как при выводе формулы (4) и интегрируя от 0 до  $T$  с учетом того, что интегралы от нечетных степеней  $\Delta Q$  близки к нулю, получаем:

$$M_m = S_{mp}(\bar{Q})\bar{Q}T \left[ 1 + \frac{\alpha(\alpha+1)}{2} (Cv_Q)^2 \right] = S_{mp.M}\bar{Q}T \quad (5)$$

где:

$M_m$  — масса загрязнителя, перенесенная расходом  $\bar{Q}$  через заданный створ за время  $T$

$\bar{Q}$  — средний расход воды за время  $T$

$S_{mp}(\bar{Q})$  — средняя транспортирующая способность потока определенная при среднем расходе  $Q$  по формуле (2)

$S_{mp.M}$  — действительная средняя транспортирующая способность потока за сезон (за время  $T$ ) при среднем расходе  $Q$

$\alpha$  — показатель по формуле (2) для  $S_{mp}$

$Cv_Q = \frac{\sigma_Q}{\bar{Q}}$  — коэффициент вариации расходов за рассматриваемый сезон (за время  $T$ )

$\sigma_Q = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (\Delta Q)^2 dT}$  — среднеквадратичное отклонение расхода от среднего за рассматриваемый сезон.

Из формулы (2) можно оценить и коэффициент вариации для транспортирующей способности:

$$Cv_s \cong \alpha Cv_Q$$

Практически важно, что всегда  $S_{mp}(\bar{Q}) < S_{mp.M}$  и, потому, действительные массы ВВ, перенесенные водотоком через любой створ, заведомо больше, чем обычно оцениваемые произведением постоянной мутности  $S_{mp}$  на

средний расход и на время. Ошибка (занижение!) может доходить до 2-х раз, что вряд ли приемлемо. Очевидно, что ошибка тем меньше, чем меньше  $Cv_Q$ . Следовательно, как уже говорилось, **процессы транспортирования ВВ следует рассматривать только раздельно для однородных климатических сезонов**, характеризуемых значениями  $Cv_Q$  не более 0,5, что при различных  $\alpha$ , даст возможную ошибку не более (10–30) %. Важно также, что **сезонные значения  $C_0$  по формуле (4) должны вычисляться уже не по  $S_{вх}$ , а по  $S_{mp.M}$** , что дополнительно увеличивает допустимую величину загрязненности сбросных вод в «естественных» условиях.

Итак, будем считать «естественными условиями» такие условия, когда сбрасываемые сточные воды имеют загрязненность ВВ с концентрацией  $C_{сбр} = C_0$ . Если же происходит нарушение «естественных условий» (т. е.  $C_{сбр}$  оказывается явно больше или меньше  $C_0$ ) то за счет процессов размыва (при  $C_{сбр} < C_0$ ) или заиления (при  $C_{сбр} > C_0$ ), идет полное или частичное восстановление «равновесного» состояния взвешенного потока в водотоке. При этом ситуации с  $C_{сбр} > C_0$  и  $C_{сбр} < C_0$  могут меняться во времени в связи с гидрологическими сезонами, с водностью года и конкретными гидрологическими «событиями». Кроме того надо иметь ввиду, что процессы размыва и заиления не полностью взаимнообратны во времени: при прочих равных условиях первый протекает (для каждой фракции ВВ и, как следствие, для их реального ансамбля) в 2,5–3,0 раза быстрее второго [4]. Ввиду этого, практически, «равновесное» состояние взвешенного потока в водотоке при существенных колебаниях  $C_{сбр}$  во времени меняется достаточно медленно, в основном за счет изменений концентраций средних и крупных фракций.

Важно дать прикладную оценку режимам сброса сточных вод с различными концентрациями  $C_{сбр}$ . Если  $C_{сбр} > C_0$ , ввиду чего наблюдается **заиление** водотока, то необходимо оценить допустимость этого процесса в длительном времени (в разрезе многих лет) с точки зрения гидроморфологии самого водного объекта. Возможно, в отдельных случаях, придется ограничить величину  $C_{сбр}$ . Если же  $C_{сбр} < C_0$ , ввиду чего наблюдается **размыв**, то возникает вопрос: за счет чего получено данное (сравнительно малое) значение  $C_{сбр}$ ? Если оно получено естественным образом — вследствие сравнительно малой исходной загрязненности сточных вод — то это можно расценивать как «благополучную» гидроэкологическую ситуацию в водотоке. Если же данное (сравнительно малое) значение  $C_{сбр}$  достигается за счет искусственной очистки сточных вод (например, в отстойниках) — то **очевидно, что усилия по очистке и построенные для этого сооружения как минимум бесполезны**, ибо гидрологический процесс в водном объекте вновь «восстанавливает» загрязненность сбросных вод, уменьшенную в отстойнике, до величин, отвечающих транспортирующей способности всего водного объекта при имеющихся суммарных расходах воды и гранулометрическом составе грунтов дна. Поэтому в общем случае обеспечение при помощи специальных усилий условия  $C_{сбр} < C_0$  по крайней мере неэкономично и следует

остановиться в требованиях к степени очистки сбрасываемых вод от ВВ условием  $C_{сбр} = (\alpha + 1)S_{вх}$ , где  $S_{вх}$  — транспортирующая способность водотока по ВВ перед местом конкретного сброса.

Например, если по некоторому водопроводящему искусственному каналу ( $n = 3/5 = 0,6$ ,  $\alpha = 3 - 4 \cdot 3/5 = 3/5 = 0,6$ ), протекает вода с загрязнением  $S_{вх} = 10$  мг/л (что отвечает границе между «чистой» и «умеренно загрязненной»), то нет никакого практического смысла в очистке сбросных вод до уровня, меньшего чем  $C_{сбр} = (1 + 0,6) \cdot 10 = 1,6 \cdot 10 = 16$  мг/л. Если же это происходит в естественной реке ( $n = 1/2$ ,  $\alpha = 1,0$ ), то при определении степени очистки можно остановиться уже на уровне  $C_{сбр} = 20$  мг/л. Увеличение степени очистки более указанной (уменьшение  $C_{сбр}$ ) в этих случаях бесполезно, а потому и неэкономично.

Сделанные выше важнейшие в практическом смысле заключения при необходимости и наличии исходных данных могут быть детализированы и по фракциям ВВ.

Процесс поддержания загрязненности вод взвешенными веществами и их «загрязнителями-спутниками» за счет размыва русла при сбросе в него «переосветленных» вод известен давно и получил название «**вторичное загрязнение**», обнаружение которого свидетельствует о необходимости **внимательного анализа целесообразности принятого уровня водоочистки**. Ниже (в примере) это будет наглядно показано.

В реальных условиях абсолютное большинство сведений и исходных данных для нормирования загрязненности сбросов требуют наличия конкретных и взаимосвязанных результатов гидроэкологического мониторинга (об отсутствии которых и необходимости качественного изменения методов их получения выше уже говорилось).

При реализации указанного выше подхода к назначению  $C_{сбр}$  не исключено, что многие ограничения загрязненности ВВ сточных вод, применяемые на сегодняшний день, перестанут существенно лимитировать деятельность водопользователей. Это в первую очередь относится к сбросу и возможной очистке поверхностных сточных вод. Для хозяйственных сточных вод, обязательно подвергаемых биологической очистке и обеззараживанию, проблемы очистки именно от ВВ чаще всего на сегодняшний день уже не являются ограничительными, ибо в достаточной мере технически решаются в процессе очистки вод от других загрязнителей. (см. например, данные [6]).

## ТРЕБОВАНИЯ НЕВЫПОЛНИМЫЕ И НЕ ВЫПОЛНЯЕМЫЕ

Действующие СанПиН содержат общие требования к условиям отведения сточных вод в водные объекты и требования к качеству воды в водных объектах. По условиям отведения в ст. 4.1.2 черным по белому записано, что «не допускается сброс промышленных, сельскохозяйственных, городских сточных вод, а также организованный сброс ливневых сточных вод ... — в черте населенных пунктов». Таким образом оказывается, что Москва, С.Петербург, Екатеринбург, Новосибирск и десятки других крупных городов

России в этой части заведомо находятся «вне закона», хотя технически по другому сбросы в этих городах организовать просто невозможно. Правда, читая далее СанПиН, в ст. 6.7 находим, что сбросы в черте населенных мест все таки возможны «в исключительных случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании и по согласованию с органами госсанэпидслужбы». И далее: «В этом случае ... требования, предъявленные к составу и свойствам сточных вод (где, в каком створе?) должны соответствовать требованиям, предъявляемым к воде водных объектов питьевого, хозяйственного и рекреационного водопользования». Несомненно, такие формулировки, вместе взятые, есть широчайшее поле для субъективных толкований и решений чиновников разных уровней. При этом в определенном числе случаев статьи 4.1.2 и 6.7 можно истолковать и так, что требования СанПиН окажутся трудно выполнимыми, если не невыполнимыми вообще, а норматив прямого действия окажется всего лишь «оружием» в «дуэли» водопользователей и водохозяйственников.

Обращаясь к количественным требованиям действующих СанПиН, равно как и к огромному перечню ПДК загрязнений (и химических, и бактериологических) мы всегда видим только одну цифру без указания на то, с какой характеристикой рассматриваемого объекта или процесса следует ее сравнивать: со средней (тогда, за какой период, по какому количеству наблюдений и в каком сезоне?), с максимальной (тогда какой вероятности и в каком сезоне?), с исключением вероятных ошибок анализа или без исключения и т.д. Иными словами: СанПиН не содержат четкого указания на то, какие неслучайные характеристики сложных случайных процессов наблюдений и анализов нормированы в этом документе. Тот же недостаток имеют и другие аналогичные документы начиная с 80-х годов прошлого века и до нашего времени (например «Методические рекомендации...» МДК 3-01.2001 Госстроя РФ, приказ № 75 от 06.04.2001, широко применяемые в регионах, но, в действительности, вообще не имеющие юридической силы).

В то же время общепризнано, что даже в пределах одного гидрологического сезона лабораторные показатели анализов качества воды формируются, как минимум, под влиянием трех взаимно некоррелированных случайных процессов:

- 1) Вариаций (внутрисезонных и, особенно, неизбежных внутрисуточных) гидрологических параметров (расходов, скоростей) в выбранных для анализа створах различных объектов в случайные моменты наблюдения (взятия проб)
- 2) Вариаций загрязненности в течение периода взятия проб, а также вариаций технологии взятия, хранения и транспортировки проб воды для анализа
- 3) Отклонений результатов анализа проб воды от их «истинных» значений при реализации утвержденных методик выполнения анализов (ПНД Ф 14).

В таблице 1 представлены приближенные и округленные оценки коэффициентов вариации  $C_v$ , т. е. отношений среднеквадратичных отклонений к средним этих случай-



Загрязнитель	Частные оценки значений $C_{\nu}$		
	ВВ	БПК <sub>5</sub>	Нефтепродукты
№ 1 — Вариации гидрологических параметров	0,50	0,40	0,40
№ 2 — Вариации, возникающие при пробоотборе	0,25	0,10	0,10
№ 3 — Вариации лабораторного анализа	0,10	0,20	0,30
Значение для суммы некоррелированных процессов № 1, № 2 и № 3	0,57	0,46	0,51

ных процессов: для процессов № 1 и № 2 — оценки получены по многочисленным измерениям в г. Москве, для процесса № 3 — оценки вычислены согласно точностям с вероятностью не превышения 95 %, указанным в ПНД Ф 14 для реальных (достаточно малых) загрязненностей.

Из математической статистики известно, что среднее значение (математическое ожидание) нормально распределенной случайной величины  $X$  (далее обозначенное  $\bar{X}$  и обычно являющееся искомым) заключено в своеобразной «вилке»:

$$X_N \left( 1 - \frac{\alpha_p}{\sqrt{N}} C_v \right) \leq \bar{X} \leq X_N \left( 1 + \frac{\alpha_p}{\sqrt{N}} C_v \right) \quad (6)$$

где:

$N$  — число выполненных измерений (наблюдений);

$X_N$  — среднее значение величины  $X$  в  $N$  измерениях;

$\alpha_p$  — число стандартов нормальной случайной величины, отвечающие заданной вероятности  $P$  не превышения отклонения  $X$  от среднего в любую сторону.

При  $P = 68 \%$ ,  $86 \%$  и  $95 \%$  величина соответственно равна 1,0, 1,5 и 1,96 (обычно при  $P = 95 \%$  принимают  $\alpha_p \sim 2,0$ ).

Есть и более детальные и точные оценки, в частности, использованные НИИ ВОДГЕО [5] в рекомендациях по практическим расчетам концентраций загрязнителей в сточных водах. При этом из [5] следует, что  $N_{\min} = 4$ , а оптимальное значение  $N$  для получения «достоверных» данных составляет величину не менее 10.

По формуле (6) и данным таблицы 1 видно, что, даже при  $\alpha_p = 1,0$ , любое однократное измерение дает оценку искомого средних с точностью не лучше  $\pm 50 \%$ . Это вряд ли может устроить добросовестную природоохранную практику, а с точки зрения исполнения требований СанПиН это **не помогает ни в чем**, ибо ни допустимые отклонения, ни их вероятность в СанПиН вообще не заданы. С этой точки зрения, **все требования СанПиН формально невыполнимы**. Повседневная практика оценки выполнений требований СанПиН неизбежно сводится в настоящее время к тому, что «по умолчанию» за основу для оценки выполнения упомянутых требований принимаются случайные результаты однократных измерений и анализов (которые имеют такие большие вариации, что для «благополучной жизни» отдельные результаты водопользователю приходится просто

объявлять «ошибочными»). Это согласуется с совершенно непонятной по смыслу записью в п. 4.2 ГОСТ 27384-2002, в которой указано, что если «приписанные» погрешности методик анализов не превышают норм, указанных в этом ГОСТе (а это, как правило, действительно так), то при решении вопросов оценки превышения нормативов качества вод «к рассмотрению принимают результаты измерений без учета значений приписанных характеристик погрешности измерений». Если вспомнить, что в том же ГОСТе четко указываются вероятности не превышения заданных погрешностей (95 %), то что такое «без учета» вообще понять невозможно. Это, формально говоря, скрытое отрицание формулы (6) и ее «неприятных» следствий.

Самое поразительное, однако, заключается в том что все вышеперечисленное, включая формулу 6 и возможные выводы из неё, известно, и уже содержится в ГОСТ Р 51592-2000 (заменившем «родственницу» современных СанПиН инструкцию по отбору проб для анализа ИВН 33-5.3.01-85, созданную во ВНИИВО).

Остается непонятным лишь то, почему в СанПиН не оговорено что приводимые там загрязненности есть допустимые допустимые средние величины (как правило, суточные), что из материалов ГОСТ Р 51592-2000 чаще всего вытекает именно такое заключение.

Кроме указанных, в принципе недопустимых, неопределенностей в содержании указаний и требований современных СанПиН, несколько требований пока являются или технически невыполнимыми, или, по разным причинам, не выполняемыми фактически.

К явно технически невыполнимым относится требование не превышения абсолютного содержания ВВ над «естественными условиями» на 0,25–0,75 мг/л\*, ибо эти не превышения значительно меньше, чем возможные вариации результатов анализов содержания ВВ, выполняемых по утвержденным методикам. Так, по формуле (6), для каждого единичного анализа с учетом только методического  $C_{\nu}$  (3-я строка таблицы 1) при 86 % уровня доверия ( $\alpha_p = 1,5$ ) получаем  $(\alpha_p C_{\nu}) = 0,5$ , что даже для «умеренно загрязненных» вод имеющих  $C = 10$ –20 мг/л определяет вариацию возможных результатов каждого анализа в пределах  $\pm(1,5$ –3) мг/л, т. е. **явно больше**, чем задаваемые в СанПиН абсолютные не превышения, якобы подлежащие контролю. Если же учитывать полную вариацию возмож-

\* Вопрос целесообразности такого требования мы здесь не обсуждаем

ных результатов (4-я строка таблицы), то даже увеличив до 10 число анализов, получим ожидаемую вариацию результатов  $\pm(2,7-5,4)$  мг/л, что также намного больше заданных в СанПиН непревышений, требующих проверки.

**К фактически не выполняемым требованиям** СанПиН относятся, например, ограничение крупности сбрасываемых в водный объект фракций ВВ «гидравлической крупностью» 0,2–0,4 мм/с.\* Это отвечает минеральным частицам (масса 2,65 т/м<sup>3</sup>) с диаметрами 0,02–0,03 мм, а органическим частицам (масса в среднем 1,5 т/м<sup>3</sup>) с диаметрами уже 0,036–0,054 мм соответственно. При этом общеизвестно, что в составе ВВ присутствуют и те и другие частицы и в самых разных соотношениях. Современная утвержденная методика анализов содержания ВВ (фильтрация — высушивание — взвешивание) проверить условия по распределению гидравлической крупности сложной смеси ВВ принципиально не позволяет, а анализ динамики осаждения взвеси (анализ «отстаиваемости») не предусмотрен в перечне обычно выполняемых анализов и потому практически никогда не проводится. Кстати, пока неясно по тексту СанПиН, какие ВВ нормированы «естественным содержанием»: все или только ограниченные гидравлической крупностью. Обычно считают по умолчанию что все и, видимо, это правильно. Но что считает законодатель?

Отмеченные выше существенные редакционные недостатки СанПиН (в первую очередь — отсутствие четких определений смысла и содержания регламентируемых нормами неслучайных характеристик водных потоков) могут быть устранены своевременным углубленным редактированием текста. Однако, из сказанного выше очевидно, что даже адекватное существо дела редактирование приведет, тем не менее, и к существенному ужесточению требований к средствам, методам и периодичности необходимых измерений (во многих случаях — на порядки). Учитывая многодельность и дороговизну всех операций по гидро-экологическому мониторингу приходится опасаться, что необходимый объем измерений и анализов окажется и технически и экономически непосильным большинству водопользователей, а также и контролирующим органам. С такой проблемой лет 25 назад уже столкнулись водопользователи и природоохранные структуры большинства европейских стран. Выход был найден на пути получения и рассмотрения результатов измерений, **осредненных за сутки** (т. е. за минимальный естественный природный период вариаций гидрометеорологических условий и человеческой жизнедеятельности). Это аналогично уже рассматривавшемуся выше переходу от формулы (4) к формуле (5) для концентраций ВВ за заданный промежуток времени. Это же следует из материалов ГОСТ Р 51592-2000 если рассматривать процесс изменения загрязненности сбрасываемых вод как циклический с суточным циклом (что имеет место в действительности).

С 1991 г. в Европейском Союзе действует инструкция [3], предусматривающая взятие суточных 24-х-часовых репрезентативных проб воды, пропорциональных по стоку или по времени (в средних городах, не говоря о мегаполисах, не менее 2 раз в месяц). В зависимости от конкретных усло-

вий периодичность и детальность репрезентативной пробы могут изменяться. Суточная репрезентативная проба эквивалентна в смысле учета неизбежных внутрисуточных вариаций стока и загрязненности (и хоз-бытового и поверхностного стока) взятию двадцати четырех ежечасных проб, однако при этом происходит замена большого числа необходимых анализов только одним анализом (т. е. статистическое осреднение результатов, предусматриваемое формулой (6), заменяется физическим осреднением в процессе взятия суточной пробы). При этом минимизируются вариации результатов, связанные с методикой пробоотбора (см. таблицу 1, процесс № 2). В результате общие вариации осредняемых результатов мониторинга (таблица 1, 4-я строка) резко уменьшаются. По нашим оценкам, они составляют только (0,1–0,3) за счет неизбежных вариаций, определенных методикой физико-химических анализов, т. е. достоверность результатов вырастает в конечном итоге от 5 раз (по ВВ) до 1,6 раз (по нефтепродуктам). Именно на таком пути возможно обеспечить технически и экономически приемлемый объем мониторинга, особенно по числу проб и лабораторных анализов, при качественном улучшении конечного результата. Технические вопросы автоматического взятия репрезентативных проб ныне успешно решены [7], а соответствующее оборудование вполне доступно.

Переход (если потребуется, «законодательный») к формированию репрезентативных проб воды вместе с автоматизацией измерений расходов воды и с физическим суточным осреднением есть, по нашему мнению, **единственный путь к получению приемлемых по экономичности и достоверности результатов гидро-экологического мониторинга**. До реализации этого пути представляется малопродуктивной попытка разработки требуемых новым Водным Кодексом «целевых показателей качества воды», «лимитов сброса сточных вод, соответствующих нормативам качества» и т. п., которые отличались бы от аналогичных показателей сегодняшнего дня, основанных на действующих СанПиН при не всегда корректном их применении.

Следует обратить внимание и на абсолютные величины обязательных требований к сбрасываемым сточным водам, содержащиеся в [3] и в наших СанПиН. В [3] нормировано (для неэвтрофных районов): БПК<sub>5</sub> ≤ 25 мг/л, ХПК ≤ 1–25 мг/л, ВВ (факультативно!) ≤ 35 мг/л. В наших СанПиН определено (в зависимости от категории водопользования): БПК<sub>5</sub> ≤ 2–4 мг/л, ХПК ≤ 15–30 мг/л, ВВ — «естественные условия». Сравнение этих норм показывает, что в первом случае (европейские нормы) задается допустимый уровень загрязнения именно в выходном створе водопроводящих сооружений (что оговорено и в тексте [3]), а во втором — допустимый уровень загрязнения (очевидно, средний после полного смешения) задается в воде самого водного объекта (что также следует и из текста СанПиН). Разница первого и второго случаев для ВВ уже была показана выше (см. сравнение  $C_{обп}$  и  $S_{вх}$ ), пятикратная разница для БПК и ХПК также очевидна. Поэтому, когда нередко, в качестве «контрольных» в выходных створах водовыпусков, природоохранные органы задают водопользователям «естественные» (или даже желаемые) уровни загряз-

ненности самого водного объекта — водоприемника, **это должно отвергаться водопользователями**, как заведомо некорректное требование (тем более, что Водный Кодекс в спорных случаях допускает и судебный путь решения).

Получению единообразных объективных результатов анализов содержания загрязнителей в воде препятствует также отсутствие в СанПиН четких указаний на методику анализа. Видимо имеется в виду, что утвержденных методик достаточно, однако это не совсем так. Например, содержание нефтепродуктов имеет две официализированные методики определения — флуориметрическую и колонно-хроматографическую. Более того — в допустимых уровнях загрязнений по «рыбохозяйственному ЛПВ» указано содержание нефтепродуктов «растворенных и эмульгированных», что видимо означает анализ отфильтрованных проб. Но это также не указано в СанПиН, а все имеющиеся на сегодня данные (см. ниже) получены на нефилтрованных пробах. В противовес этому, в европейских нормах [3] всегда четко оговорено, что анализируется: или отфильтрованная проба (и через какой фильтр!) или нет.

Наконец, в завершение сделанного выше рассмотрения надо поставить и такой полуриторический вопрос: что означает «превышение» или, наоборот «непревышение» нормативов загрязненности (любых, не только ВВ) в понимании СанПиН?

Это может быть или **абсолютное требование** («верхний предел»), если в заданном нормативе уже заранее учтены все возможные случайные отклонения (превышения), о которых говорилось выше, или **требование с точно заданным допуском**, если указанные отклонения учтены в величинах этого **заданного** допуска. Без таких уточнений нормы СанПиН оказываются, формально, и «не выполняемыми» и «невыполнимыми» одновременно.

Уже после завершения данной статьи нам стало известно, что завершается подготовка к внесению в Госдуму РФ технического регламента о безопасности водных ресурсов водных объектов в местах водопользования и водоотведения, где в тексте и приложениях аккуратно «переписаны» обсуждавшиеся выше СанПиН со всеми их недостатками изложения и недоговоренностями. Остается надеяться, что соответствующие исправления будут все-таки сделаны. Иначе будет продолжаться современная ситуация с выполнением и с проверкой соблюдения природоохранных норм, которую нельзя назвать иначе, как «коллективный самообман», по существу и/или «поле коррупции» по форме.

### ПОУЧИТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР

Для того, чтобы практически представить себе возможное применение изложенных ранее положений, рассмотрим пример р. Москвы, в основном в пределах города (от г/у Рублево до г/у Трудкоммуна, 83 км) (рис. 1). Еще имеются два гидроузла — Карамышевский и Перервинский, между которыми на длине 47 км к реке примыкает

основная густо застроенная часть города. На рассматриваемом участке имеется четыре крупных открытых притока (реки Сходня, Сетунь, Яуза, Городня) несколько более мелких притоков (в основном заключенных в коллектора) и около 800 береговых водовыпусков различной величины. Главным по величине приточного расхода в рассмотренной части реки, кроме места водоподачи из Канала им. Москвы (КИМ), является сброс объединенных Курьяновских станций аэрации (ОКСА), обеспечивающих в межень до 1/3 среднего расхода реки на выходе из города.

К сожалению, систематическое измерение расходов реки в разных створах (кроме суточного водоучета на гидроузлах) никем не производится, однако очень жесткие правила регулирования реки в целях минимизации колебаний уровней бьефов для обеспечения условий судоходства и водопользования (водозабора) обеспечивают с точностью порядка  $\pm 5 \text{ м}^3/\text{с}$  постоянство транзитных расходов реки в меженные периоды во всех городских створах при неизбежных резких вариациях расхода только в периоды снеготаяния и выпадения значительных дождей. На рис. 2 представлено распределение вдоль реки среднемеженных и среднегодовых расходов за 17-летний период (1980–1996). Расходы притоков и городской системы водоотведения получены по имеющимся наблюдениям и гидрологическим балансовым расчетам. Расходы на рис. 2 хорошо коррелируются с независимыми данными [6], определяющими по сезонам условия в реке, при которых анализировались пробы воды. Обращает на себя внимание, что основным приточным расходом на «городской» части реки (от Карамышево до Перервы) является подаваемый сверху регулируемый Карамышевским гидроузлом расход (Рублево, Сходня, КИМ), а приточность в самом городе не превышает 30 % всего расхода, в том числе не более 20 % приточности обеспечивает водоотводящая сеть города (сеть ГУП «Мосводосток»). Ниже Перервы доля приточности с территории города еще уменьшается за счет постоянно происходящего значительного сброса ОКСА. Русло реки на большей части имеет мало меняющиеся по длине ширины (условие вывода формулы (2) — см. ранее), ограниченные набережными или четко определенными застроенными берегами, а на участках расширений (Южный порт, Карамышевский бьеф) русло «спрямлено» судоходными каналами, пропускающими основной расход. На базе данных, опубликованных в [6, 8] и содержащихся в отчетных и фондовых материалах «Мосводостока», «МосводоканалНИИпроекта» и НИИПИ Генплана города Москвы, на рис. 3 представлена попытка установить связь расходов р. Москвы и содержания ВВ (т. е. определить параметры формулы (2) для транспортирующей способности). На рис. 3 использованы три группы исходных данных:

**1-я группа** — концентрации ВВ в трех створах — Ко-

\* К сожалению, из многочисленных материалов 3-ей группы удалось использовать не более 10 % — только те, где были ясно фиксированы сезон, дата и место взятия пробы, что позволило оценить расход по рис. 2. Это иллюстрирует еще раз необходимость четкой увязки взятия и анализа проб воды с гидрологией, метеорологией и расположением створов на реке.

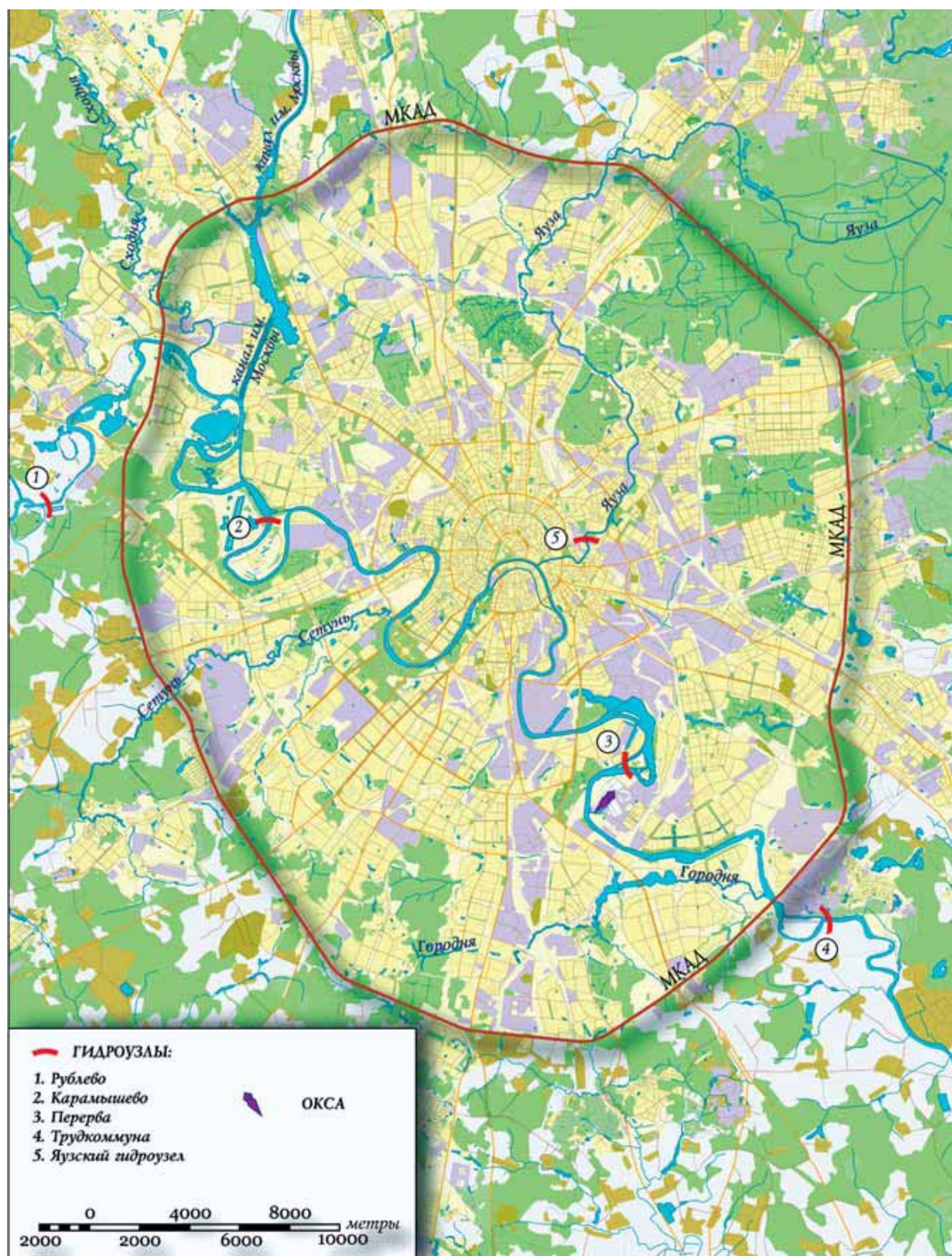


РИС. 1.  
Схема протекания реки Москвы в пределах города

ломенское, Западный порт и Рублево (нижний бьеф), полученные при различных четко зафиксированных расходах во время «промывок» реки в 1982 и 1998 гг.

**2-я группа** — зимние меженные концентрации ВВ и расходы в ряде фиксированных створов за 1976–88 гг.

**3-я группа** — разовые измерения, выполненные отдельными организациями в 1993–2001 гг. и представленные в фондовых материалах, в основном — в обоснованиях к разработке «Генеральной схемы отвода и очистки поверхностного стока с территории г. Москвы до 2010 г.».

Все использованные материалы известны достаточно давно, ниже мы лишь даем их новую интерпретацию в свете изложенных ранее общих подходов.

На рис. 3 представлены три линии, построенные по имеющимся «точкам» наблюдений: по представляющей наиболее надежной группе 1, суммарная по группам 1 и 2 и общая по всем трем группам. Построение проведено известным способом по минимуму относительного отклонения. Все эти линии есть реализация формулы (2). Оказывается, что:

1. В области меженных и средних дождевых расходов (до 150 м³/с) все результаты с точностью до неизбежного разброса дают единую зависимость, хотя времена выполнения измерений охватывают период 25 лет.
2. По мере роста расходов показатель возрастает от 1,1 до 1,34, что соответствует слабому уменьшению среднего показателя «п» в кривой связи от 1/2,1 = 0,475 до 1/2,4 = 0,415 (непосредственно определенные «п» составляют в НБ Карамышево 0,45 и в НБ Перервы 0,38, т. е. близкие величины).

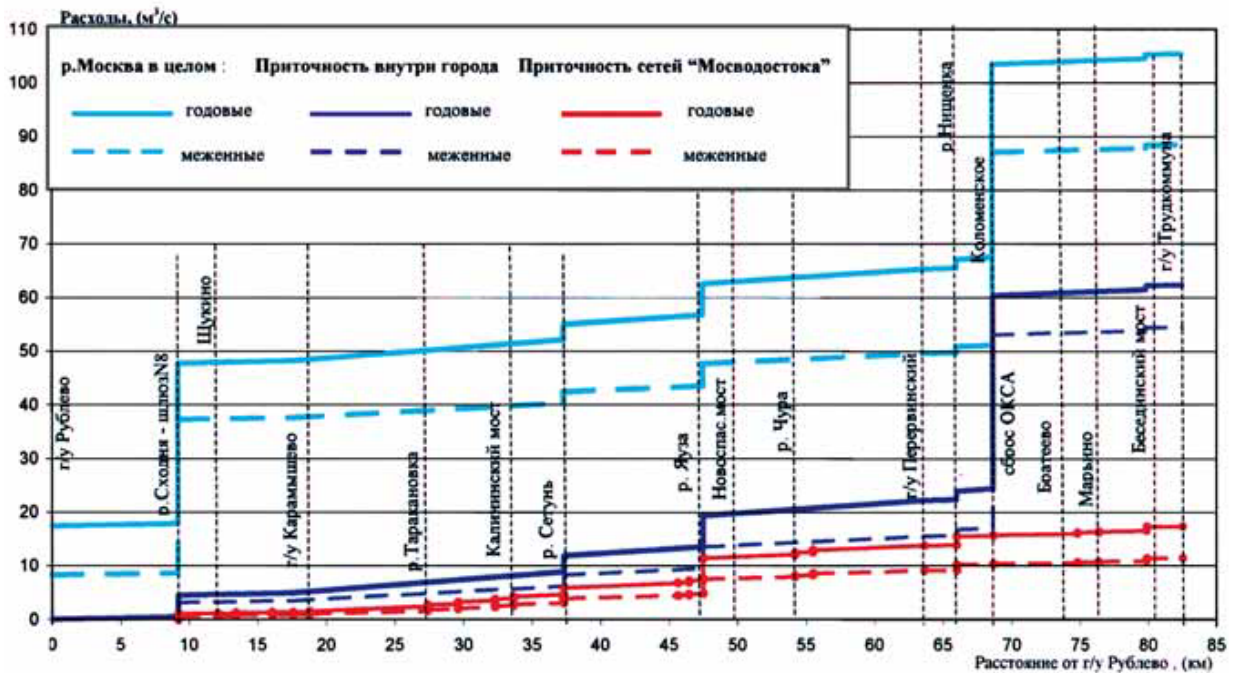
Для дальнейшего примем, согласно рис. 3, что на городском участке р. Москвы оценка транспортирующей способности реки по ВВ дается формулой:

$$S_p \approx 0,2Q^{\alpha} \text{ (мг/л)},$$

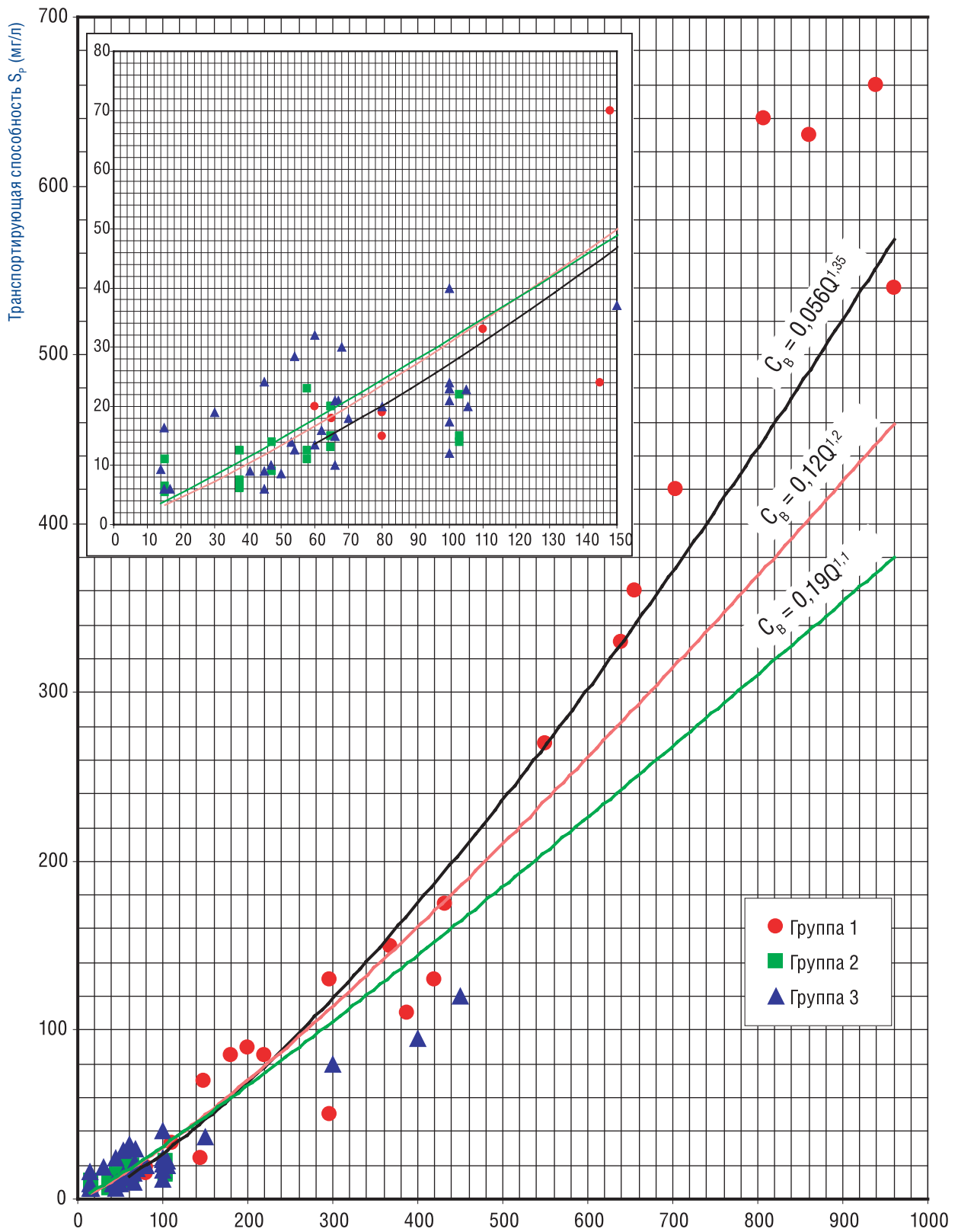
где Q выражено в м³/с, и показатель  $\alpha$  не зависит от года измерения, т. е. режим транспортирования ВВ по реке стабилизирован.

Что же касается загрязненности сбросных вод городской водоотводящей сети, то, по данным архива лаборатории «Мосводостока», с 1974 по 2001 год она в среднем уменьшилась в 2 раза, с 60 до 28 мг/л взвешенных веществ. Соответственно уменьшилась и загрязненность вод, отводимых из прудов-отстойников, с 33 мг/л до 18 мг/л. Это уменьшение, безусловно, касается только меженного периода, но тем не менее это около 90 % времени в году. Такое уменьшение загрязненности меженного стока связано с общим улучшением за последние годы содержания городской территории, с уменьшением промышленного водоотведения с начала 90-х гг. и с резким уменьшением объемов стока, проходящего по загрязненным внутриквартальным и промышленным территориям (за счет повсеместного использования в городском строительстве внутренних водостоков зданий, прямо подключаемых к внутриквартальным закрытым водосточным сетям).

Неожиданно оказывается (рис. 3), что загрязненность реки ощутимо не «отреагировала» на резкое уменьшение загрязненности приточных расходов и уменьшение



**РИС. 2.** Среднее многолетнее значение годовых и меженных расходов реки Москвы в целом и приточности в реку Москву внутри города



**РИС. 3.** Зависимость транспортирующей способности р. Москвы от расхода воды — реализация формулы (2), (группы данных — см. по тексту)

Таблица 1

№ п/п	Расчетные параметры и характеристики потока вод в реке и способы их определения	Створы реки (границы участков)		
		г/у Карамышево (НБ)	г/у Перерва (НБ)	г/у Трудкоммуна (ВБ)
1.	Среднемеженный расход реки в створе $\bar{Q}$ [м³/с] рис. 2	37	50	88
2.	Средняя транспортирующая способность потока по ВВ $\bar{S}_p = 0,2\bar{Q}^{-1,1}$ [мг/л] (в скобках — то же на выходе из города при $\bar{Q} \approx 100$ м³/с по данным рис. 3)	10,6	14,8	27,5 (20,0)
3.	Меженный коэффициент вариации расходов (определен по вариации меженных загрязнений из [6] при $\alpha = 1,1$ )	0,50	0,50	0,50
4.	Среднемеженная транспортирующая способность $S_{TR,M} = \bar{S}_{TR} (1 + \alpha (\alpha + 1)/2 * (C\nu_\theta)^2)$ [мг/л], формула 5	13,65	19,05	35,40 (25,50)
5.	Среднемеженный расход транспортируемых загрязняющих веществ (ВВ) $Q_M = M_T/T = \bar{Q} * S_{TR,M}$ (формула 5) [г/с]	505	952	3080 (2265)
6.	Приращение расхода транспортируемых загрязняющих веществ на участке реки между створами $\Delta Q_M$ [г/с]	Участок 1	Участок 2	
		447	2128 (1314)	
7.	Приращение расхода воды на участке реки между створами $\Delta \bar{Q}$ [м³/с] рис. 2	13	38	
8.	Средняя загрязненность приточного расхода на участке, обеспечивающая необходимое приращение расхода загрязняющих веществ $CO = \Delta Q_M / \Delta \bar{Q}$ [мг/л]	34,4	56,0 (34,6)	
9.	Фактическая средняя загрязненность сбросных расходов, транспортируемая рекой (равная 0,6 от загрязненности в точке сброса), и условной процесс в реке в межень: Середина 70-х гг. (загрязненность в точке сброса 60 мг/л)  Настоящее время (загрязненность в точке сброса 28 мг/л)	36,0 «равновесие»	13,0 размыв	
		16,8 размыв	12,0 размыв	

*Примечание:* В таблице с минимальными округлениями приведены формально рассчитанные цифры для того, чтобы читатель мог самостоятельно по формулам и графикам проследить ход расчета (формула (5) см. начало статьи). Отношение к «точным» цифровым результатам, тем не менее, должно формулироваться с учетом реальных точностей исходных данных и их вариаций.

интенсивности судоходства в 90-х гг. Объяснение такому «неожиданному» факту просто: если к середине 70-х гг. уже было достигнуто приблизительное равновесие транспортируемых меженными расходами ВВ и ВВ, сбрасываемых в межень с территории города, то дальнейшее, даже двукратное уменьшение последних компенсировалось только соответствующим размывом дна, а сохранение объема переносимых рекой ВВ происходит именно за счет продуктов размыва. Это то самое «вторичное загрязнение», о котором уже говорилось.

Соображения о том, что меженная загрязненность реки Москвы может поддерживаться за счет продуктов размыва, впервые высказаны (в сослагательном наклонении) в [6].

В подтверждение этого объяснения в таблице 1 приводится поэтапный расчет характеристик загрязнения по участкам реки между гидроузлами. В расчете принято, на основе имеющихся данных, что при сбросе в реку расходы поверхностного стока до 40 % ВВ «оставляют» в сети, в отстойниках или на дне реки вблизи водовыпусков за

счет выпадения крупных (не транспортируемых) фракций, а расходы ОКСА очищаются на станции аэрации до 10 мг/л (как это официально декларируется). Кроме того, для участка 2 (между Перервой и Трудкоммуной) принято во внимание, как вариант, явное местное падение транспортирующей способности реки перед г/у Трудкоммуна на выходе из города, на что обращалось внимание еще в [6] (см. цифры в скобках в таблицах 1 и 2). В результате расчета установлено, что, действительно, на основном городском участке реки (участок 1) длиной 47 км в середине 70-х гг. могло возникнуть равновесие сбрасываемых в межень и транспортируемых ВВ, а в настоящее время транспортируемые в межень рекой ВВ заведомо (примерно наполовину!) обеспечиваются на этом участке реки за счет размыва дна. На выходном участке реки в межень всегда (и в 70-х гг. и ныне) только за счет размыва поддерживается транспортирующая способность потока (при всех мыслимых вариантах ее оценки). В настоящее время, при средней загрязненности в точках сбросов 28 мг/л, размыва невозможно избежать, даже если в реке

будут взвешиваться и переноситься не 60 %, а все 100 % сброшенных с территории города ВВ.

Известен, однако, один случай (через 2 недели межени после «промывки» реки), когда к 12.05.98 временно размыв отсутствовал: в Карамышево зарегистрированы 4 мг/л при расходе 33 м<sup>3</sup>/с, на выходе из города — 7,5 мг/л при расходе 83 м<sup>3</sup>/с при сбросе ОКСА 36 м<sup>3</sup>/с с загрязненностью 7 мг/л. Расход всей городской системы водоотведения был равен 83 – 36 – 33 = 14 м<sup>3</sup>/с, а расход (перенос) загрязняющих ВВ, сброшенных в городе, составил 83 \* 7,5 – 36 \* 7 – 33 \* 4 = 238,5 [г/с]. Это отвечает переносимой загрязненности городской системы при расходе 14 м<sup>3</sup>/с, равной 238,5/14 = 17 мг/л, т. е. примерно 60 % от 28 мг/л. Очевидно, в этот день размыва действительно не было. К сожалению, такая «послепромывочная» ситуация крайне редка и временна. Она исчезает после нескольких ливней через 1–1,5 месяца после «промывки», которая из-за недостатка водных ресурсов сама по себе возможна в Москве не чаще, чем 1 раз в 6–10 лет.

Оставим читателю, при помощи такого же расчета, как и в таблице 2, возможность самостоятельно убедиться в том, что указанные ранее 60 % сброшенных в реку ВВ при расходе сброса 13 м<sup>3</sup>/с будут переноситься рекой без размыва и заилиения только при расходах воды 16 м<sup>3</sup>/с в Карамышево и 29 м<sup>3</sup>/с на Перерве. При этом среднемеженная транспортирующая способность на Перерве составит 10,5 мг/л взвешенных веществ, чего и требуют ныне органы природоохраны. Принятые правила регулирования р. Москвы (рис. 2) никак «не обещают», однако, поддержание таких величин среднемеженного расхода.

Величина слоя размываемого донного грунта, достаточная для поддержания «равновесной» загрязненности, очень мала и реально технически не отмечается на практике. Например, по данным таблицы 1, для первого участка приращение объема транспортируемой взвеси за 11 месяцев межени составит 12,7 тыс. т, из которых 6,2 тыс. т создаются за счет продуктов размыва. Площадь русла на 47 км длины реки при средней ширине 150 м составит 7,05 млн м<sup>2</sup>. Соответствующий средний слой грунта с объемной массой 2 т/м<sup>3</sup>, уложенного по этой площади с пористостью E=0,5, составит только 0,88 мм. Таким образом, реальных проблем углубления русла в межень не существует, хотя поддержание транспортирующей способности реки в это время имеет место именно за счет продуктов размыва.

С другой стороны, известно, что годовой объем межени сбросов ВВ московской системой водоотведения (только поверхностного стока) составляет не более 10 % от всего годового объема сбрасываемых ВВ, а загрязненность дождевого и талого стока превышает меженистую в среднем на 2 порядка и, проходя через «обгонные» коллектора, никакой очистке не подвергается. Поэтому за сравнительно краткие периоды дождей и снеготаяния в реку поступает очень

большое количество взвеси, которая не выносится за счет транспортирующей способности реки даже при возросших расходах. Например, определенный ранее годовой слой меженистого стока 0,88 мм компенсируется по массе ВВ при сбросе стока всего только от одного дождя длительностью 3,5 ч слоем 1/10 от годового количества дождевых осадков. В результате в целом по году имеет место заилиение русла р. Москвы (что известно и общепризнано).

Указанные выше процессы меженистого размыва (т. н. «вторичного загрязнения») связаны со своеобразными грунтовыми условиями, сложившимися в русле реки. Грунты в русле р. Москвы в пределах города (а также в руслах подпертых притоков — Язуы, Городни, Лихоборки и др.) представляют собой, начиная с середины 70-х гг., песчано-илистые отложения большой толщины со средними диаметрами частиц в пределах  $d_{60} \approx 0,1-0,2$  мм хотя природные грунты в руслах ранее представляли мелко- и среднезернистые пески с  $d_{60} > 0,5-0,8$  мм. (Такие грунты ныне можно обнаружить только в верхнем течении р. Москвы, в отдельных прибрежных зонах реки и в составе загрязнений, «смываемых» с территорий города.)

На рис. 4 представлен (по данным [8]) пример изменения среднего диаметра частиц грунта  $d_{60}$  по глубине русловых отложений р. Москвы, где видно, что естественные речные мелко- и среднезернистые пески обнаруживаются, лишь начиная с глубины 1,0–1,5 м. До тех же глубин грунты в русле реки сильно «заражены» эфирорастворимыми веществами (маслами и нефтепродуктами).

В целом, несомненно, что слой грунтов в русле толщиной в среднем 1,0 м представляет собой антропогенно-измененный, а не естественный грунт, образовавшийся за последние 100 лет в результате руслового процесса в условиях наличия обильных загрязненных городских сбросов, работы гидросооружений и судоходства\*. По всей видимости, наиболее интенсивное образование слоя антропогенно-измененных грунтов происходило именно за последние 70 лет, после пуска в 1937 году системы гидросооружений Канала Москва — Волга, причем первые 35 лет с упомянутого момента отсутствовал вообще реальный контроль или ограничение загрязненности городского стока (хотя источники загрязнения были в этот период в 2–3 раза интенсивнее современных).

Установлено, что гранулометрический состав грунтов в русле реки по состоянию на конец 70-х гг. практически совпадает с гранулометрическим составом осадков на выходе из очистных сооружений того времени, причем не только по среднему диаметру частиц ( $d_{60}$ ), но и, что наиболее показательное, по форме гранулометрических кривых, выражаемых одной зависимостью:

$$P = \exp(-d/d_{60})$$

где:

\* Заметим, что слой антропогенно-измененного грунта представляет собой не только слой собственно осадков, но и результат смешения (своеобразной взаимной «диффузии») мелкофракционных осадков и естественных грунтов, происходящего в процессе образования и исчезновения русловых микроформ. Это серьезно увеличивает толщину такого слоя, по сравнению с формально вычисляемым слоем осадка.



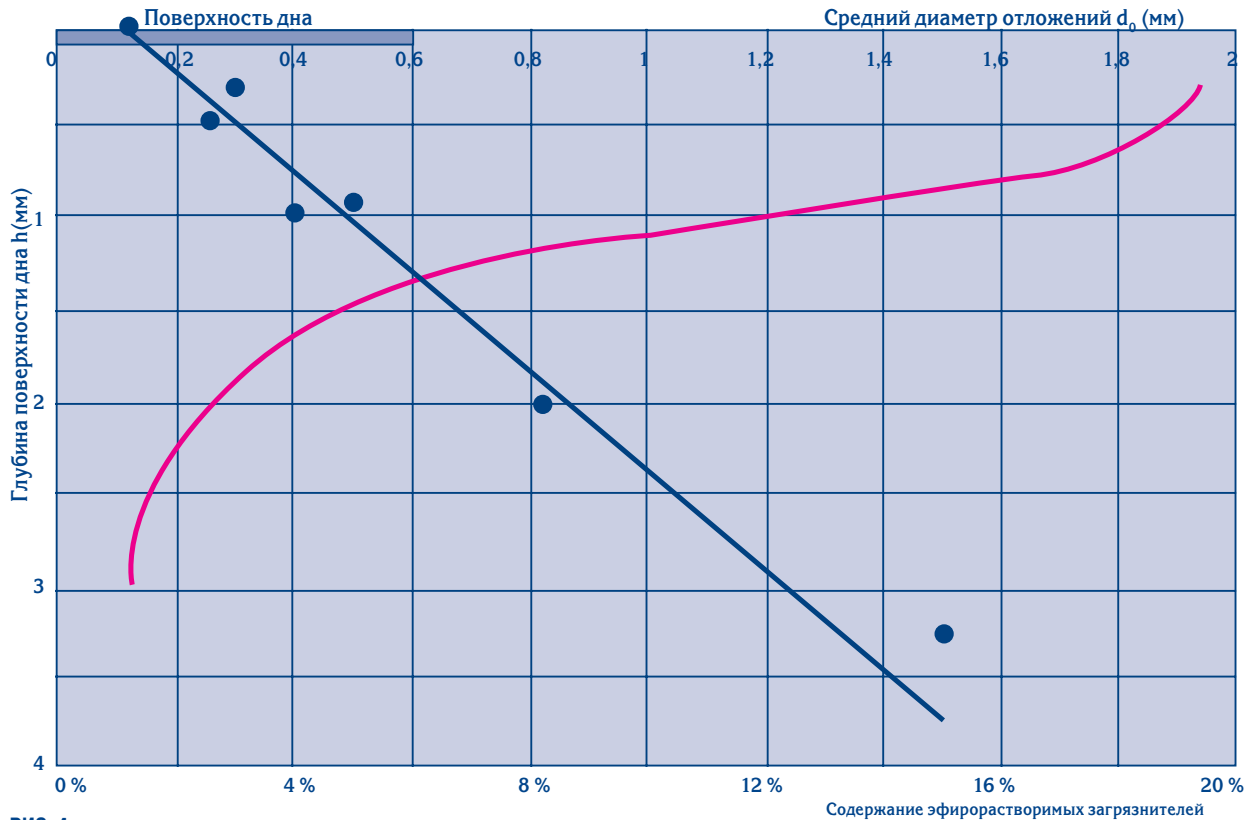


РИС. 4. Средний диаметр донных отложений в реке Москве (-----) и их «зараженность» эфирорастворимыми загрязнителями (-----)

$P$  — вероятность превышения, т. е. обнаружения частиц с диаметром более  $d$ .

Иными словами, подпертые бьефы («мини-водохранилища») реки Москвы, образованные плотинами, по существу превратились в большие неочищаемые и плохо промываемые отстойники (то же имеет место и на р. Яузе выше Яузского гидроузла).

Антропогенно-измененные грунты в руслах рек подвергаются размыву уже при скоростях течения 0,1–0,2 м/с, соответствующих меженным условиям течения в реке. Это является подтверждением и объяснением того факта, что более половины переносимых рекой в межень взвешенных веществ и их «загрязнителей-спутников» оказываются продуктами руслового процесса в реке, а не следствием сброса недостаточно очищенных стоков, как это принято считать.

Запасы антропогенно-измененных грунтов только в 47 километровом городском бьефе реки Москвы составляют, по разным оценкам, 7–10 млн м<sup>3</sup>. Никакие реальные методы удаления такого количества грунта (типа механической или гидравлической очистки) на обозримое будущее даже не просматриваются. Очевидно, что при любых добросовестных расчетах и экологических прогнозах с наличием указанных грунтов необходимо считаться, как с неизбежной данностью.

Анализ имеющихся данных по грунтам позволяет также констатировать, что в московских условиях (и в реках, и в отстойниках, и в сетях):

1. Содержание компонентов грунта или взвеси, выгорающих при 600 °С («органики»), составляет в среднем 17 % от массы частиц  $d \leq 0,25$  мм и примерно равно массе частиц с  $d \leq 0,05$  мм. При этом массовое содержание эфирорастворимых примесей (нефтепродукты, масла) составляет  $0,5P_0^{1,5}$ , где  $P_0$  — массовое содержание «органики».

2. Среднее статистическое содержание в воде основных нормируемых «загрязнителей-спутников» взвешенных веществ составляет:

$$\text{БПК}_5: C_B = (2,0-2,4)(C_B)^{1/4} \text{ (мг/л)},$$

$$\text{Нефтепродуктов: } C_H = (0,1-0,5)(C_B)^{1/2} \text{ (мг/л)},$$

где:

$C_B$  — концентрация ВВ в мг/л, меньшие коэффициенты — реки и выходы из очистных сооружений, большие — городские водосточные сети.

3. Коэффициенты вариации для меженных условий составляют (без учета неизбежных ошибок анализа) 0,6 для ВВ, 0,5 для нефтепродуктов и 0,45 для БПК<sub>5</sub>, а коэффициенты корреляции «ВВ — нефтепродукты» равны 0,7 и «ВВ — БПК<sub>5</sub>» составляют 0,6.

\* Оно лишь гарантирует, что штрафы за загрязнения, согласно Постановлению Правительства города Москвы № 564-ПП, легко и всегда могут быть наложены на любого водопользователя по желанию чиновников природоохранных органов без серьезных шансов водопользователя на защиту.

Таблица 2

Достижимые среднемеженные значения загрязненности при существующих грунтовых условиях в бьефах р. Москвы	Створы реки		
	г/у Карамышево (НБ)	г/у Перерва (НБ)	г/у Трудкоммуна (ВБ)
Взвешенные вещества (мг/л) (см. табл. 1, строка 4)	13,6	19,0	35,4 (25,5)
БПК <sub>5</sub> (мг/л)	3,8	4,2	4,9 (4,5)
Нефтепродукты (мг/л)	0,37	0,44	0,6 (0,5)

Нетрудно видеть, что даже для объектов II категории водопользования формальное соблюдение в р. Москве ограничений действующих СанПиН на БПК<sub>5</sub> происходит при содержании ВВ не более 16 мг/л, а на нефтепродукты при содержании ВВ — не более 9 мг/л, что в московских условиях практически невыполнимо. Фактические средние меженные загрязненности, достигаемые в реке Москве в реальных природных (и антропогенных) условиях, показаны ниже в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что современное требование природоохранных органов иметь всюду в водах р. Москвы концентрацию ВВ 10,75 мг/л (10 мг/л — это якобы ПДК и добавление 0,75 мг/л, разрешенное СанПиН) нельзя в принципе выполнить, даже на входе в город! И тем более такое требование противоестественно для водовыпусков всех систем канализации и для притоков р. Москвы.\*

Важно подчеркнуть, что в условиях реки Москвы возможность активного технологического влияния на загрязненность реки (например, очисткой сбрасываемого стока), вопреки распространяемому мнению, крайне ограничена. В течение 90 % времени в году (межень) в реку вносится с территории города только 18 % объема переносимых рекой ВВ, а из-за пределов города (по притокам) еще добавляется 8 %. Одновременно около 40 % поступает сверху по течению, 20 % добавляется за счет размыва дна и около 13 % из других источников (пылеосаждение, захват примесей дождями и снегом, смыв с набережных). В таких условиях, в т. ч. при наличии размыва, город реально может повлиять только на плавучие загрязнения (мусор и «грязь» разного рода) за счет улучшения содержания городских территорий, что ныне осуществляется и результат чего (при наличии систематических наблюдений) мы наверняка увидим через 5–10 лет.

Из таблицы 1 следует также, что рыбохозяйственный вид водопользования в р. Москве (в городе и ниже него, равно как и в притоках) в принципе невозможен, и требования такого рода противоестественны и не могут выдвигаться (как минимум по практической недостижимости общего содержания в водах реки нефтепродуктов 0,05 мг/л, соответствующего «рыбохозяйственному ЛПВ»).

Гидроэкологическая ситуация в водных объектах и, в частности, происхождение и состав взвешенных веществ, аналогичные приведенным выше, характерны для многих, если не для большинства, крупных городов

РФ, имеющих отдельную или полураздельную систему канализации. Соответственно, и приведенное выше рассмотрение гидроэкологии реки Москвы является поучительным примером для водохозяйственных и административных органов многих городов.

В приведенном выше примере, с учетом изложенного в предыдущих разделах данной статьи, продемонстрировано для всех водопользователей следующее:

1. Показан практический способ получения основной характеристики загрязненности водотока для «естественных условий» — его транспортирующей способности при наличии необходимого минимума гидрологических и экологических наблюдений (анализов).
2. Показан путь выполнения простейших гидроэкологических (в основном балансовых) расчетов для подготовки материалов, позволяющих сформулировать обоснованные и выполнимые требования к водопользователям водотока-водоприемника.
3. Продемонстрирована необходимость взаимосвязанных гидрологических и экологических (гидрохимических) данных мониторинга для содержательных и обоснованных суждений о количестве и качестве сточных вод и об их взаимодействии с водами водного объекта.

При этом очевидно, что качественное совершенствование методики выполнения и объема мониторинга должно опережать постановку и проведение расчетов, отмеченных выше в п.п. 1 и 2, ибо современная база результатов наблюдений и измерений, как правило, не позволяет достоверно проводить такие расчеты.

### ЧТО ДОЛЖЕН БЫЛ БЫ УВИДЕТЬ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЬ?

Возвращаясь к названию статьи и надеясь, что читатель с трудом (а иногда и с «ужасом») добрался до конца, мы надеемся, что водопользователь своими глазами увидит как минимум, что:

- общее законодательство в данной области содержит много неясностей и неоднозначно толкуемых положений и не является законом прямого действия;
- методические указания федерального уровня по реализации этого законодательства пока не выпущены (или не обнародованы);

- нормативы прямого действия сформулированы не всегда ясно и однозначно, в первую очередь — в части соответствия формулировок реальным изменчивым природным процессам и реальной технике измерений (регистрации) и анализа параметров природной среды;
- во многих случаях (особенно при водоотведении с территорий крупных городов) в водотоке-водоприемнике возникает опасность «вторичного загрязнения», связанного с размывом антропогенно-измененных грунтов русла (чаще всего практически неустранимая). В таких случаях, которые должны устанавливаться индивидуально, нижним пределом загрязненности водотока оказывается фактический уровень «вторичного загрязнения» (а не требования санитарных норм!), и именно на непревышение этого неизбежного уровня должны быть рассчитаны меры водоочистки сточных вод (во избежание формальных и неэкономичных технических решений);
- государственные органы и органы местного самоуправления при формулировке условий принятия решений о предоставлении водных объектов в пользование формально поставлены в равное правовое положение с будущим водопользователем, ибо отказ в принятии требуемого решения на условиях водопользователя ныне обжалуется в судебном порядке. Однако практически водопользователь остается бесправным в том смысле, что исходные гидроэкологические условия в водотоке-водоприемнике заранее устанавливаются государственными органами без обязательного участия возможных водопользователей и могут кардинально не совпадать с их реальными предложениями и возможностями;
- имеются научно-обоснованные предложения и аналоги (европейские), позволяющие сформулировать и реализовать адекватные и реально выполнимые подходы к оценке экологического воздействия сбросов на водные объекты.

В последнем случае необходимо по крайней мере:

- 1) достоверно установить реальные (современные) характеристики загрязненности водотока-водоприемника, увязанные с его реальными гидрологическими режимами, изменяющимися вдоль по течению водотока и во времени. При этом необходимо четко видеть (установить) цели гидроэкологических мероприятий и степень их практической достижимости для каждого конкретного случая;
- 2) четко указать гидрологический период (периоды), на который распространяются экологические ограничения для конкретного створа конкретного объекта;
- 3) ввести и реализовать понятие «репрезентативной пробы» (хотя бы 24-х часовой) и, может быть, «разо-

вой экстремальной пробы», минимизировав тем самым аналитическую работу химлабораторий за счет использования физического осреднения (смешения) ежечасных проб;

- 4) уточнить и конкретизировать формулировки СанПиН в привязке к реально достижимым условиям пробоотбора и лабораторного анализа, минимизировав при этом номенклатуру систематически контролируемых характеристик загрязненности сточных вод. Желательно при этом ограничиться европейским минимумом 3÷5 интегральных характеристик [3].

Перечисленные необходимые условия для разработки адекватного подхода к оценке воздействия сточных вод на водные объекты могут быть, в отдельных частных случаях, согласованы специально, однако для повсеместного использования их в целом по стране необходим единый технический регламент по водоотведению.\* Пока, к сожалению, попытки подготовить и узаконить такой регламент не увенчались успехом [9].

В сложившейся ситуации с новым законодательством водопользователи (в первую очередь ныне действующие) поставлены перед необходимостью основательно пересматривать и совершенствовать (или создавать заново) свои возможности в области гидроэкологического мониторинга: измерения количества и качества сточных вод (или вод, забираемых в водоисточнике), а также количества и качества вод в водном объекте выше и ниже пункта водопользования. Последнее — обязательное требование Водного кодекса РФ. Одновременно это требование (при его реализации) есть своеобразная «защита» водопользователя от претензий природоохранных органов, ибо только сравнение результатов измерений выше и ниже пункта водопользования позволяет объективно установить выполнение или невыполнение уровня «допустимых воздействий на водный объект».

Число мест измерений и методы их выполнения зависят от характеристик конкретного объекта, однако одно обязательное требование неизменно: при взятии проб воды для проверки ее загрязненности должны быть точно зафиксированы гидрологические параметры (скорость, расход, глубина) в месте взятия пробы и в тот же момент времени. Это существенно расширяет привычный и более или менее освоенный круг измерений, выполнявшихся до сего времени большинством водопользователей, сводившийся, как правило, к разовому взятию проб воды и как максимум к упрощенной регистрации глубин или расходов в выходных сечениях водовыпускных сооружений.

Для выполнения требований нового Водного кодекса РФ о постановке измерений, записываемых ныне и в решениях о предоставлении водного объекта в пользование, водопользователь в дополнение к уже освоенному

\* В соответствии с законом РФ о техническом регулировании.

\*\* Возможно, конечно, и привлечение к этой работе сил местной гидрометслужбы, однако по специальной программе измерений (методы, периодичность, время, створы реки и т. д.), задаваемой водопользователем и далеко не всегда отвечающей традиционному порядку проведения наблюдений (измерений) в «обычной» гидрометеорологии.

теперь должен уметь (иметь технические возможности и необходимые кадры) проводить гидрологические измерения в самом водотоке (реке) и одновременно брать пробы воды в водотоке с последующим их анализом.\*\*

Технические средства для всех вышеуказанных измерений, отбора проб воды и даже их экспресс-анализа ныне существуют (измерители скорости, уровня, мутности, пробоотборники и т. д. [7, 10] и др.). Наибольшую сложность представляет собой процесс «привязки» измерительной аппаратуры к конкретному объекту (сооружению), включая неизбежное проектирование и изготовление конструкций и устройств для установки приборов, доступа к ним для обслуживания и выбор вторичной аппаратуры для оперативной обработки и сохранения в памяти сигналов измерительных приборов. В этой части водопользователям следует, как правило, обращаться к специализированным фирмам, имеющим необходимые лицензии. Например, НКФ «ВОЛГА» уже в течение многих лет выполняет такие работы (включая подбор и поставку аппаратуры). Однако опыт этой работы показал, что современный водопользователь чаще всего не в состоянии самостоятельно сформулировать конкретные требования к системе измерений (объем, места, точности, периодичность и т. д.), позволяющие предложить техническое решение, адекватное особенностям объекта и одновременно отвечающее нормативно-методическим требованиям природоохранных органов. Исключение составляют лишь крупные водопользователи, имеющие в своих структурах специальные

службы измерений и мониторинга. Для многих водопользователей, желающих правильно и экономически эффективно проводить ныне обязательные измерения, проблема привлечения специализированных и подготовленных кадров в настоящее время станет в повестку дня. Это особо коснется тех водопользователей в области водоотведения (местные «водоканалы»), которые являются чисто коммерческими организациями (ОАО, ООО, ЗАО) и которых ныне около 30 % по стране. Для них правильно поставленные и интерпретированные измерения — прямой путь и к уменьшению издержек, и к созданию соответствующего имиджа в своем регионе.

В заключение приходится отметить, что как у воображаемого обобщенного водопользователя, глазами которого автор попытался посмотреть на современную ситуацию, так у самого автора, невольно возникает вопрос: а не пытается ли законодатель при помощи Водного кодекса переложить профессиональные обязанности в части гидроэкологического мониторинга с плеч специалистов Росводресурсов и Росгидромета на плечи многочисленных водопользователей, имея в виду, что при удовлетворительном выполнении ими таких обязанностей (что маловероятно) будет получена за счет водопользователей очень нужная всем информация, а при неудовлетворительном (что будет гораздо чаще) — водопользователи «по закону» заплатят положенный штраф за нарушение водного законодательства?

Ответ на такой вопрос каждый читатель даст себе сам.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. «Рекомендации по гидравлическому расчету крупных каналов», ГКНТ СССР, Москва, 1998.
2. «Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений (справочное пособие)», Энергоиздат, 1998.
3. Совет Европейских Сообществ. Инструкция Совета от 21 мая 1991 года по обработке коммунальных сточных вод (91/271/ЕЕС).
4. Вербицкий В.С. Комплексная гидравлическая теория руслового процесса, Труды ВНИИГиМ, т. 78, 1990.
5. «Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока...» ФГУП НИИ ВОДГЕО, Москва, 2006.
6. «Проблемы экологии Москвы», под ред. Е.И. Пупырева, М.: Гидрометеиздат, 1992.
7. «Способы получения объективных характеристик загрязненности сточных вод», журнал «Экология производства» № 9, 2007.
8. Боровков В.С. Русловые процессы и динамика речных потоков на урбанизированных территориях, Ленинград, Гидрометеиздат, 1989.
9. «Технические регламенты для водоотведения», журнал «Водоочистка», № 8, 2007.
10. «Как официально зарегистрироваться «естественному водопользователю»?», журнал «Водоочистка», № 4, 2007.

## БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

### МИНПРИРОДЫ РФ ВВЕДЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ВОДООХРАННЫХ ЗОН

Министр природных ресурсов и экологии РФ Юрий Трутнев дал поручение Департаменту государственной политики и регулирования в области водных ресурсов и безопасности ГТС жестко регламентировать условия ведения хозяйственной деятельности в водоохраных зонах

Как отметил Юрий Трутнев, необходимо предусмотреть и подробно регламентировать требования к физическим и юридическим лицам при строительстве и эксплуатации хозяйственных и жилых объектов в водоохраных зонах, чтобы исключить негативное воздействие на водные объекты. В частности, необходимо обязать водопользователей переходить на системы автономной очистки сточных вод, согласовывать размещение объектов в водоохраных зонах. Кроме того, необходимо предусмотреть ответственность за несоблюдение режима водоохраных зон.

Как сообщил в ходе своего выступления на совещании директор Департамента государственной политики и регулирования в области водных ресурсов и безопасности ГТС Дмитрий Кириллов, водное законодательство предусматривает возможность строительства и эксплуатации хозяйственных объектов в водоохраных зонах. При этом подробно не регламентированы требования их использования. В частности, условием использования водоохраных зон сегодня является «обеспечение охраны водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды», сообщает пресс-служба Минприроды РФ.