

# Главная тема: контроль качества воды И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

## Читайте и узнаете:

- **какие нормативные документы регламентируют качество воды различных типов и назначений;**
- **о проблемах применения некоторых нормативов;**
- **о «безобидных» примерах путаницы в терминологии из нормативных документов, устанавливающих требования к качеству воды**

## Ключевые слова:

нормативные документы, показатели качества воды, методические документы, терминология, аналитическая лаборатория

## Качество воды: нормативно-законодательная база, методики анализа и терминология

**Н.К. Куцева**

*начальник отдела физико-химических методов анализа Аналитического центра ЗАО «РОСА»*

**Т**ребования к качеству воды всецело зависят от того, для каких целей она применяется. В [1] качество воды определено как характеристика состава и свойств воды, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования. Качество воды, степень ее загрязнения и, соответственно, возможность использования оценивается с помощью химического и биологического анализов. Химики-аналитики, выполняющие анализы воды, должны не только профессионально владеть методами аналитической химии и методиками аналитического контроля, но и общими знаниями в разных областях химии, в том числе терминологией и технологиями водоподготовки. Кроме того, они должны хорошо ориентироваться в запутанной законодательной базе по нормированию качества воды [2] и осозна-

Проанализированы проблемы, возникающие у химиков — специалистов аналитического центра при работе с нормативными документами, устанавливающими требования к качеству воды различных типов и назначений. На примерах показана необходимость совершенствования существующей нормативной базы

вать социальную ответственность за результаты проведенных исследований.

### Нормативные документы

В России действуют десятки нормативных документов, регламентирующих качество воды различных типов и назначений:

- санитарные правила и нормы (СанПиН);
- гигиенические нормативы (ГН);
- государственные стандарты,
- технические условия,
- фармакопейные статьи.

В соответствии с принятой в России классификацией нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования [3] шифр каждого документа определяет его принадлежность к опреде-

ленной классификационной группе, например:

2.1.4 — «Коммунальная гигиена. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест»;

2.1.5 — «Коммунальная гигиена. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водоемов».

Документы в ранге **СанПиН** [4 11] определяют только санитарно-токсикологические и органолептические показатели воды.

**Гигиенические нормативы** (ГН) [12–14] устанавливают гигиенические и эпидемиологические критерии безопасности и безвредности факторов производственной и окружающей среды, а также среды обитания человека.

**Государственные стандарты** (ГОСТ) содержат требования

# Главная тема: контроль качества воды и водопользования

к воде как к продукту и технические требования к воде, которая используется в производстве [15–19].

**Фармакопейные статьи** являются стандартами для воды, применяемой в медицинских целях [20–22].

Технические условия (ТУ) [23–25] и отраслевые стандарты (ОСТ) [26, 27] также регламентируют качество воды, которая используется для конкретных целей. Помимо требований к качеству воды, в них описаны процедуры или указаны методики анализа, с помощью которых можно установить, соблюдены ли уста-

новленные требования. ТУ разрабатываются изготовителем в соответствии с собственными требованиями к качеству выпускаемой продукции и производственными процессами. ОСТ применяется во всей отрасли.

Анализируя обширную нормативную базу, на первом этапе химик-аналитик должен понять, какой это тип воды и на соответствие требованиям какого нормативного документа предстоит ее исследовать, с тем чтобы не только правильно выполнить анализы, но и корректно оформить протокол. Для примера в *табл. 1, 2* приведены требования

к питьевой воде, источникам питьевого водоснабжения (водопотребления) и природной воде, установленные различными НД.

## Меж двух огней

О методиках анализа воды сказано много, но нечасто публично говорят о том, что в повседневной жизни лаборатории, выполняющие анализы для широкого круга самых разных заказчиков, порой оказываются «меж двух огней» — требованиями нормативных документов (НД) к качеству воды и методике/методу анализа. Первые разрабатывают и утверждают всякого рода ведомства в самых разных отраслях деятельности, что часто приводит к путанице в терминологии и в конечном итоге к неоднозначной (неопределенной) трактовке нормативных требований.

Самыми распространенными проблемами применения некоторых нормативов можно назвать:

- отсутствие их привязки к методам анализа или процедурам пробоподготовки;
- отсутствие в них четкого определения нормируемого показателя качества.

При организации отбора проб природной воды важно знать, на соответствие требованиям какого НД будет выполняться анализ на металлы. Требования к водным объектам по содержанию металлов установлены в двух документах:

- в НД водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [10, 11] нормируется валовое содержание металлов;
- в НД водных объектов рыбохозяйственного значения [27] — растворенные формы. В этом случае для определения метал-

Требования к качеству питьевой и природной воды

[табл. 1]

| Показатель — содержание (мг/л)/цель использования | Питьевая вода централизованного водоснабжения [4] | Питьевая вода [28]                  | Питьевая вода, природная вода культурно-бытового водопользования [12, 13] | Природная вода рыбохозяйственного значения [29] |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Хлороформ                                         | 0,2                                               | 0,1 (тригалометаны)                 | 0,06                                                                      | 0,005                                           |
| Мышьяк                                            | 0,05                                              | 0,01                                | 0,01                                                                      | 0,05*                                           |
| Никель                                            | 0,1                                               | 0,02                                | 0,02                                                                      | 0,006*                                          |
| Цианиды                                           | 0,035                                             | 0,05                                | 0,07                                                                      | отсутствие (0,00001)                            |
| Аммоний (по N)                                    | 2                                                 | 0,5 (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) | 1,5                                                                       | 0,05                                            |
| Бенз(а)пирен                                      | 0,005                                             | 0,00001                             | 0,00001                                                                   | 0,4                                             |
| Винилхлорид                                       | 0,05                                              | 0,0005                              | 0,005                                                                     | отсутствие (0,000008)                           |
| Акриламид                                         | 0,01                                              | 0,0001                              | 0,0001                                                                    | 0,35                                            |
| Нитриты                                           | 3,0                                               | 0,5                                 | 3,3                                                                       | 0,08                                            |

\* нормируются растворенные формы металлов

Требования к качеству источников питьевого водоснабжения

[табл. 2]

| Показатель — содержание/цель использования                  | Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения [30] |                                  | Источники нецентрализованного водоснабжения [3] | Источники питьевого водопотребления [4] |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                             | Подземные источники 1 класса                                          | Поверхностные источники 1 класса |                                                 |                                         |
| pH                                                          | 6–9                                                                   | 6,5–8,5                          | 6–9                                             | 6,5–8,5                                 |
| Запах, баллы, не более                                      | —                                                                     | 2                                | —                                               | 2                                       |
| Жесткость, моль/дм <sup>3</sup>                             | 7                                                                     | 7                                | —                                               | 7–10                                    |
| Железо, мг/дм <sup>3</sup> , не более                       | 1                                                                     | 0,3                              | 0,3 (1)                                         | 0,3 (1)                                 |
| Перманганатная окисляемость, мгО/дм <sup>3</sup> , не более | 2                                                                     | 7                                | 5–7                                             | 2 (ХПК)                                 |
| Содержание химических веществ                               | по [4]                                                                |                                  | по [12]                                         |                                         |

лов воду следует отфильтровать на месте отбора.

### Просто сухой остаток

Хорошей иллюстрацией является показатель, характеризующий «суммарную концентрацию анионов, катионов и диссоциированных растворенных в воде неорганических веществ», то есть в соответствии с [31] — «минерализация». В этой формулировке минерализацию воды следует рассчитывать непосредственным суммированием содержания катионов и анионов, присутствующих в воде, включая гидрокарбонаты, что важно при анализе минеральных вод. Однако на практике содержание в воде растворенных веществ чаще оценивают по сухому остатку. Сухой остаток характеризует общее содержание растворенных в воде нелетучих минеральных и частично органических соединений [32]. Термин «сухой остаток» применяется при исследовании природных и питьевых вод, при этом надо иметь в виду, что при высоком содержании гидрокарбонатов значение общей минерализации может отличаться от значения сухого остатка.

В затруднительное положение химиков-аналитиков поставил термин «плотный остаток», который на протяжении многих лет практически не употреблялся в НД, но появился в качестве наименования нормированного показателя в [33]. В соответствии с [34], плотный остаток характеризует содержание в воде неорганических примесей (растворенных, коллоидных и грубодисперсных, кроме газов, карбонатов, гидрокарбонатов и частично органических примесей) и определяется как остаток после упаривания нефилтрованной пробы воды, высушенный до постоянного веса. Однако с технологической точки зрения для сточных вод важно знать и содержание растворенных веществ, и «общее содержание примесей» [35]<sup>1</sup>, которое определяют из нефилтрованной пробы, а плотным остатком фактически называют сухой остаток. С учетом сказанного, ошибочно уравнивать понятия «минерализация» и «плотный остаток», как это сделано в [33], и остается только предполагать, что на самом деле имеется в виду под термином «сухой остаток».

Взаимосвязь русских и английских терминов [31, 35–39]

[табл. 3]

| Обозначение, название                                 | Принцип анализа                    | Русский эквивалент                                                            |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| TSS<br>Tota Suspended Solids<br>(Nonfiltered Residue) | TSS = TS — TDS                     | Взвешенные вещества                                                           |
| TDS<br>Total Dissolved Solids<br>(Filtered Residue)   | Определяют из фильтрованной пробы  | Сухой остаток                                                                 |
| TS<br>Total Solids<br>(Total Residue)                 | Определяют из нефилтрованной пробы | Общее содержание примесей, общее количество растворенных и взвешенных веществ |

Синонимы термина «сухой остаток»

[табл. 4]

| Название показателя                                | Единицы измерения  | НД, устанавливающий ПДК | Тип воды                                                    |
|----------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Минерализация                                      | г/дм <sup>3</sup>  | [15; 41]                | Воды минеральные природные питьевые                         |
|                                                    | мг/дм <sup>3</sup> | [6]                     | Поверхностные воды                                          |
| Общая минерализация (сухой остаток)                | мг/л               | [5]                     | Питьевая вода нецентрализованного водоснабжения             |
|                                                    | мг/л               | [7; 41]                 | Бутилированная вода                                         |
|                                                    | мг/л               | [4]                     | Питьевая вода централизованного водоснабжения               |
| Сухой остаток                                      | мг/дм <sup>3</sup> | [30]                    | Источники центрального хозяйственно-питьевого водоснабжения |
| Минерализация (плотный остаток)                    | мг/дм <sup>3</sup> | [33]                    | Сточная вода                                                |
| Содержание растворимых солей                       | мг/л               | [16]                    | Вода для бетонов и растворов                                |
| Массовая доля остатка после выпаривания при 110 °С | млн                | [17]                    | Вода для лабораторного анализа                              |
| Условное солесодержание (в пересчете на NaCl)      | мкг/кг             | [42]                    | Вода для паровых котлов                                     |

ривания нефилтрованной пробы воды, высушенный до постоянного веса. Однако с технологической точки зрения для сточных вод важно знать и содержание растворенных веществ, и «общее содержание примесей» [35]<sup>1</sup>, которое определяют из нефилтрованной пробы, а плотным остатком фактически называют сухой остаток. С учетом сказанного, ошибочно уравнивать понятия «минерализация» и «плотный остаток», как это сделано в [33], и остается только предполагать, что на самом деле имеется в виду под термином «сухой остаток».

В зарубежных нормативных документах эти понятия определены более четко (табл. 3).

<sup>1</sup> В этом справочнике, изданном почти 40 лет назад, наиболее ясно сформулировано понятие качества сточной воды. — Прим. авт.

В большинстве российских методик анализа воды речь идет о «сухом остатке» (см. табл. 4), и пробу воды, питьевой, природной или сточной, предварительно фильтруют. Причем в разных методиках используют разные фильтры: бумажный (белую или синюю ленту) или мембранный. Есть и иной способ оценки солесодержания — с использованием TDS-анализаторов (солемеров) по значению удельной электрической проводимости воды. Определение общего содержания примесей описано, например, в [40].

### Нефтепродукты в воде

Следует обратить внимание на такой показатель, как содержание «нефтепродуктов». Мало того, что для определения количества нефтепродуктов в воде

# Главная тема: контроль качества воды и водопользования

Нормативы содержания нефтепродуктов в воде

[табл. 5]

| Показатель                                                       | ПДК, мг/л               | НД, устанавливающий ПДК |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Нефтепродукты, суммарно                                          | 0,3                     | [4]                     |
| Нефтепродукты                                                    | 0,05 (1 категория)      | [7]                     |
|                                                                  | 0,01 (высшая категория) | [29]                    |
| Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии | 0,05                    | [29]                    |
| Нефть                                                            | 0,3                     | [12]                    |
| Нефть многосернистая                                             | 0,1                     |                         |
| Керосин окисленный                                               | 0,01                    |                         |
| Керосин осветлительный                                           | 0,05                    |                         |
| Керосин сульфированный                                           | 0,1                     |                         |
| Керосин технический                                              | 0,01                    |                         |
| Керосин тракторный                                               | 0,01                    |                         |
| Нефтепродукты (растворенные и эмульгированные)                   | 10                      |                         |

допускается использовать по крайней мере четыре принципиально разные методы анализа (гравиметрию, флуориметрию, ИК-спектрометрию и хроматографию), изложенные в еще большем количестве документов (одних ИК-спектрометрических методик не менее десятка), этот показатель в российских НД на качество воды еще и по-разному называется (табл. 5).

При этом для зарубежных заказчиков исследований, помимо *Total Petroleum Hydrocarbons* (общего количества углеводородов, что в российских НД эквивалентно названию «нефтепродукты»), часто необходимо определить в воде и содержание *Mineral Oil* ( $C_{10}$ – $C_{40}$ ) — минерального масла, включая углеводороды с длиной углеродной цепи  $C_{10}$ – $C_{40}$ . Если не учитывать нюансы, скрытые в названии показателя или не уточнить документ, на соответствие которому проводится контроль, то есть риск получить недостоверный результат.

## Более «безобидные» примеры

Перманганатную окисляемость в НД называют по разному:

«окисляемость» [16, 28]; «окисляемость перманганатная» [4, 5, 7, 15], «массовая доля веществ, восстанавливающих  $KMnO_4$ » [17], «перманганатный индекс» [1], «расход  $KMnO_4$ » [10]. Все названия являются синонимами, но могут ввести в заблуждение как технический персонал лаборатории при оформлении заказа, так и вызвать недоумение заказчика, получившего протокол анализа, в котором название показателя приведено иначе, чем в НД на качество воды.

Что нормируется и что определяется при выполнении анализа **воды на содержание анионов неорганических кислот**? Подразумеваются хлорид-ионы, в документах указывают нормативы на хлориды, хлор или хлорид-ионы; йодид-ионы называют и йодидами, и йодом ( $I_2$ ), и йод-анионами. В одном НД, устанавливающим требования к качеству бутилированной воды, установлены нормативы для йода и для йодид-иона (вода для приготовления детского питания), поэтому с формальной точки зрения следует выполнять анализ именно на содержание различных форм йода, что вполне воз-

можно методом вольтамперометрии [43]. В то же время в рекомендациях [44] дана ссылка на метод определения йодид-ионов [45], поэтому можно предполагать, что речь идет именно о ионах  $I^-$ .

Большое количество НД на качество воды различных типов часто затрудняет поиск нормативов, особенно это касается органических веществ: 3,5-ксиленол — 1-гидроксидиметилбензол; 1,1,2,2-тетрахлорэтен — перхлорэтилен, тетрахлорэтилен, тетрахлорэтан; ацетон — пропан-2-он; акриламид — проп-2-енамид; диметилбензол-1,2-дикарбонат — диметилфталат; гидроксихлорбензол — хлорфенол и др., в том числе пестицидов, названия которых могут быть приведены в нескольких вариантах (табл. 6). Возникает резонный вопрос — какое название приводить в протоколе исследований?

Хорошо хотя бы то, что в ряде НД на качество воды наименования показателей сопровождаются регистрационными номерами CAS (реестр *Chemical Abstracts Service*), что значительно облегчает их идентификацию.

С точки зрения правильности расчета и представления результата анализа в НД важно обращать внимание на единицы измерения. Что касается жесткости воды, могут быть такие варианты: мг-экв/дм<sup>3</sup>, мг-экв/кг,  $CaCO_3$ ,  $Ca$ ,  $CaO$ , *ppm* (такой пересчет провести несложно с учетом [46]); или обозначений фосфатов:  $P$ ,  $PO_4$ ,  $P_2O_5$ ; сульфидов:  $H_2S$ ,  $S^{2-}$ ; порой требуется расчет содержания катионов и анионов на  $CaCO_3$  (при использовании обратного осмоса<sup>2</sup>) и др.

<sup>2</sup> [http://www.membranes.com/docs/t\\_c/water\\_chem\\_st\\_y.pdf](http://www.membranes.com/docs/t_c/water_chem_st_y.pdf)

### Нормативы и протокол

Похожая ситуация сложилась с нормативами. Например, пересчитать норматив на аммоний-ионы по нормативу на азот аммонийный для химика не представляет проблемы, однако может вызвать вопросы у заказчика.

Протокол исследования является документальным подтверждением деятельности аналитической лаборатории и юридическим документом. Помимо ответственности за достоверность результатов лаборатория отвечает и за всю информацию, приведенную в протоколе. Конечно, в соответствии с [47] в протоколе не обязательно приводить нормативы качества объекта, однако в ряде случаев это необходимо для правильного выбора методики испытаний, да и заказчики предпочитают видеть эту информацию в протоколах. В то же время из-за любых ошибок, допущенных при оформлении протоколов, лаборатория и лицо, подписавшее протокол, несут административную ответственность. Для заказчиков правильность оформления протокола исследований еще более важна, особенно, если этот документ представляется в контролирующие организации.

Помимо требований к протоколам исследований, изложенных в [47], следует правильно проводить округление результатов и соблюдать требования по сокращению названий в шапке протокола [48]. Кроме того, для большинства заказчиков важно, чтобы было полное совпадение наименования показателя и единиц измерения в протоколе и документе, регламентирующем качество объекта. Так, с выходом

Синонимы названий пестицидов и их ПДК в природной воде [табл. 6]

| Название пестицида (рег. № CAS)/ ПДК (мг/л)                      | [12]                                                        | [29]                                              | [14]       |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------|
| Симазин<br>$C_7H_2C_3N_5$<br>CAS 122-34-9                        | 2,4-Бис(Н-этиламино)-6-хлор-1,3,5-триазин                   | 2-хлор-4,6-бис-(этиламино)-1,3,5-триазин          | Симазин    |
|                                                                  | Отсутствие                                                  | 0,002 мг/л                                        | Отсутствие |
| Прометрин<br>$C_{10}H_{19}N_{55}$<br>CAS 7287-19-6               | N,N'-бис(1-метилэтил)-6-(метилтио)-1,3,5-триазин-2,4-диамин | 2-метилтио-4,6-бис-(изопропил-амино)1,3,5-триазин | Прометрин  |
|                                                                  | 3 мг/л                                                      | 0,05 мг/л                                         | 0,002 мг/л |
| Карбофос<br>Малеиновая кислота<br>$C_6H_9O_6P_5$<br>CAS 121-75-5 | Диэтил[(Диметоксифосфинотионил)тио]бутандитионат            | О,О-диметил-S-(1,2-карбэтоксиэтил)-дителиофосфат  | Малатион   |
|                                                                  | 0,05 мг/л                                                   | Отсутствие (0,00001 мг/л)                         | 0,05 мг/л  |

[33] в протоколах исследований при наименовании металлов заказчики просят дополнительно указывать их химические символы; в протоколах исследования питьевой воды на соответствие требованиям к пищевой продукции [8] единицы измерения металлов указывать в мг/кг, а на соответствие требованиям [28] для ряда показателей — в мкг/л; мас-

совую долю остатка после выпаривания в воде для лабораторного анализа [17] указывать в  $млн^{-1}$  и т.д. Все эти разнообразные требования заказчиков выполнить сложно, поскольку НД, регламентирующих качество воды много, а анализы разных типов воды часто выполняются по одной методике и названия показателей лучше указывать в протоколе так, как они приведены в области аккредитации.

## Резюме

Конечно, упомянутые проблемы в основном решаемые и часто формальные, но требуют дополнительных затрат времени, повышенного внимания и достаточной квалификации персонала. В то же время есть вопросы, касающиеся, например, низких значений нормативов, процедуры параллельного отбора проб воды или сопоставления результатов анализов разных лабораторий, которые могут быть решены только совместными усилиями специалистов лабораторий и организаций, разрабатывающих документы государственного значения. В этом направлении работа только началась и от активности и заинтересованности всех нас зависит ее эффективность.



# Главная тема: контроль качества воды и водопользования

## Использованная литература:

1. ГОСТ 17.1.1.01-77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения», с изм. 1, 2.
2. Н.К. Куцева, А.В. Карташова, А.В. Чамаев. Нормативы качества воды: взгляд аналитика // Методы оценки соответствия, 2012. — № 3. — С. 4–9.
3. Р 1.1.002-96. Классификация нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования, утв. главным санитарным врачом РФ 14.05.96 г.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
5. СанПин 2.1.4.1175-02. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.
6. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М.: Минздрав России, 2000. — 24 с.
7. СанПиН 2.1.4.1116-02. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества.
8. СанПиН 2.3.2.1078-01. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования и пищевой ценности пищевых продуктов.
9. СанПиН 2.1.4.2496-09. Вода систем горячего водоснабжения.
10. СанПиН 2.1.2.1188-03. Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества.
11. СанПиН 2.1.2.1331-03. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды аквапарков.
12. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы, М.: СТК «Аякс», 2004. 154 с.
13. ГН 2.1.5.2280-07. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Доп. и изм. № 1 к ГН 2.1.5.1315-03.
14. ГН 1.2.2701-10. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень).
15. ГОСТ Р 54316-2011. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия.
16. ГОСТ 23732-2011. Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия.
17. ГОСТ Р 52501-2005. Вода для лабораторного анализа. Технические условия.
18. ГОСТ 29183-91. Вода для хозяйственно-питьевого обеспечения судов. Требования к качеству.
19. ГОСТ Р 52556-2006. Вода для гемодиализа. Технические условия.
20. ФС 42-2619-97. Вода очищенная.
21. ФС 42-2620-97. Вода для инъекций.
22. ФС 42-2619-97. Вода для производства лекарств.
23. ТИ 10-5031536-73-90. Вода для производства пива.
24. ТР 10-04-03.09-88. Вода для производства водки.
25. РД 24.031.120-91. Вода для водогрейных котлов.
26. ОСТ 11.029.003-80. Вода для электронной промышленности.
27. ОСТ 15.372-87. Вода для рыбных хозяйств.
28. Директива Совета ЕС 98/83/ЕС от 03.11.1998 г. по качеству питьевой воды, предназначенной для потребления человеком (Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption).
29. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» утверждены приказом Росрыболовства № 20 от 18.01.2010 г., рег. Минюстом России № 16326 от 09.02.2010 г.
30. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. М.: Изд-во стандартов, 1989. — 14 с.
31. ГОСТ 27065-86. Качество вод. Термины и определения.
32. ГОСТ 18164-72. Метод определения содержания сухого остатка.
33. Правила холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации, утв. Постановлением Правительства РФ № 644 от 29.07.2013 г.
34. Политехнический терминологический толковый словарь.

Сост. Бутаков В., Фаградянц И., М.: Изд-во ЭТС (Электронные и Традиционные Словари), 2014.

35. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации, М.: Стройиздат, 1977. — 299 с.

36. EPA Method 160.1. Total Dissolved Solids (Filterable Residue).

37. EPA Method 160.2. Total Suspended Solids (Nonfilterable Residue).

38. EPA Method 160.3. Total Solids (Residue, Total).

39. S.K. Maiti. Handbook of Methods in Invironment Studues. Vol. 1. Water and Wastewater Analysis. AB Publishers, Jaipur (India), 2004 307 p. <http://bookre.org/reader>

40. ПНД Ф 14.1.2.110-97. Методика выполнения измерений со-

держаний взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод.

41. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Решение Комиссии таможенного союза № 299 от 28.05.2010. Глава II. Раздел 9. Требования к питьевой воде, расфасованной в емкости. Раздел 21. Требования к минеральным водам.

42. РД 24.032.01-91. Методические указания. Нормы качества питательной воды и пара, организация водно-химического режима и химического контроля паровых стационарных котлов-утилизаторов и электротехнических котлов.

43. МУ 31-08/04. Определение йода, иодид- и иодат-ионов в воде.

44. МУ 2.1.4.1184-03. Методические указания по внедрению и применению санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.1.4.1116-2002.

45. МУК 4.1.2223-07. Спектрофотометрическое определение йода (по йодид-иону) в воде.

46. ГОСТ Р 52029-2003. Вода. Единица жесткости.

47. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

48. ГОСТ Р 7.0.12-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке.



## Мнение эксперта

Недоучет значимости водных ресурсов давно является одной из национальных особенностей российской экономики, необоснованно обесценившей рынок воды. Ниже привожу таблицу, демонстрирующую огромную потребность отраслей промышленности в пресной воде.

**В.И. Данилов-Данильян —  
директор Института водных проблем РАН,  
член-корр. РАН, д-р экон. наук, профессор**

| №  | Вид продукции                      | Единица веса готового продукта (кол-во единиц) | Удельный расход воды q, м <sup>3</sup> |
|----|------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1  | Чугун                              | 1 т                                            | 401                                    |
| 2  | Сталь                              | 1 т                                            | 360                                    |
| 3  | Прокат с получением чугуна и стали | 1 т                                            | 421                                    |
| 4  | Цинк                               | 1 т                                            | 231,5                                  |
| 5  | Черновая медь                      | 1 т                                            | 243,6                                  |
| 6  | Никель                             | 1 т файнштейна                                 | 3153                                   |
| 7  | Глинозем                           | 1 т                                            | 261                                    |
| 8  | Криолит                            | 1 т фторсолей                                  | 131                                    |
| 9  | Сульфатная целлюлоза               | 1 т белой целлюлозы                            | 1240                                   |
| 10 | Сульфитная целлюлоза               | То же                                          | 1665                                   |
| 11 | Цемент                             | 1 т                                            | 17                                     |
| 12 | Силикатное производство            | 1 т продукции                                  | 120-400                                |