

Анализ правил аналитического контроля качества вод в нормативно-правовых актах

А.И. Авербух¹, О.М. Розенталь^{2*}

¹Автономная некоммерческая организация «Институт независимых экспертиз»,
Российская Федерация, 620010, г. Екатеринбург, а/я 267

²Институт водных проблем РАН, Российская Федерация,
119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 3

*Адрес для переписки: Розенталь Олег Моисеевич, E-mail: orosental@rambler.ru

Поступила в редакцию 7 июля 2015 г., после доработки – 24 октября 2015 г.

Предложен научный анализ метрологического обеспечения процедур химико-аналитического контроля в нормативно-правовых актах. Работа выполнена на примере документов, регламентирующих правила водопользования – Федерального закона «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ и Постановления Правительства РФ от 21.05.2013 № 525 «Об утверждении Правил осуществления контроля состава и свойств сточных вод». Анализ показал, что принятое в законе № 416-ФЗ правило учета погрешности измерений допускает двух- и трехкратное превышение концентрации загрязняющих веществ в питьевой и горячей воде. Для исправления ситуации сформулировано правило, ограничивающее уровни показателей качества воды значением, которое ниже установленных предельных нормативов качества не менее чем на величину характеристики погрешности измерений. При этом для корректного разрешения арбитражных ситуаций необходимо разграничить понятия «характеристика погрешности» и «границы допускаемого интервала», в которых погрешность находится с заданной вероятностью. Также неприемлема постановка задачи о получении сопоставимых результатов измерений разных лабораторий в Постановлении № 525, поскольку «сопоставимость» количественным критерием не является. Здесь необходимы критерии согласованности результатов, при которых расхождение между данными не превосходит либо предела воспроизводимости (если каждая лаборатория получила по одному единичному результату измерений), либо критической разности (если в лабораториях в качестве результата измерений получены средние арифметические значения или медианы серии результатов измерений). Приведенные результаты иллюстрированы практическими примерами, указывающими на необходимость научной, в том числе метрологической, экспертизы нормативно-правового регулирования правил в области аналитики и контроля.

Ключевые слова: погрешность измерений, химико-аналитический контроль, норматив качества, метрологическое обеспечение, характеристика погрешности, согласованность результатов, предел воспроизводимости, критическая разность, нормативно-правовой акт.

For citation: Analitika i kontrol' [Analytics and Control], 2015, vol. 19, no. 4, pp. 381-386
DOI: 10.15826/analitika.2015.19.4.005

Analysis of the analytical control rules for the water quality in legal acts

A.I. Averbukh¹, O.M. Rosenthal^{2*}

¹Institute of Independent Expertise, box 267, Ekaterinburg, 620010, Russian Federation,

²Institute of Water Problems of RAS, Gubkin ul, 3, Moscow, 119991, Russian Federation

*Corresponding author: Oleg M. Rosenthal, E-mail: orosental@rambler.ru.

Submitted 07 July 2015, received in revised form – 24 October 2015

Establishing the rules of the chemical and analytical control often requires a correct account of a science-based measurement error, which is not always available for the public authorities, but is adopted in practice for the appropriate regulations. This is confirmed by the analysis of the metrological assurance procedures for the chemical and analytical control in a number of the Russian Federation documents - the Law "On Water Supply and Sanitation" № 416-FZ and the Government Decision of 21.05.2013 № 525 "On Approval of Rules for Monitoring the Composition and Properties of Waste Waters." These documents

adopted the rules that allow two- and three-fold excess of the pollutants' concentration in drinking and hot water as well as provided confusing information about the compatibility and consistency of the monitoring results for the composition of waste water. The consequences may be two- or three-fold excess of the contaminants' concentration in drinking water and hot water, and a high risk of conflicting opinions on the same measurement results. To remedy the situation with the regulation of drinking and hot water quality a new rule was proposed that restricts the levels of water quality indicators with a value which is lower than the limit set by the quality standards by the amount of the measurement error. In the case of waste water control, it is proposed that it is necessary to test for the consistency of the results, where the discrepancy between the data does not exceed either the limit of reproducibility (if each laboratory received one single result of measurements) or the critical difference (if laboratories produced arithmetic mean values or medians for the series of measurements as the result).

Keywords: measurement uncertainty, chemical and analytical control, quality standard, metrological support, response errors, consistency of results, the reproducibility limit, the critical difference, the legal act

ВВЕДЕНИЕ

Принятие многих управленческих решений опирается на результаты аналитических исследований и контроля, неизбежно являющиеся приближенными оценками измеряемой величины из-за погрешности измерений. Недопустим недоучет этого обстоятельства при проведении научных исследований, а тем более – в сфере государственного регулирования. Имеются выразительные факты такого недоучета в нормативно-правовых актах, прежде всего, из-за неудовлетворительного метрологического обеспечения правил формирования заключений по результатам химико-аналитического контроля. Это показано ниже на примерах оценки качества питьевой и сточной воды, что может привлечь внимание к проблеме профессионалов-аналитиков и способствовать исправлению ситуации.

Статья 23, п. 4 Федерального закона 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» [1] гласит: «питьевая вода, подаваемая абонентам с использованием централизованной системы холодного водоснабжения, считается соответствующей установленным требованиям в случае, если уровни показателей качества воды не превышают нормативов качества питьевой воды более чем на величину допустимой ошибки¹ метода определения». Аналогично и содержание статьи 24, п. 5, регламентирующей требования к качеству горячей воды. В обоих случаях требуется, чтобы «уровни (м.б. нормативы) показателей качества» (далее – предельно допустимая концентрация, ПДК) загрязняющих воду веществ были не меньше разности между фактической массовой концентрацией C каждого вещества и погрешностью Δ метода измерений: $ПДК \geq C - \Delta$.

Здесь массовую концентрацию получают на основе измерений по стандартизованным или аттестованным методикам (методам) [2], обеспечивающим получение результатов с установленными показателями точности (в соответствии с законом 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [3]) или с установленной характеристикой

погрешности измерений или неопределенности [4, 5], являющимися количественными оценками точности). При этом в качестве допустимой погрешности упомянутого в 416-ФЗ «метода определения» могут выступать [6]:

- характеристика погрешности ($\delta = \frac{\Delta}{C}$), приписываемая любому результату совокупности измерений, полученному при соблюдении требований методики или

- границы допускаемого интервала, в которых погрешность измерений находится с вероятностью $P = 0.95$ (норма погрешности измерений $\delta_n = \frac{\Delta_n}{C}$).

Понятия эти равноправные, поэтому органы государственного и производственного водного контроля вправе пользоваться любым из них. Что из этого получается, показано на следующем примере из практики.

ПРИМЕР 1

Лаборатория водоканала одновременно с органом государственного водного контроля обработала следующие результаты измерений массовой концентрации веществ в воде: нефтепродуктов ($C = 0.15$ мг/дм³, методика измерений [8]), бора (0.7 мг/дм³, методика [8]) и бенз(а)пирена (0.000012 мг/дм³, методика [9]). Все эти результаты превышают значения ПДК, равные, соответственно 0.1 мг/дм³, 0.5 мг/дм³ и 0.000005 мг/дм³ [10]. Выяснить, подтверждается ли это правилами 416-ФЗ при принятии в качестве допустимой погрешности нормы погрешности, как это сделал водоканал или характеристики погрешности, как поступил инспектор Госнадзора.

Решение водоканала. Нормы погрешности для нефтепродуктов и бора (при их массовой концентрации в окрестности ПДК) $\delta = 50\%$, а для бенз(а)пирена – 70% [6]. Соответствующие нормы абсолютной погрешности метода измерений $\pm \Delta_n = \pm 0.15 \cdot 0.50 \approx \pm 0.08$ мг/дм³, $\pm \Delta_n = \pm 0.7 \cdot 0.50 = \pm 0.35$ мг/дм³ и $\pm \Delta_n = \pm 0.000012 \cdot 0.70 \pm 0.0000084$ мг/дм³, поэтому $C - \Delta_n$ составляет для нефтепродуктов $0.15 - 0.08 = 0.07$ мг/дм³, для бора – $0.70 - 0.35 = 0.35$ мг/дм³, для бенз(а)пирена – $0.0000120 - 0.0000084 = 0.0000036$ мг/дм³, что не превосходит значений ПДК. Поэтому водоканал

¹ Термин «ошибка» некорректно использован в Федеральном законе № 416-ФЗ. Далее вместо него употребляется термин «погрешность»

Таблица 1

Сопоставление значений норм и характеристик погрешности измерений

Показатель	ПДК*, мг/дм ³	Методика (метод) измерений	Норма погрешности измерений по [3]		Характеристика погрешности по методике измерений		Отношение $\delta_n : \delta$
			Диапазон измерений, мг/дм ³	$\pm \delta_n$, %	Диапазон измерений, мг/дм ³	$\pm \delta$, %	
Нефтепродукты	0.1	ГОСТ Р 51797	0.05-0.5	50	0.05-0.5	50	1:1
Бор	0.5	ГОСТ Р 51210	0.25-2.5	50	0.25-0.5	50	1:1
					0.5-2.5	25	2:1
		ГОСТ Р 51309	0.25-2.5	50	0.25-1	40	1.25:1
					1-2.5	10	5:1
Бенз(а)пирен	0.000005	ГОСТ Р 51310	0.0000025-0.000025	70	0.0000025-0.00001	50	1.4:1
					0.00001-0.000025	30	2.3:1

*Примечание: – значения ПДК приведены в соответствии с [7].

принял решение о соответствии воды установленным требованиям.

Решение государственного водного контроля. Приписанные характеристики погрешности измерений не превышают норм погрешности измерений (табл. 1) и составляют в рассматриваемом диапазоне массовых концентраций в порядке их перечисления $\delta = 50 \%$, 20% , 30% , откуда $\pm \Delta = \pm 0.15 \cdot 0.50 \approx \pm 0.08 \text{ мг/дм}^3$, $\pm \Delta = \pm 0.7 \cdot 0.20 = \pm 0.14 \text{ мг/дм}^3$ и $\pm \Delta_n = \pm 0.000012 \cdot 0.30 \pm 0.0000036 \text{ мг/дм}^3$, $C - \Delta = 0.07 \text{ мг/дм}^3$; 0.56 мг/дм^3 ; $0.0000084 \text{ мг/дм}^3$ соответственно.

Следовательно, выводы водоканала и органа Госконтроля по нефтепродуктам одинаковы: вода соответствует установленным требованиям. Иначе для двух других веществ, поскольку использование норм погрешности для бора и бенз(а)пирена свидетельствует о нарушении установленных требований. Этот вывод, противоречащий заключению водоканала, и сделал инспектор Госконтроля, что привело к арбитражной ситуации.

Как видно, при несовпадении значений нормы и характеристики погрешности измерений, использование правил 416-ФЗ может приводить к взаимоисключающим решениям – одна и та же исследуемая вода признается как соответствующей, так и несоответствующей установленным требованиям.

Отметим также, что приведенное выше неравенство $\text{ПДК} \geq C - \Delta$ означает, что по 416-ФЗ допустима массовая концентрация загрязняющих веществ $C = \frac{\text{ПДК}}{1 - \delta}$ (или $C_n = \frac{\text{ПДК}}{1 - \delta_n}$), которая может вдвое превышать ПДК (табл. 2). Например, содержание бора в воде при $\delta = 25 \%$ допускается на уровне 1.3 ПДК, а при $\delta_n = 50 \%$ – 2ПДК.

Как видно, принятый в 416-ФЗ вариант метрологического обеспечения химико-аналитического контроля допускает снабжение населения некачественной питьевой водой. Нарушение установленных требований при этом сильнее всего выражено по наиболее опасным токсическим веществам потому, что для них устанавливаются пониженные значения ПДК, при которых норма погрешности измерения повышается [2]. То же происходит при постепенном ужесточении требований Роспотребнадзора к качеству воды, вследствие чего неприемлемость действующего варианта статей 23, 24 416-ФЗ становится еще более очевидна.

Другой пример ошибочного регулирования химико-аналитического контроля находим в Постановлении Правительства РФ от 21 июня 2013 г. N 525 «Об утверждении Правил осуществления контроля состава и свойств сточных вод» (далее – Постановление). Здесь, пп. 36 и 37 устанавливаются следующие правила обработки результатов хи-

Таблица 2

Зависимость предельно допустимого уровня загрязнения воды в единицах ПДК от нормы погрешности

Δ	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
$C_n / \text{ПДК}$	3.3	2.9	2.5	2.2	2	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1

мического анализа проб воды: если «результаты анализов ... сопоставимы (отличаются более чем на погрешность метода измерения по более чем 90 процентов измеряемых показателей), за истинное значение принимается среднее арифметическое значение результатов анализа параллельных проб двух аккредитованных лабораторий». Если же «результаты ... не сопоставимы и хотя бы одна из сторон отказывается принимать за истинное значение результатов анализа среднее арифметическое значение результатов анализа параллельных проб ... проводится анализ резервной пробы... в аккредитованной лаборатории, не участвовавшей в анализе параллельных проб сточных вод; за истинное значение результатов анализа... принимается среднее арифметическое результатов резервной пробы и одной из параллельных проб, результаты которой меньше отличаются от результатов резервной пробы».

Здесь неприемлем уже ключевой термин Постановления «сопоставимость». Существует задача получения сопоставимых результатов измерений (введение в 102-ФЗ), но количественным критерием сопоставимость не является. Метрологическое обеспечение анализа и контроля предусматривает выяснение согласованности полученных разными лабораториями данных, не зависимо от того, что последние «отличаются более чем на погрешность метода измерения по более чем 90 процентов измеряемых показателей», как в Постановлении. По правилам международного стандарта [12] результаты измерений образцов, полученных разными лабораториями считают согласующимися, а не сопоставимыми, если расхождение между данными не превосходит:

- предела воспроизводимости (если каждая лаборатория получила по одному единичному результату измерений) или

- критической разности (если в лабораториях в качестве результата измерений получены средние арифметические значения или медианы серии единичных результатов измерений).

Таковы общепризнанные характеристики, которые, в отличие от принятой в Постановлении «сопоставимости», ни по физическому смыслу, ни численно погрешностью измерений не являются.

ПРИМЕР 2

При проведении контроля состава сточной воды методом атомно-абсорбционной спектроскопии были получены два результата анализа массовой концентрации железа в параллельных пробах: $C_1 = 5.0$ мг/дм³ и $C_2 = 6.4$ мг/дм³. Проанализировать вопрос о сопоставимости этих результатов (по Постановлению) и об их согласованности (по [12, 13]) с целью выяснения возможности их совместного использования для формирования заключения о качестве воды.

Решение. В методике [13] границы относительной погрешности измерений для железа в сточной воде составляют 22 % в диапазоне измерений от 1 до 10 мг/дм³, а значение предела воспроизводимости – 31 %². Поэтому фактическое расхождение между результатами анализа (1.4 мг/дм³) меньше значения предела воспроизводимости, по [13] равного 1.8 мг/дм³ ($((5.0 + 6.4) / 2) \cdot 0,31$) @ 1.8 мг/дм³, но больше характеристики погрешности, равной 1.3 мг/дм³. Следовательно, по [12, 13] результаты двух лабораторий являются согласующимися, их можно использовать совместно³, а по Постановлению – не сопоставимыми.

Как видно, на основе одних и тех же результатов измерений контролирующие органы могут сделать взаимоисключающие заключения в зависимости от того, какая величина будет использована для сопоставления – характеристика погрешности метода измерений или предел воспроизводимости (критическая разность).

Заметим также, что в Постановлении ошибочно трактуется термин «истинное значение величины» как «среднее арифметическое значение результатов анализа параллельных проб 2-х аккредитованных лабораторий». Следовало бы использовать термин «опорное значение», которое по [14] может быть «истинным», подлежащим измерению, и в этом случае неизвестным [15], или «принятым», которое известно. Можно также использовать термин «окончательный результат» [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развиты научно-технические основы формирования корректных правил химико-аналитического контроля в нормативно-правовых актах. Для того, чтобы средствами аналитики и контроля обеспечивать принятие безошибочных управленческих решений в области водопользования, необходимо:

1. Изменить правила метрологического обеспечения контроля в законе 416-ФЗ и установить, что вода, подаваемая абонентам, считается соответствующей установленным требованиям в случае, если уровни показателей ее качества ниже установленных нормативов качества не менее, чем на величину характеристики погрешности, приписываемой результату совокупности измерений. Тогда концентрация загрязняющих веществ в воде будет ограничена уровнем $C = \frac{ПДК}{1 + \delta}$, а не $C = \frac{ПДК}{1 - \delta}$, как в 416-ФЗ, что обеспечит безопасный уровень водопользования.

2. Если разными лабораториями получены несовпадающие результаты измерений, необхо-

² Значения границы относительной погрешности измерений и предела воспроизводимости приведены в документе на методику измерений [13].

³ В качестве окончательного результата анализа может быть использовано их среднее арифметическое значение – 5.7 мг/дм³ [12].

димо выяснить, можно ли считать их согласующимися, а не сопоставимыми, как в Постановлении правительства РФ 525. Критериями согласованности результатов являются условия, при которых расхождение между данными не превосходит либо предела воспроизводимости (если каждая лаборатория получила по одному единичному результату измерений), либо критической разности (если в лабораториях в качестве результата измерений получены средние арифметические значения или медианы серии результатов измерений).

3. Для предотвращения коллизий, описанных в работе, необходимо при установлении правил химико-аналитического контроля выполнять научную экспертизу проектов принимаемых документов. В частности, в соответствии с 102-ФЗ необходимо обеспечивать «проведение обязательной метрологической экспертизы содержащихся в проектах нормативных правовых актов Российской Федерации требований к измерениям, стандартным образцам и средствам измерений».

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О водоснабжении и водоотведении».
2. Розенталь О.М., Авербух А.И. Введение в квалиметрию воды // Водные ресурсы. 2013. Т. 40, № 4. С. 418-432.
3. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об обеспечении единства измерений».
4. ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2011. 19 с.
5. ГОСТ 8.010-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2014. 16 с.
6. ГОСТ 27384-2002. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2010. 7 с.
7. ГОСТ Р 51797-2001. Вода питьевая. Метод определения содержания нефтепродуктов. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2001. 11 с.
8. ГОСТ 31949-2012. Вода питьевая. Метод определения содержания бора. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2013. 12 с.
9. ГОСТ Р 51310-99. Вода питьевая. Метод определения содержания бенз(а)пирена. М.: ФГУП «Стандартинформ», 1999. 9 с.
10. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Минздрав РФ, 2002. 62 с.
11. Постановление Правительства РФ от 21 июня 2013 г. N 525 «Об утверждении Правил осуществления контроля состава и свойств сточных вод».
12. ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2002. 42 с.
13. ПНД Ф 14.1:2.4.139-98 (издание 2010 г.). Методика измерений массовых концентраций кобальта, никеля,

меди, цинка, хрома, марганца, железа и серебра, кадмия и свинца в пробах питьевых, природных и сточной водах методом атомно-абсорбционной спектрометрии. М., 2010. 15 с.

14. РМГ 29-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2014. 60 с.

15. Международный словарь по метрологии: основные и общие понятия и соответствующие термины (пер. с англ. и фр.) / Всерос. науч.-исслед. ин-т метрологии им. Д.И. Менделеева, Белорус. гос. ин-т метрологии, Изд. 2-е испр. – СПб. НПО «Профессионал», 2010. 82 с.)

REFERENCES

1. *Federal'nyi zakon ot 07.12.2011 № 416-FZ (red. ot 13.07.2015) «O vodosnabzhenii i vodootvedenii»* [The federal law of 07.12.2011 N 416-FZ (an edition of 13.07.2015) «About water supply and water disposal»] (in Russian).
2. Rozental' O.M., Averbuh A.I. *Vvedenie v kvalimetrii vody* [Introduction of water quality]. Water resources, 2013, vol. 40, no. 4, pp. 418-432 (in Russian).
3. *Federal'nyi zakon ot 26.06.2008 № 102-FZ (red. ot 13.07.2015) «Ob obespechenii edinstva izmerenii»* [The federal law of 26.06.2008 N 102-FZ (an edition of 13.07.2015) «About ensuring unity of measurements»] (in Russian).
4. *GOST 8.563-2009. Gosudarstvennaia sistema obespecheniia edinstva izmerenii. Metodiki (metody) izmerenii* [State Standard 8.563-2009. State system for ensuring the uniformity of measurements. Procedures of measurements]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. 19 p. (in Russian).
5. *GOST 8.010-2013. Gosudarstvennaia sistema obespecheniia edinstva izmerenii. Metodiki vypolneniia izmerenii. Osnovnye polozheniia* [Interstate Standard 8.010-2013. State system for ensuring the uniformity of measurements. Procedures of measurements. Main principles]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 16 p. (in Russian).
6. *GOST 27384-2002. Voda. Normy pogreshnosti izmerenii pokazatelei sostava i svoistv* [Interstate Standard 27384-2002. Water. Rates of measurement error of characteristics of composition and properties]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 7 p. (in Russian).
7. *GOST R 51797-2001 Voda pit'evaia. Metod opredeleniia soderzhaniia nefteproduktov* [State Standard 51797-2001. Drinking water. Method for determination of oil products content]. Moscow, Standartinform Publ., 2001. 11 p. (in Russian).
8. *GOST 31949-2012. Voda pit'evaia. Metod opredeleniia soderzhaniia bora* [Interstate Standard 31949-2012. Drinking water. Method for determination of boron content]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 12 p. (in Russian).
9. *GOST R 51310-99. Voda pit'evaia. Metod opredeleniia soderzhaniia benz(a)pirena* [State Standard 51310-99. Drinking water. Method for the determination of benz(a)pyrene content]. Moscow, Standartinform Publ., 1999. 9 p. (in Russian).
10. *SANPIN 2.1.4.1074-01. Pit'evaia voda i vodosnabzhenie naseleennykh mest. Pit'evaia voda. Gigienicheskie trebovaniia k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'evogo vodosnabzheniia. Kontrol' kachestva. Gigienicheskie trebovaniia k obespecheniiu bezopasnosti sistem gorichyego vodosnabzheniia. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy* [Sanitary rules and norms 2.1.4.1074-01. Potable Water - Hygienic Requirements for Water Quality in Central Potable Water Supply Systems - Quality Control]. Moscow, Russian Ministry of Health, 2002. 62 p. (in Russian).
11. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 21 iunია 2013 g. N 525 «Ob utverzhenii Pravil osushchestvleniia kontroliia sostava*

i svoistv stochnykh vod» [The resolution of the Government of the Russian Federation of June 21, 2013 N 525 «About the approval of Rules of control of structure and properties of sewage»] (in Russian).

12. GOST R ISO 5725-6-2002. *Tochnost' (pravil'nost' i pretsizionnost') metodov i rezul'tatov izmerenii. Chast' 6. Ispol'zovanie znachenii tochnosti na praktike* [State Standard 5725-6-2002. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 6. Use in practice of accuracy values]. Moscow, Standartinform Publ., 2002. 42 p. (in Russian).

13. PND F 14.1:2:4.139-98 (edition 2010 г.). *Metodika izmerenii massovykh kontsentratsii kobal'ta, nikelia, medi, tsinka, khroma, margantsa, zheleza i serebra, kadmii i svintsa v probakh pit'evykh, prirodnykh i stochnoi vodakh metodom atomno-absorbtsionnoi spektrometrii* [PND F 14.1:2:4.139-98/ Methods of measurement of mass concentrations of cobalt, nickel, copper, zinc, chromium, manganese, iron and silver,

cadmium and lead in samples of potable, natural and waste waters by atomic absorption spectrometry]. Moscow, 2010, 15 p.

14. RMG 29-2013. *Gosudarstvennaia sistema obespecheniia edinstva izmerenii .Metrologiia. Osnovnye terminy i opredeleniia* [Intergovernmental recommendations on metrology 29-2013. State system of ensuring the uniformity of measurements. Metrology. Basic terms and definition]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 60 p. (in Russian).

15. *Mezhdunarodnyi slovar' po metrologii: osnovnye i obshchie ponyatiia i sootvetstvuiushchie terminy (per. s angl. i fr.)* [International Vocabulary of Metrology : Basic and general concepts and associated terms (trans. from English. and French .)]. Russian Research Institute of Metrology named after DI Mendeleev, Belarusian State Institute of Metrology, 2nd edition revised, SPB, NPO «PROFESSIONAL», 2010, 82 p. (in Russian).