

Литература

1. Современные проблемы порошковой металлургии / Под ред. И.М. Федорченко. Киев: Наукова думка, 1970. 343с.
2. С.С. Ермаков, Б.С. Ермаков, Э.В. Сулейменов, А.В. Протопопов, М.А. Абдашев. Порошковые материалы. Алма-Ата, Галым, 1991. 344с.
3. Порошковые материалы /Под. ред. Р.А. Андриевского. М.: Металлургия, 1991. 205с.
4. Либерсон Г.А. Основы порошковой металлургии. М.: Металлургия, 1987. 208с.
5. Влияние серосодержащих добавок на эксплуатационные характеристики изделий, полученных методом порошковой металлургии: Отчет о выполнении научно-исследовательской работы на средства Фонда НИОКР РТ. Научный руководитель: Т.В. Бурдикова Казань, 2003.

© Т. В. Бурдикова – канд. техн. наук, доц. каф. химии и технологии гетерогенных систем КГТУ; зам. нач. УМУ КГТУ.

УДК 613.31

Е. В. Рыжова, А. А. Мухутдинов, В. В. Рыжов

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ. ЧАСТЬ 1. ПИТЬЕВАЯ ВОДА

Рассмотрено современное состояние дел в области обеспечения метрологического нормирования качества измерений при оценке качества питьевой воды. Даны рекомендации по совершенствованию указанного вида деятельности.

Современный этап развития страны характеризуется становлением рыночных отношений и усилением на этой основе роли деятельности по обеспечению национальной безопасности, одной из составляющих которой является экологическая безопасность. В этих условиях совершенствование системы принятия управленческих решений природоохранного характера представляется своевременным. Указанные решения, базирующиеся на измерительной информации, принимаются, как правило, на основе оценки экологической безопасности природоохранных объектов путем сопоставления полученных в лаборатории результатов измерений с нормативами качества объектов окружающей среды. Однако в настоящее время в стране отсутствует единый стандартизованный подход к оценке соответствия объектов их функциональному

назначению, в результате чего в ведомствах разрабатываются и применяются свои подходы, в ряде случаев противоречащие друг другу, что не может способствовать обеспечению единства принятия управленческих решений в стране. В соответствии с изложенным разработка научно обоснованного подхода к оценке соответствия объектов их функциональному назначению с последующим внедрением его в природоохранную деятельность представляется целесообразным. Результаты исследований по рассматриваемому вопросу представлены в работе [1]. На их основе разработан нормативный документ Госстандарта России [2].

Одно из основных условий достоверной оценки соответствия объекта его функциональному назначению - качество измерительной информации. Основным показателем качества измерений является их точность, а ее количественной характеристикой – погрешность измерений [3]. При этом значение погрешности измерений определяет уровень качества измерений: чем оно меньше, тем выше точность и соответственно - выше уровень качества измерений. Оценка качества измерений проводится путем сопоставления полученной погрешности измерений с нормативом качества измерений. При этом измерения признаются качественными, если погрешность измерений не превышает указанного норматива. Для его установления обратимся к определению термина «обеспечение единства измерений»: «деятельность, направленная на установление и применение научных, правовых, организационных и технических основ, правил, норм и средств, необходимых для достижения заданного уровня единства измерений» [4]. Для установления смысла понятия «заданный уровень единства измерений» приведем определение термина «единство измерений»: «состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью» [4]. Из сопоставления этих определений следует, что «заданный уровень единства измерений» определяется значением «установленных границ» погрешности измерений. В МИ 1317-86 [5] в качестве таких границ рекомендовано применять «задаваемые в качестве требуемых или допускаемых - нормы погрешности измерений». В соответствии с этим условие обеспечения единства измерений может быть представлено в следующем виде:

$$\Delta \bar{X} \leq \Delta_n, \quad (1)$$

где $\Delta \bar{X}$ - погрешность результата измерений $\bar{X}$ (погрешность измерений); Δ_n - норма погрешности измерений. Следовательно, при выполнении соотношения (1) обеспечивается единство измерений и достигается заданный ее уровень. При этом норма погрешности измерений представляет собой, по сути дела, норматив качества измерений. При этом, чем меньше его значение, тем выше уровень единства измерений и соответственно уровень качества измерений. Таким образом, измерения признаются качественными, если обеспечивается их единство. Основываясь на этом базовом положении, проанализируем ГОСТ 27384-2002 [6], вводимый с 1 января 2004 года (взамен ГОСТ 27384-87). В табл. 1 приведены нормы погрешности измерений показателей состава и свойств питьевой воды (кроме бактериологических), установленные в 1987 и 2002 годах на уровне нормативов качества питьевой воды с указанием класса опасности контроля. В результате анализа данных, представленных в табл. 1, установлено следующее. Во-первых, для 44 из 46 показателей, регламентированных к обязательному контролю по СанПиН 5.1.4.1074-2001 [7], установлены нормы погрешности измерений по ГОСТ 27384-2002 [6]. Для двух показателей (запах и привкус) они не установлены, поскольку контроль качества воды по этим показателям проводился без применения средств измерений на

качественном (не на количественном) уровне. Ранее по ГОСТ 27384-87 нормы погрешности измерений не были установлены для 4 из 26 регламентированных контролируемых показате-

Таблица 1 - Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств питьевой воды на уровне нормативов ее качества

№, п/п	Наименование показателя	Норматив качества питьевой воды (НКВ), мг/дм ³ , не более [7]	Класс опасности и показателя [7]	Норма погрешности измерений $\pm\delta_n$, % по ГОСТ 27384		Примечания
				2002 г.	1987 г.	
1	2	3	4	5	6	7
Обобщенные показатели						
1	Водородный показатель	В пределах (6,0-9,0) ед. рН		0,2 ед. рН	0,1 ед. рН	3
2	Общая минерализация (сухой остаток)	1.000		10	5	3
3	Жесткость общая	7,0 ммоль/дм ³		15	5	3
4	Окисляемость перманганатная	5,0		30	Не нормиров	-
5	Нефтепродукты	0,1		50	50	1
6	АПАВ	0,5		30	50	2
7	Фенольный индекс	0,25		20	10	3
Неорганические вещества						
8	Алюминий	0,5	2	30	Не нормиров	-
9	Барий	0,1	2	30	нормиров	-
10	Бериллий	0,0002	1	50	50	1
11	Бор	0,5	2	50	50	1
12	Железо	0,3	3	25	20	3
13	Кадмий	0,01	2	30	50	2
14	Марганец	0,1	3	25	25	1
15	Медь	1,0	3	25	25	1
16	Молибден	0,25	2	25	15	3
17	Мышьяк	0,05	2	30	25	3
18	Никель	0,1	3	25	25	1
19	Нитраты	45,0	3	15	15	1
20	Ртуть	0,0005	1	50	25	3
21	Свинец	0,03	2	30	25	3
22	Селен	0,01	2	25	15	3
23	Стронций	7,0	2	25	20	3

24	Сульфаты	500	4	10	15	2
25	Фториды	1,2-1,5	2	15	10	3
26	Хлориды	350	4	15	10	3

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
27	Хром	0,05	3	30	50	2
28	Цианиды	0,035	2	50	50	1
29	Цинк	5,0	3	20	15	3
Органические вещества						
30	γ-ГХЦГ	0,002	1	50	50	1
31	ДДТ	0,002	2	40	Не нормиров	-
32	2,4-Д	0,03	2	40	аф	3
Вещества, поступающие в воду и образующиеся в процессе ее обработки						
33	Хлор остаточный свободный	0,3-0,5	3	30	Не нормиров	-
34	Хлор остаточный связанный	0,8-1,2	3	25	аф	-
35	Хлороформ	0,2	2	30	аф нормиров	-
36	Озон остаточный	0,3		30	аф нормиров	-
37	Формальдегид	0,05	2	25	аф	1
38	Полиакриламид	2,0	2	20	Не нормиров	-
39	Кремнекислота (по кремнию)	10	2	20	аф	3
40	Полифосфаты	3,5	3	30	10	3
Органолептические показатели						
41	Запах	2 балла		Не нормиров	Не нормиров	-
42	Привкус	2 балла		аф нормиров	аф нормиров	-
43	Цветность	20 градусов		аф	аф	3
44	Мутность (по каолину)	1,5		20	10	3
Радиационные показатели						
45	Общая α-радиоактивность	0,1 Бк/дм ³		50	Не нормиров	-
46	Общая β-радиоактивность	1,0 Бк/дм ³		50	аф нормиров	-

ано

Примечание: Графа 7 – динамика изменения значений норм погрешности измерений с 1987 по 2002 годы: 1 – не изменились, 2 – уменьшились, 3 – увеличились.

телей (кроме бактериологических) по ГОСТ 2784-82 [8] - для алюминия, полиакриламида, остаточного свободного хлора и остаточного связанного хлора. В соответствии с этим говорить об обеспечении единства измерений и соответственно об обеспечении качества измерений при контроле качества питьевой воды по этим показателям не приходилось. Таким образом, впервые в отечественной практике контроля качества питьевой воды с введением ГОСТ 27384-2002 [6] установлены нормативы качества измерений в виде норм погрешности измерений по всем регламентированным для обязательного контроля показателям.

Во-вторых, из анализа граф 5 и 6 табл. 1 следует, что нормы погрешности измерений установлены в 1987 и в 2002 годах для 33 показателей. При этом для 10 показателей они не изменились, для 4 уменьшились, а для 19 увеличились (в 1,2-3 раза). Указанное отмечено цифрами 1, 2 и 3 в графе 7 табл. 1 и при анализе этих данных можно

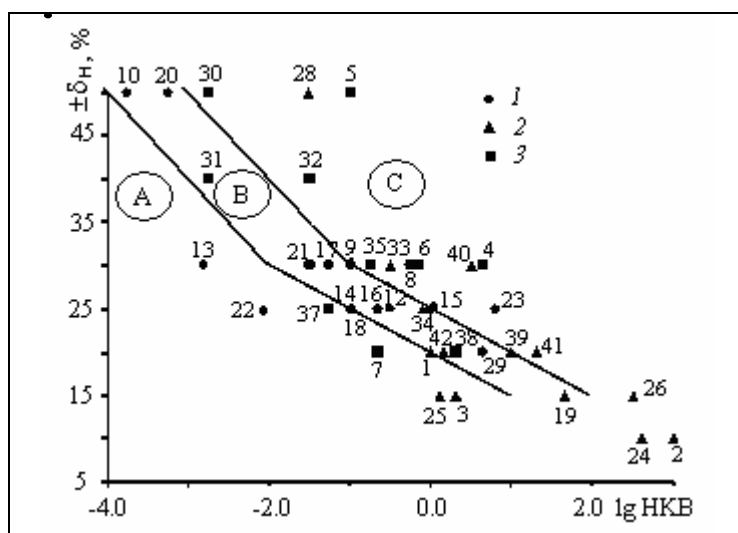


Рис. 1 - Зависимость нормы погрешности измерений ($\pm\delta_n$) от норматива качества питьевой воды (НКВ). Обозначения: сплошная кривая – теоретическая зависимость; индивидуальные нормы погрешности контролируемых показателей: 1 - ионы металлов; 2 - неорганические вещества (кроме ионов металлов); 3 - органические вещества; цифрами обозначены контролируемые показатели в соответствии с графой 1 табл. 1

сделать вывод о том, что на государственном уровне прослеживается явная тенденция к снижению требований к качеству измерений и соответственно к оценке качества питьевой воды.

В-третьих, впервые в практике метрологического нормирования качества измерений при контроле качества питьевой воды приведена в ГОСТ 27384-02 [6] теоретическая зависимость (в табличном виде) нормы погрешности измерений от норматива качества питьевой воды (рис.1). Действительно, в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074 [7], кроме 52 обязательных для контроля в питьевой воде показателей, регламентированы нормативы качества питьевой воды еще 707

показателей с учетом региональных особенностей. Отсутствие ранее указанной зависимости не позволяло на практике реализовать основные положения государственной политики по обеспечению единства измерений в стране и соответственно обеспечить качество измерений при контроле качества питьевой воды.

При этом в ГОСТ 27384-02 [6] указано, что эта зависимость не распространяется на показатели, которые включены в табл. 1. Тем не менее представляет интерес ответ на вопрос: как согласуются индивидуальные нормы погрешности измерений 42 показателей (кроме радиологических), указанных в графе 5 табл. 1, с теоретической зависимостью? Для получения ответа на этот вопрос предварительно на рис. 1 нанесены индивидуальные нормы погрешности измерений 42 показателей. При этом указанный рисунок разделен на три поля: А, В, С. Поле А - для индивидуальных норм погрешности измерений, значение которых ниже теоретических норм погрешности измерений. Поле В - для теоретических норм погрешности измерений. Поле С - для индивидуальных норм погрешности измерений, значение которых превышает теоретические нормы погрешности измерений. Из анализа представленных данных видно, что на поле А находятся 6 значений индивидуальных норм погрешности измерений, на поле В - 21 и на поле С - 15 значений. Можно предположить, что индивидуальные нормы погрешности измерений показателей поля А тем более соответствуют требованиям теоретической зависимости, а погрешности поля С не соответствуют. В связи с этим 15 из 42 показателей (поле С) не соответствуют требованиям теоретической зависимости. Одной из причины такого состояния дел может быть, по-видимому, отсутствие в стране методик выполнения измерений, отвечающих современным требованиям по погрешности измерений (требованиям указанной теоретической зависимости). Поэтому разработка подобных методик является в перспективе одним из направлений дальнейшего совершенствования системы обеспечения качества измерений при контроле показателей питьевой воды к органическим вещества и 32 - к неорганическим, в том числе 17 - к ионам металлов. В соответствии с этим, с нашей точки зрения, представляет интерес ответ на вопрос: как индивидуальные нормы погрешности измерений указанных групп показателей согласуются с теоретическими нормами погрешности измерений? Для получения ответа на этот вопрос предварительно индивидуальные нормы погрешности измерений указаны в разном оформлении (см. подпись к рисункам). В результате анализа представленных данных сделаны следующие выводы: нормы погрешности измерений 14 из 17 показателей ионов металлов соответствуют предъявляемым требованиям, кроме ионов алюминия, бора и стронция;

- нормы погрешности измерений 9 из 15 показателей неорганических веществ (кроме ионов металлов) соответствуют предъявляемым требованиям, кроме цианидов, хлоридов, полифосфатов, цветности, хлора остаточного свободного и озона остаточного;
- нормы погрешности измерений 5 из 10 показателей органических веществ соответствуют предъявляемым требованиям, кроме γ -ГХЦГ, нефтепродуктов, 2,4-Д, АПАВ, окисляемости перманганатной.

В соответствии с изложенным разработка методик выполнения измерений для указанных 15 показателей с погрешностями, отвечающими теоретическим требованиям, представляет собой одно из направлений по улучшению качества измерений при контроле качества питьевой воды.

В-четвертых, в настоящее время в стране на государственном уровне отсутствует стандартизованный критерий, с помощью которого можно отличить «измерение» от «индикации». В результате в различных областях знания, базирующихся на измерительной информации, разрабатываются свои подходы. Так, например, в химическом анализе существует деление его на количественный и качественный. При этом условной границей указанного деления является погрешность измерений $\Delta \bar{X}$, значение которой составляет ± 50 : если $\Delta \bar{X} \leq \pm 50\%$, то это количественный химический анализ (КХА, «измерение»);

если $\Delta \bar{X} > \pm 50\%$, то это качественный химический анализ («индикации»: «да»- «нет»). Кроме того, условно КХА делится на полуколичественный ($25\% < \Delta \bar{X} \leq 50\%$) и количественный ($\Delta \bar{X} \leq 25\%$) анализы. Методики выполнения измерений, используемые при контроле качества питьевой воды, являются, как правило, методиками КХА. Руководствуясь этим положением, проанализируем графу 5 табл. 1 на указанный предмет (табл. 2).

Таблица 2 - Распределение показателей состава и свойств питьевой воды (графа 5 табл. 1) по уровням нормы погрешности измерений

№ п/п	Группа показателей (количество показателей)	Уровни нормы погрешности измерений $\pm \delta_n$, %								
		10	15	20	25	30	40	50	60	70
1	Обязательные контролируемые показатели (44)	2	3	7	10	12	2	8	-	-
1.1	Органические вещества (10)	-	-	2	1	3	2	2	-	-
1.2	Неорганические вещества (32)	2	3	5	9	9	-	4	-	-
1.2.1	Ионы металлов (17)	-	-	1	8	6	-	3	-	-
1.2.2	Другие (кроме ионов металлов) (15)	2	3	4	1	3	-	1	-	-
1.3	Радиационные показатели (2)	-	-	-	-	-	-	2	-	-
2	Региональные контролируемые показатели (707)	-	3	80	249	231	108	29	6	1
2.1	Органические вещества (677)	-	1	75	243	220	104	29	4	1
2.2	Неорганические вещества (30)	-	2	5	6	11	4	-	2	-
2.2.1	Ионы металлов (17)	-	1	-	2	9	3	-	2	-
2.2.2	Ионы неметаллов (13)	-	1	5	4	2	1	-	-	-

Видно, что нормы погрешности измерений 22 показателей (50%) лежат в области количественного химического анализа и 22 (50%) - в области полуколичественного химического анализа. В этой же таблице представлены аналогичные данные, но для 707

контролируемых показателей [7, прил. 2], учитывающих региональные особенности. Видно, что по 332 показателям (47%) установлены количественные нормы погрешности измерений, по 368 (52%) – полуколичественные нормы погрешности измерений и по 7 (1%) нормы погрешности измерений превышают 50% и относятся к области «индикации» (качественный химический анализ). На основании результатов анализа данных табл. 2 можно предположить, что разработка методик выполнения измерений с нормами погрешности измерений, не превышающими $\pm 25\%$ для случаев, когда δ_n превышает $\pm 25\%$, – одно из направлений по улучшению уровня качества измерений при контроле качества питьевой воды. Однако закономерно может возникнуть вопрос: а зачет это нужно, если и так допускается? Любое улучшение уровня качества измерений предполагает затраты на разработку (производство) более точных приборов и методик выполнения измерений. В соответствии с этим призывы, направленные на использование в лабораториях последних достижений науки и техники, останутся лишь призывами, если в этом не будет экономической целесообразности. Действительно, в регламентациях ГОСТ Р 51232-98 [9; п.3.8] и ГОСТ 27384-2002 [6; п.4.2.] о том, что при оценке качества питьевой воды нет необходимости в учете погрешности измерений, не просматривается экономической целесообразности проведения работ по созданию и последующему использованию в лабораториях высокоточных приборов и методик выполнения измерений. Проиллюстрируем это на примере определения массовой концентрации ртути в питьевой воде. Уравнение оценки качества питьевой воды представляет собой следующее соотношение [2]:

$$\bar{X} + \Delta \bar{X} = \text{НКВ}, \quad (2)$$

где $\bar{X}$ – результат измерений; $\Delta \bar{X}$ – погрешность результата измерений $\bar{X}$; НКВ – норматив качества питьевой воды. При этом предположим, что $\Delta \bar{X}$ не превышает установленных норм погрешности измерений ($\delta_n = \pm 50\%$; графа 5 табл. 1). Допустим, что они равны на уровне НКВ = 0,5 мкг/дм³. Подставляя эти значения в соотношение (2), получим

$$0,335 \text{ мкг/дм}^3 + 0,165 \text{ мкг/дм}^3 = 0,5 \text{ мкг/дм}^3. \quad (3)$$

Если получаемый результат измерений не превышает 0,335 мкг/дм³ (т.е. $\bar{X} \leq 0,335 \text{ мкг/дм}^3$), то питьевая вода признается качественной. В противном случае ($\bar{X} > 0,335 \text{ мкг/дм}^3$) питьевая вода – некачественная. Предположим, что разработана методика выполнения измерений с приписанной погрешностью измерений $\pm 10\%$. Подставляя это значение в соотношение (2), получим

$$0,455 \text{ мкг/дм}^3 + 0,045 \text{ мкг/дм}^3 = 0,5 \text{ мкг/дм}^3. \quad (4)$$

В этом случае питьевая вода будет признана некачественной не при $\bar{X} > 0,335 \text{ мкг/дм}^3$ ($\delta = \pm 50\%$), а при $\bar{X} > 0,455 \text{ мкг/дм}^3$ ($\delta = \pm 10\%$). Приведенный пример наглядно демонстрирует повышение степени соответствия качества питьевой воды нормативным требованиям при повышении уровня качества измерений за счет уменьшения погрешности измерений и соответственного снижения уровня влияния измерений на результаты оценки качества питьевой воды.

В-пятых, изучена зависимость класса опасности для 32 обязательных для контроля показателей от значения норматива качества питьевой воды. Установлена линейная корреляция между ними: с уменьшением значения норматива качества питьевой воды по контролируемому показателю увеличивается класс его опасности. Установленная

закономерность в виде указанной зависимости, построенной по методу наименьших квадратов, представлена на рис. 2.

В-шестых, на основе анализа данных, представленных на рис. 1 и рис. 2, изучена взаимосвязь между классом опасности контролируемого показателя в питьевой воде и нормой погрешности измерений. Результаты указанной взаимосвязи сгруппированы в табл. 3. Их анализ позволил установить линейную корреляцию между указанными характеристиками: с увеличением значения нормы погрешности измерений возрастает класс опасности контролируемого показателя в питьевой воде. Установленная закономерность

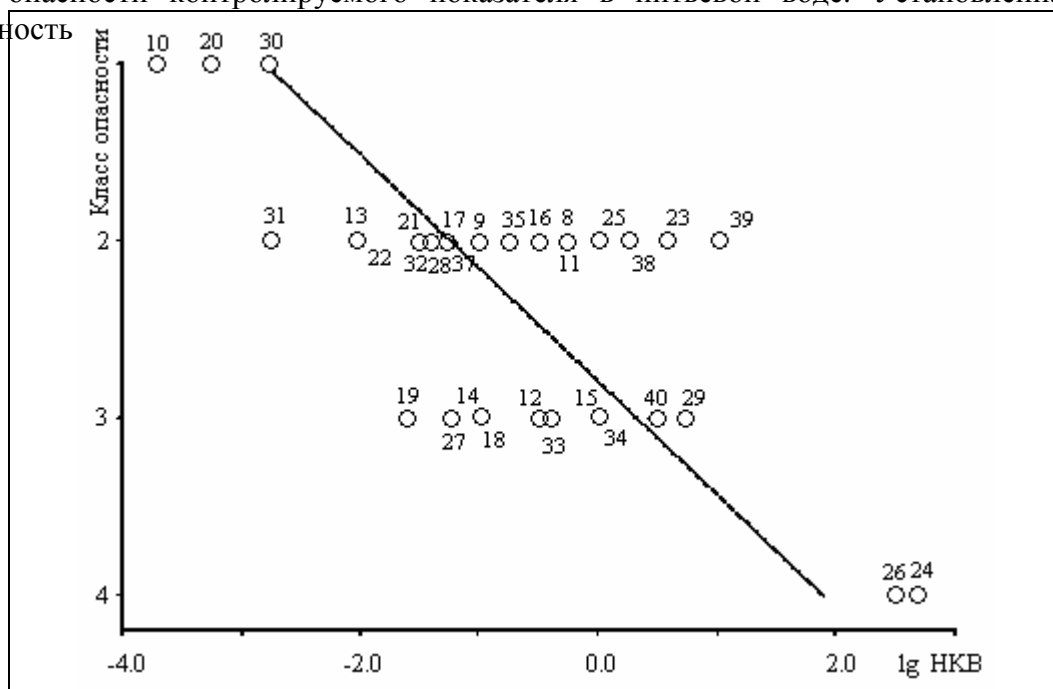


Рис. 2 - Зависимость класса опасности контролируемого показателя состава и свойств питьевой воды от норматива ее качества (НКВ). Цифрами обозначены контролируемые показатели в соответствии с графой 1 табл. 1

в виде указанной зависимости, построенной по методу наименьших квадратов, представлена на рис. 3. Чем опаснее контролируемый показатель, тем ниже метрологические требования к нормативам качества измерений в виде норм погрешности измерений. Так, для показателей 4-го класса опасности норма погрешности измерений составляет $\pm (10-15)\%$, а для показателей 1-го класса опасности - $\pm 50\%$. Указанное вытекает из сущности измерений (рис.1): чем ниже значение определяемой величины (норматива качества питьевой воды), тем выше значение нормы погрешности измерений. Тем не менее исходя из современных требований к повышению качества измерений представляется целесообразным повышение метрологических требований в первую очередь к нормативам качества измерений для показателей 1-го класса опасности, а затем для показателей 2, 3 и 4-х классов опасности. По сути дела, предлагается увеличить угол наклона зависимости, указанной на рис.3 сплошной линией, перейдя в перспективе, например, к зависимости, указанной на рис.3 штриховой линией. В этом случае, как видно, норма погрешности измерений будет составлять $\pm 25\%$ для показателей 1-го класса опасности. Соответственно

возможно улучшение норм погрешности измерений до $\sim \pm 22\%$ (вместо $\sim \pm 35\%$) для показателей 2-го класса опасности, до 17% (вместо $\sim 24\%$) – для показателей 3-го класса опасности. В соответствии с предлагаемым подходом возможен переход всех норм погрешности измерений из области полуколичественного химического анализа в область количественного химического анализа. Это позволит, как видно из приведенного примера по ртути, повысить степень соответствия объекта его функциональному назначению, и в первую очередь для показателей 1-го класса опасности.

Таблица 3 - Взаимосвязь между классом опасности и нормой погрешности измерений контролируемого показателя в питьевой воде

№ п/п	Наименование показателя	Класс опасности	Индивидуальные нормы погрешности из- мерений $\pm \delta_n$, %	Усредненные по классу опасности нормы погрешности измерений $\pm \delta_n$, %
1	Бериллий	1	50	50
2	Ртуть	1	50	
3	Линдан (γ -ГХЦГ)	1	50	
4	Цианиды	2	50	30
5	Бор	2	50	
6	ДДТ	2	40	
7	2,4-Д	2	40	
8	Алюминий	2	30	
9	Барий	2	30	
10	Кадмий	2	30	
11	Мышьяк	2	30	
12	Свинец	2	30	
13	Хлороформ	2	30	
14	Молибден	2	25	
15	Селен	2	25	
16	Стронций	2	25	
17	Формальдегид	2	25	
18	Полиакриламид	2	20	
19	Кремнекислота	2	20	
20	Фториды	2	15	
21	Хром	3	30	25
22	Хлор остаточный свободный	3	30	
23	Полифосфаты	3	30	
24	Железо	3	25	
25	Марганец	3	25	

26	Медь	3	25	
27	Никель	3	25	
28	Хлор остаточный связанный	3	25	
29	Цинк	3	20	
30	Нитраты	3	15	
31	Хлориды	4	15	12,5
32	Сульфаты	4	10	

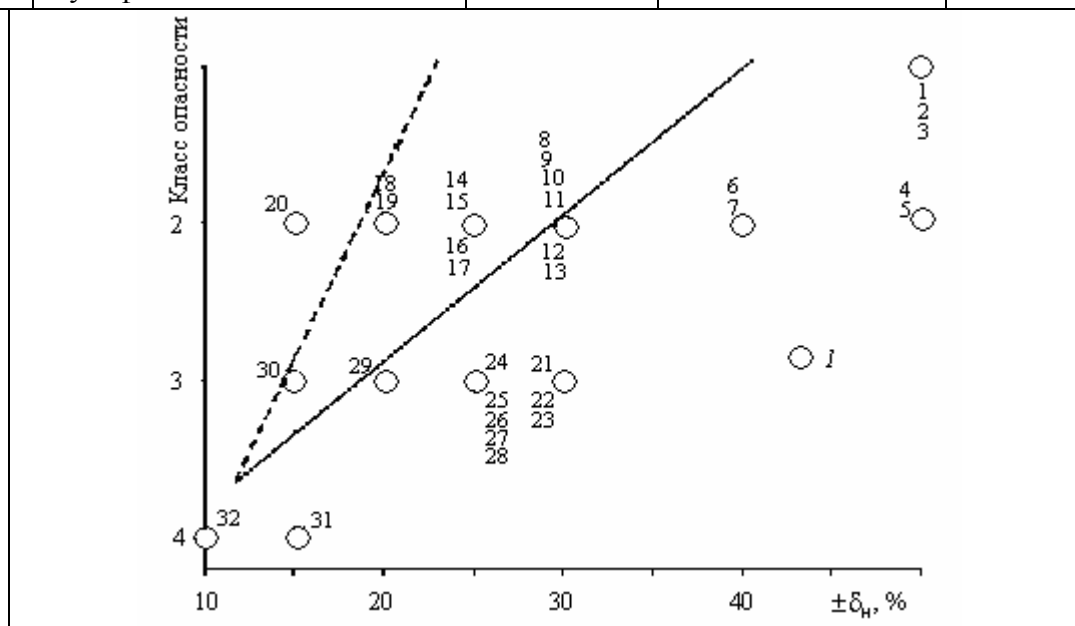


Рис. 3 - Зависимость класса опасности контролируемого показателя в питьевой воде от нормы погрешности измерений $\pm\delta_n$. Обозначения: цифрами обозначены контролируемые показатели в соответствии с графой 1 табл. 3; сплошная кривая – зависимость, построенная по 32 экспериментальным точкам (1); штриховая кривая – зависимость, планируемая при повышении требований к качеству измерений

Таким образом, подытоживая анализ ГОСТ 27384-2002 [6], можно констатировать, что разработанный стандарт при внедрении его в практическую деятельность позволит впервые реализовать в полном объеме основные положения государственной политики в области обеспечения единства и качества измерений. Внедрение в практику предложенных рекомендаций на основе установленных закономерностей позволит повысить степень соответствия питьевой воды нормативным требованиям.

Литература

1. Рыжова Е.В., Рыжов В.В., Мухутдинов А.А.// Экология и промышленность России. 2003. № 4 С.35-36.
2. МИ 2612-2000. Рекомендации ГСИ. Метрологические критерии оценки соответствия качества объекта сертификации нормативным требованиям. Казань, 2000.
3. МИ 2336-2002. Рекомендация. ГСИ. Характеристики погрешности количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания. Екатеринбург, 2002.
4. ГОСТ Р 8.000-2000. Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения. М., 2000.

5. МИ 1317-86. Методические указания. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров. М., 1986.
6. ГОСТ 27384-2002. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств. М., 2002.
7. СанПиН 2.1.4.1074-2001. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М., 2001.
8. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. М., 1982.
9. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. М., 1998.

© **Е. В. Рыжова** – асп. каф. инженерной экологии КГТУ; **А. А. Мухутдинов** – д-р хим. наук, проф. той же кафедры; **В. В. Рыжов** – канд. физ.-мат. наук, дир. НПО «Метрология».

