

УДК 519.812.3

А.И. Севриков, магистр,

Е.К. Паньков, магистр,

А.Н. Одинцов, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Севриков, д-р техн. наук, профессор

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: ps@sevgtu14.sevastopol.ua

УТОЧНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

Предложен уточнённый подход оптимизированного выбора средств контроля по метрологическому обеспечению объектов повышенной опасности, как одному из условий оптимизации информационно-эргатических систем. Приведены выражения критериев оптимизации в виде частных целевых функций и оценочных критериев обработки данных измерений.

Ключевые слова: *функция, уравнение, оптимизация, средство контроля, эргатическая система.*

1. Актуальность, постановка и цель исследования

В хозяйственной, специальной и военной деятельности широкое распространение получили объекты повышенной опасности. Им придано государственное значение, закреплённое Законом Украины, Постановлениями Кабинета Министров и нормативно-руководящими документами. Среди этих объектов особую опасность представляют взрывоопасные и объекты с вредными веществами 1 и 2 классов опасности. На объектах повышенной опасности производятся, обращаются, хранятся, применяются или транспортируются взрывоопасные, ядовитые, токсические и отравляющие вещества. К ним относятся: газы, пары, пыли, газо-паро-пылевоздушные или с другими окислителями смеси, взрывчатые вещества и средства взрывания к ним, пороха, боеприпасы и др. Всё большее внимание привлекают к себе объекты окружающей природной среды, требующие достоверного и точного контроля в связи с возрастающим техногенным загрязнением их вредными и опасными веществами, а также объекты специального назначения.

Аварии на отмеченных объектах сопровождаются не только значительным экономическим ущербом, но и многочисленными человеческими жертвами. Частота крупных аварий на промышленных объектах с числом жертв в каждой более 100 человек возрастает. В основе предупреждения аварий находится, в первую очередь, активный эффективный контроль с помощью автоматизированных быстродействующих систем с точными и надёжными средствами измерения (приборами, индикаторами, датчиками, преобразователями), чувствительными к признакам опасностей в начальный период их возникновения. Эти средства измерения и системы в целом имеют различные метрологические характеристики, исполнение и стоимость. Это обуславливает различные технико-экономические показатели, а следовательно, и эффективность контроля и защиты объектов разной стоимости. Поэтому возникает необходимость *оптимизации* выбора средств контроля и систем в целом, что определяет **актуальность** данного исследования.

Системы (установки) контроля и защиты объектов в безопасности жизнедеятельности, охране труда, пожарной безопасности, экологии, охранный деятельности получили название информационно-эргатические. Структурно они представляют собой подсистему контроля, активной защиты и человека-оператора, т.е. являются трёхзвенными: техника — оператор — среда. В этих системах велика, а иногда и решающая роль человека, если оценивать эффективность их по конечному результату — предупреждению аварии, устранению или локализации опасной ситуации.

В настоящее время не имеется рабочей методики и даже методологического подхода оптимизации информационно-эргатических систем и оптимизированного выбора средств контроля. Имеется единственная учебная методика А.Д. Забежинского [1] по оптимальному выбору средств контроля в машиностроении по показателю выходного параметра продукции предприятия. Однако эта методика не универсальна по области применения в различных условиях и отраслях. На кафедре прикладной экологии и охране труда СевНТУ проводятся исследования по оптимизации эргатических систем и оптимизированному выбору средств контроля, результаты которых нашли отражения в публикациях [2, 3] и др. Из этих работ следует, что оптимизация должна проводиться по четырём основным условиям: исполнению средств контроля и систем в целом; метрологической обеспеченности; информационно-

разрешающей и технико-экономической целесообразности. Алгоритм решения обозначенной проблемы определён взаимоподчинённостью условий в отмеченной выше последовательности. Особую роль в эффективности эрагатических систем играет подсистема контроля.

Углубление исследований, направленных на повышение безопасности объектов повышенной опасности, контролируемых и защищаемых эрагатическими системами, вызвало необходимость уточнения методологии их оптимизации, что является основанием **постановки** дальнейших работ. Очевидно, что повышение качества контроля может быть достигнуто ужесточением условий получения измерительной информации о лимитирующих параметрах (факторах, признаках) возникновения опасной ситуации.

Цель данного исследования – уточнение методологии оптимизированного выбора средств контроля объектов повышенной опасности и совершенствование оценочных критериев обработки измерительной информации.

2. Результаты исследования

Качество контроля в основном определяется точностью измерения лимитирующих параметров контролируемой среды. Критерием точности является погрешность измерения $\Delta_{из}$. При разработке и эксплуатации средств контроля производится их выбор. Для этого назначаются предельно допустимые погрешность измерения $\Delta_{из.lim}$ и погрешность средств измерения $\Delta_{cp.lim}$.

2.1. Частная целевая функция и условия оптимизированного выбора средств контроля

Критерием оптимизированного выбора средств контроля из массива возможных, отобранных на первом этапе по свойству их исполнения (взрывозащищённость, влагозащищённость, виброзащищённость и т.д.), принимается частная целевая функция вида

$$\Delta = f(\Delta_{lim}). \quad (1)$$

Безопасность функционирования объектов повышенной опасности и, в первую очередь, взрывоопасных (типов 1 – 5), и содержащих вредные вещества (классов опасности 1 – 4), предъявляет повышенные требования к точности измерения лимитирующих параметров характеризующих степень опасностей. Эти требования могут быть удовлетворены если в критерий выбора средств контроля (1) ввести показатель повышения безопасности K_{cp} . Тогда условия оптимизированного выбора средств контроля принимают вид:

$$\Delta_{nac} \leq K_{cp} \Delta_{cp.lim} \leq \Delta_n; \quad (2)$$

$$\Delta_{\Sigma} \leq K_{cp} \Delta_{cp.lim} \leq \Delta_p. \quad (3)$$

Здесь Δ_{nac} – паспортная погрешность (характерна для индивидуальных средств: приборов, мер, преобразователей, индикаторов, датчиков); Δ_{Σ} – суммарная расчётная погрешность (характерная для групповых средств: лабораторных методов анализа и систем измерения); $\Delta_{cp.lim}$ – предельно допустимая погрешность средств измерения, назначается разработчиком (метрологом); Δ_n — нормированное значение погрешности измерения, величина которого определяется видом контролируемого параметра и условиями измерения; Δ_p — регламентированная погрешность метода, принципа, системы измерения, отражённая в конструкторско-технологической документации, нормативно-руководящих и других актах.

В выражениях (2) и (3) значения коэффициента повышения безопасности K_{cp} назначается отдельно для средств контроля взрывоопасной среды $K_{вз.i}$ в зависимости от их типа взрывозащиты ($i=1,2,3,4,5$) и для среды содержащей вредные вещества $K_{вв.i}$ в зависимости от их класса опасности ($i=1,2,3,4$). На основании стандартных требований (ГОСТ 12.1.018-79 — Статическое электричество, искробезопасность, ГОСТ 12.1.004-85 — Температура самонагрева) и экспертных оценок предлагаются следующие ориентировочные значения: $K_{вз.1}=0,6$; $K_{вз.2}=0,7$; $K_{вз.3}=0,4$; $K_{вз.4}=0,8...0,9$; $K_{вз.5}=0,5$. Для невзрывоопасных смесей и средств контроля в нормальном исполнении предлагается $K_{cp.0}=1,0$.

Ориентировочные значения $K_{вв.i}$ для средств контроля вредных веществ обосновываются требованиями РД52.04.186-89 — Руководство по контролю загрязнения атмосферы, и на основании экспертных оценок. По степени вредности в виде безразмерной константы C_i , присвоенной вредным веществам в соответствии с их классом опасности ($C_1=1,7$; $C_2=1,3$; $C_3=1,0$; $C_4=0,9$), предлагается назначать коэффициент повышения безопасности для 1-го и 2-го классов с учётом выражения $K_{вв.i} = \frac{1}{C_i}$,

а для 3-го и 4-го классов с учётом последовательной половины разности между классами. В этом случае ориентировочные значения $K_{\text{вв},i}$ для вредных веществ: чрезвычайно опасных 1-го класса $K_{\text{вв},1} = 0,6$; высокоопасных 2-го класса $K_{\text{вв},2} = 0,8$; умеренно опасных 3-го класса $K_{\text{вв},3} = 0,9$; малоопасных 4-го класса $K_{\text{вв},4} = 0,95$. Условно «вредным» веществам (не входящим в отмеченные классы опасности), на которые не устанавливаются ПДК, и для 5-го класса стандарта России [4], назначается $K_{\text{вв},0} = 1,0$. Предложенные значения коэффициента повышения безопасности $K_{\text{ср.}}$ при выборе средств контроля объектов повышенной опасности подлежат уточнению опытным путём.

2.2. Уточнение методики оптимизированного выбора индивидуальных средств контроля

В основе оптимизированного выбора средств контроля лежит предельно допустимая погрешность измерения $\Delta_{\text{из.lim}}$ контролируемого параметра, определённая исходя из его нормативного значения. При этом соблюдается нижеследующая последовательность.

1. Из нормативного документа (ГОСТ, СНИП, ДСН, правил безопасности и других нормативно-руководящих актов) принимается нормируемое значение E_H контролируемого параметра.

2. Задаётся допустимое отклонение ΔE_H от нормированного значения E_H . На практике это отклонение составляет 25...50 % от нормы. В этом случае

$$\Delta E_H = (0,25...0,5)E_H. \quad (4)$$

3. Назначается предельно допустимая погрешность измерения. Она оставляет 25...50 % от допустимого отклонения, т.е. абсолютная погрешность

$$\Delta_{\text{из.lim}} = (0,25...0,50)\Delta E_H; \quad (5)$$

относительная погрешность в долях и в процентах соответственно

$$\delta_{\text{из.lim}} = \frac{\Delta_{\text{из.lim}}}{E_H} \quad \text{и} \quad \delta_{\text{из.lim}} = \frac{\Delta_{\text{из.lim}}}{E_H} \cdot 100. \quad (6)$$

4. Назначается предельно допустимая погрешность средства измерения. На практике она составляет 20...75 % от погрешности измерения. В этом случае абсолютная погрешность

$$\Delta_{\text{ср.lim}} = (0,2...0,7)\Delta_{\text{из.lim}}; \quad (7)$$

относительная погрешность

$$\delta_{\text{ср.lim}} = (0,2...0,75)\frac{\Delta_{\text{из.lim}}}{E_H}100 = (0,2...0,75)\delta_{\text{из.lim}}. \quad (8)$$

Объективность назначения погрешностей в основном зависит от опыта разработчика или метролога, их умения и знания предельных интервалов, приведённых в скобках выражений (4) – (8).

Для средств измерения с разными диапазонами измерений, непостоянной погрешностью по диапазону и при нулевом значении E_H , когда погрешность обращается в бесконечность, введена приведённая погрешность

$$\gamma_{\text{ср.lim}} = (0,2...0,75)\frac{\Delta_{\text{из.lim}}}{X_N}100, \quad (9)$$

где X_N — нормирующее значение. Правило выбора X_N приводятся в ГОСТ 8.401-80 — Классы точности средств измерения, общие требования. В качестве выбора нормирующего значения могут быть различные, ниже приведённые варианты:

- значение большего предела измерения, если отметка шкалы «0» располагается на краю шкалы или вне диапазона измерения (например, мазутомер типа МПСП, термометр ЭКТ-1);
- длина шкалы (её часть), если шкала неравномерная (например, дифманометры поплавковые показывающие типов ДП-280, ДПМ-280);
- сумма модулей пределов измерения, если отметка «0» расположена внутри диапазона измерения (например, термометры моделей ТПП, ТХА, ТХК, мановакууметры типа МПД модели 2320);
- номинальные значения измеряемой величины (например, прибор для измерения частоты электрического тока $f = 45...55$ Гц при номинальном значении $f_H = 50$ Гц);
- модуль разности пределов измерения, если шкала с условным нулём (например, логометр ЛПр-53 с платиновым термометром сопротивления и диапазоном измерения $-200...-100$ °C).

Для контроля объектов повышенной опасности, в частности, при измерении вредных веществ с помощью газоанализатора, в качестве X_N чаще всего применим первый вариант, т.е. значение большего

предела измерения. Но для непрерывного контроля взрывоопасной среды, например, метановоздушной в шахте с помощью автоматизированной системы за X_N следует принимать значение нижнего концентрационного предела взрываемости равного 5 % об., так как область взрываемости этой смеси находится в пределах 5...15 % об. метана. В данном случае система должна контролировать довзрывную концентрацию метана, чтобы своевременно предотвратить опасность взрыва.

5. На данном этапе ужесточаются условия выбора индивидуальных средств контроля объектов повышенной опасности, путём введения в погрешности коэффициента повышения безопасности K_{cp} для средств контроля в зависимости от типа их взрывозащиты $K_{вз.i}$ и для контроля вредных веществ в зависимости от класса их опасности $K_{вв.i}$. Назначаемая абсолютная, относительная или приведённая погрешность средства измерения определяется соответственно по выражениям:

$$\Delta_{cp.i} = K_{cp.i} \Delta_{cp.i.lim}; \quad \delta_{cp.i} = K_{cp.i} \delta_{cp.i.lim}; \quad \gamma_{cp.i} = K_{cp.i} \gamma_{cp.i.lim}. \quad (10)$$

6. На заключительном этапе производится выбор средств измерения по метрологическим характеристикам из ранее принятых средств по их исполнению. Выбор производится по паспортной погрешности ($\Delta_{нас}$, $\delta_{нас}$ или $\gamma_{нас}$), которая не должна превышать назначенной и нормированной погрешностей по выражению

$$\Delta_{нас} \leq \Delta_{cp.i} \leq \Delta_n, \quad (11)$$

и аналогичным ему для $\delta_{нас}$ и $\gamma_{нас}$, соответствующим условию (2).

Выбранные таким образом средства контроля по точности оцениваются по другим метрологическим характеристикам, например, диапазону измерения, нижнему пределу взрываемости смесей, чувствительности, что очень важно для контроля концентраций вредных веществ допустимых уровней. Принятые средства контроля по метрологическому обеспечению подлежат дальнейшему анализу по информационно-разрешающей способности и технико-экономической целесообразности, в результате чего определяется оптимальный вариант.

2.3. Уточнение методики оптимизированного выбора групповых средств контроля вредных веществ

К групповым (многокомпонентным) средствам контроля относятся лабораторные методы анализа, системы, установки. В публикациях [2, 3] изложена методика ориентировочного и уточнённого выбора средств контроля по условию – метрологическое обеспечение измерений под научным руководством одного из авторов настоящей статьи. Данная методика разработана на основе требований к методикам измерения концентраций вредных веществ, приведённых в ГОСТ 12.1.016-79* (ИУС № 9-83) — Воздух рабочей зоны [4]. Однако эта методика не учитывает особенностей взрывоопасных смесей, вредных веществ классов повышенной опасности и некоторых особенностей метрологической обработки данных измерений. Учёт отмеченных особенностей позволяет усовершенствовать эту методику с сохранением требований указанного стандарта и распространить её на объекты повышенной опасности. Знак “*” в обозначенном стандарте свидетельствует о распространении его только на территории Российской Федерации. В Украине действует данный стандарт без знака “*”.

Предлагаемый уточнённый оптимизированный выбор групповых средств контроля проводится по схеме выше изложенного выбора индивидуальных средств за исключением того, что вместо *назначения* предельно допустимой погрешности измерения $\Delta_{из.lim}$ или $\delta_{из.lim}$ по пункту 3, *рассчитывается* суммарная погрешность Δ_{Σ} или δ_{Σ} . Расчёт производится по каждому элементу метода или системы с оценкой всех составляющих суммарной погрешности. Согласно [4] рассчитываются составляющие θ_i систематической погрешности и её доверительная граница θ . При этом важнейшей составляющей систематической погрешности является погрешность построения градуировочного графика, которая оценивается по данным наблюдения лабораторного анализа по всему интервалу концентраций вредного вещества. Ряды этих наблюдений необходимо проверить на аномальность, т.е. наличие в них грубых погрешностей измерения, что является недостатком стандарта [4], так как в нём не предусмотрена эта процедура. В предлагаемой методике оценка *грубых* погрешностей (промахов) выполняется по стандартному критерию ГОСТ 11.002-73 — Правила оценки аномальности результатов наблюдений. В этом случае оцениваются сомнительные наблюдения X_{max} , либо X_{min} в выборках (сериях) по выражениям:

$$v = \frac{X_{max} - \bar{X}}{S}; \quad v = \frac{\bar{X} - X_{min}}{S}, \quad (12)$$

где $\bar{X}$ – среднее арифметическое; S – среднее квадратическое отклонение.

Распределение значений v табулировано. Из таблицы, при заданной доверительной вероятности α и числе наблюдений N (с учётом сомнительных) выбирается v_T и сравнивается с v расчётным. Если

$$v \geq v_T, \quad (13)$$

то наблюдение $X_{\max}$ или $X_{\min}$ содержат грубую погрешность и они из выборки исключаются, а если

$$v < v_T, \quad (14)$$

то остаются. После исключения этих наблюдений снова определяются N , $\bar{X}$, S . При этом доверительные границы результата измерения будут значительно точнее, а тарировочный график наиболее достоверен. Это очень важно для объектов повышенной опасности. Для этих условий предлагается ужесточение условий оценок показателей путём введения коэффициента повышения безопасности K_{cp} в виде $K_{\text{вз.}i}$ или $K_{\text{вв.}i}$ (обоснованного выше) в зависимости от наличия контролируемого на объекте взрывоопасного или вредного вещества. При этом условия (13) и (14) оценки наличия грубой погрешности принимают вид:

$$v \geq K_{cp} v_T; \quad v < K_{cp} v_T. \quad (15)$$

Случайная составляющая погрешности измерения вредного вещества рассчитывается в соответствии с требованиями того же стандарта [4]. Для этого рассчитывается среднее арифметическое концентрации вредного вещества $\bar{C}$, среднеквадратические отклонения единичных наблюдений S и результата измерения $S_{\bar{C}}$, необходимые для построения градуировочного графика. Прежде чем вычислить $\bar{C}$, S и $S_{\bar{C}}$, следует выполнить первоначальную обработку данных измерений с целью исключения наблюдений содержащих грубые погрешности, что не предусмотрено стандартом [4]. При этом принимаются условия (15). Определению отмеченных характеристик предшествует оценка рядов (серий) измерений на равномерность (равноточность), что также не предусмотрено стандартом [4]. Если выявлено, что ряды измерений *равнорассеянные*, т. е. одинаково достоверные, то они принадлежат к одной совокупности и обрабатываются как одной выборки прямых измерений с определением среднего арифметического $\bar{C}$ и среднеквадратических отклонений S и $S_{\bar{C}}$.

Если же ряды наблюдений *неравнорассеянные*, то они принадлежат к разным совокупностям и обработка данных выполняется как для одной выборки с определением средневзвешанного $\bar{C}_0$ и среднеквадратических отклонений S_0 и $S_{\bar{C}}$ при $\bar{C}_0$. Для определения гипотезы о равномерности измерений при большом числе опытов ($n > 30$) принимается распределение Фишера. На практике чаще всего имеем дело с малыми выборками ($n < 30$), что предусмотрено и стандартом [4]. В этом случае удобнее использовать распределение Стьюдента с вычислением параметра t парных рядов (серий) на основании их средних арифметических значений $\bar{X}_1$ и $\bar{X}_2$ по выражению

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}, \quad (16)$$

где n_1 и n_2 – соответственно, число наблюдений в первой и во второй группах (сериях).

Задавшись доверительной вероятностью P , по таблице распределения Стьюдента при числе степеней свободы $R = n_1 + n_2 - 2$ принимается предельное значение t_p . Расчётное t и табличное t_p сравниваются по модулю и проверяется гипотеза о равномерности рядов измерения по условию

$$t < t_p; \quad t > t_p. \quad (17)$$

Если $t < t_p$, то ряды равномерные и обрабатываются как для одной выборки с нормальным распределением, что даёт большую достоверность результата измерения. Если $t > t_p$, то ряды измерений являются неравнорассеянными и обработка производится как одной выборки с учётом их «веса» α_i . При этом точность общего результата измерения повышается. С учётом предлагаемого ужесточения условий оценок рядов измерений на равномерность для объектов повышенной опасности при помощи коэффициента K_{cp} в виде $K_{\text{вз.}i}$ и $K_{\text{вв.}i}$, условия (17) принимают следующий вид:

$$t < K_{cp} t_p; \quad t > K_{cp} t_p. \quad (18)$$

В этом случае определяется средневзвешенное $\bar{X}_0$, а не среднее арифметическое $\bar{X}$, выражением

$$\bar{X}_0 = \frac{\sum_{j=1}^l \frac{1}{\sigma_{\bar{X}_j}^2} \cdot \bar{X}_j}{\sum_{j=1}^l \frac{1}{\sigma_{\bar{X}_j}^2}}, \quad (19)$$

где $\frac{1}{\sigma_{\bar{X}_j}^2} = \alpha_j$ – величины обратные дисперсиям групп наблюдений, называемые весовыми

коэффициентами истинного значения измеряемой величины; l – число групп наблюдений; $\bar{X}_j$ – среднее арифметическое каждой группы.

При этом (19) принимает вид

$$\bar{X}_0 = \frac{\sum_{j=1}^l \alpha_j \bar{X}_j}{\sum_{j=1}^l \alpha_j}. \quad (20)$$

Дисперсия средневзвешенного определяется как обратная величина суммы весов

$$S_{\bar{X}_0}^2 = \frac{1}{\sum_{j=1}^l \alpha_j},$$

а его среднеквадратическое отклонение

$$S_{\bar{X}_0} = \left(\sum_{j=1}^l \alpha_j \right)^{-1/2}. \quad (21)$$

Доверительная граница результата измерения ε по случайной составляющей погрешности $S_{\bar{C}}$ для равнорассеянных наблюдений, определяется из выражения

$$\varepsilon = t_p S_{\bar{C}}, \quad (22)$$

а для неравнорассеянных

$$\varepsilon = t_p S_{\bar{X}_0} = t_p S_{\bar{C}_0}. \quad (23)$$

Значение $t_p = z$ принимается из таблицы интегральной функции $\Phi(z)$ при выборках с $n > 30$ и заданной доверительной вероятности P . В этом случае $\Phi(z) = \frac{p+1}{2}$. При малых выборках пользуются

таблицей распределения Стьюдента, из которой при числе степеней свободы $R = \frac{\left(\sum_{j=1}^l \alpha_j \right)}{\sum_{j=1}^l \left(\frac{1}{n_j+1} \alpha_j^2 \right) - 2}$

выбирается значение t_p .

Истинное значение концентраций вредного вещества C для равнорассеянных измерений с учётом (22) находится в пределах $C = \bar{C} \pm \varepsilon$, а для неравнорассеянных с учётом (23) $C = \bar{C}_0 \pm \varepsilon$.

Оценка суммарной (общей) погрешности результата измерения Δ_{Σ} или δ_{Σ} вредных веществ определяется в зависимости от соотношения систематической θ и случайной $S_{\bar{C}}$ или

$S_{\bar{C}_0} \left(\frac{\theta}{S_{\bar{C}}}, \frac{\theta}{S_{\bar{C}_0}} \right)$ составляющих в соответствии с ГОСТ 8.207-76 — Прямые измерения с многократными наблюдениями, методы обработки результатов наблюдений. Выполнив вышерассмотренные вычислительные процедуры, рассчитывается суммарная Δ_{Σ} или δ_{Σ} погрешность по каждому анализируемому методу контроля вредных веществ. На этом же этапе принимаются регламентирующие погрешности Δ_p или δ_p измерения из нормативно-руководящих документов. Например, из стандарта [4] принимается к учёту, что погрешность измерения объёма пробы не должна превышать $\pm 10\%$, допустимое отклонение определения количества вредного вещества в пробе до 10% , а общая погрешность измерения не более $\pm 25\%$. В этом случае принимается регламентирующая погрешность $\delta_p \leq 25\%$.

На 4-м этапе разработки (метрологом, должностным лицом) назначается предельно допустимая погрешность метода (принципа) измерения $\Delta_{m.lim}$ или $\delta_{m.lim}$ с учётом ужесточения условий выбора средств контроля вредных веществ в зависимости от класса их опасности коэффициентом повышения безопасности $K_{\text{вв.и}}$. В этом случае должны соблюдаться условия назначения погрешности:

$$K_{\text{вв.и}} \Delta_{m.lim} \leq \Delta_p; \quad K_{\text{вв.и}} \delta_{m.lim} \leq \delta_p. \quad (24)$$

На 5-м этапе выбираются методы контроля вредных (опасных) веществ для дальнейшего их анализа. Этот выбор производится путём сравнения расчётных суммарных погрешностей по каждому анализируемому методу с предельно допустимой и регламентированной погрешностью с соблюдением условия (3):

$$\Delta_{\Sigma} \leq K_{\text{вв.и}} \Delta_{m.lim} \leq \Delta_p; \quad \delta_{\Sigma} \leq K_{\text{вв.и}} \delta_{m.lim} \leq \delta_p. \quad (25)$$

При этом принимаются к учёту и другие метрологические характеристики методов лимитирующие условия измерения.

Если требования по точности контроля (измерения) лимитируют предельно допустимую погрешность, например, необходимость измерения дозврывных концентраций смесей или допредельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ, то необходимо анализировать всю цепочку измерения (этапы, элементы), по которым можно снизить составляющие суммарной погрешности за счёт наиболее рациональных решений.

Оптимизация структур систем измерения, включающих в себя приборы, усилители, чувствительные элементы, преобразователи, отсчётно-регистрирующие устройства и другие элементы, при их разработке или оптимизированный выбор систем на стадии метрологического обеспечения контроля заданных параметров, производятся по изложенной выше схеме выбора методов контроля с расчётом составляющих по отдельным компонентам суммарной погрешности.

Выводы

1. До настоящего времени отсутствуют методология и методики оптимизированного выбора средств контроля вообще, и для объектов повышенной опасности, в частности, что не способствует снижению аварийности на этих объектах. Проводимые научные исследования на кафедре прикладной экологии и охраны труда СевНТУ сопровождаются результативностью, направленной на восполнение этого пробела.

2. Разработана методология оптимизированного выбора средств контроля взрывоопасных объектов и объектов содержащих вредные вещества различных классов опасности, которая является основой создания нормативно-руководящих документов.

3. Эти исследования являются составной частью проблемы оптимизации информационно-энергетических систем контроля и защиты объектов повышенной опасности.

Перспективой дальнейших исследований является разработка проектов методик оптимизации информационно-энергетических систем и оптимизированного выбора средств контроля для объектов повышенной опасности.

Библиографический список использованной литературы

1. Забежинский А.Д. Методика ориентировочного выбора средств контроля параметров / А.Д. Забежинский. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. — 48 с.
2. Карпенко В.А. Новый подход и методика технико-экономического обоснованного выбора средств контроля / В.А. Карпенко // Вестник СевГТУ. Сер. Экономика и финансы: сб. науч. тр. — Севастополь, 2003. — С. 3–7.

3. Севриков И.В. Ориентировочный выбор средств контроля объектов повышенной опасности по свойству метрологического обеспечения / И.В. Севриков, А.В. Клемяшова, А.И. Севриков // Зб. наук. пр. СХУ ЯтП. — Севастополь, 2009. — № 1 (29). — С. 74–78.

4. ГОСТ 12.1.016–83. Государственный стандарт СССР. — Взамен ГОСТ 12.1.016–79; введ. 1982 – 01 – 01. — М.: Госстандарт. — 10 с. — (Воздух рабочей зоны).

Поступила в редакцию 12.04.2011 г.

Севриков А.І., Паньков Є.К., Одинцов О.Н., Севриков В.В. Уточнення методології оптимізованого вибору засобів контролю з метрологічного забезпечення об'єктів підвищеної небезпеки

Запропоновано уточнений підхід оптимізованого вибору заходів контролю з метрологічного забезпечення об'єктів підвищеної небезпеки, як однієї з умов оптимізації інформаційно-ергатичних систем. Наведено вирази критеріїв оптимізації у вигляді часткових цільових функцій та оціночних критеріїв обробки даних вимірювань

Ключові слова: функція, рівняння, оптимізація, засіб контролю, ергатична система

Sevrikov A.I., Pankov E.K., Odintsov A.N., Sevrikov V.V. Refinement of a methodology for optimized choice of controls on metrological support of the heightened danger objects

A refined approach to optimization of choice of controls on metrological support for heightened danger objects is suggested as one of the conditions for optimizing information ergatic systems. The expressions of the optimization criteria in the form of partial target functions and evaluation criteria of measurement data processing are provided.

Keywords: function, equation, optimization, mean of control, ergatic system.