зультатами расчетов с помощью статистического подхода (как отношение времени исправной работы к сумме времени исправной работы и вынужденных простоев ИВКЭ за один и тот же календарный срок) показывает, что расхождение между полученными результатами не превышает 3..5%, что свидетельствует об адекватности разработанной методики.

Таким образом, предложенная методика позволяет произвести оценивание надежности находящихся в эксплуатации промышленных систем с учетом их фактического состояния, произведенных профилактических и ремонтных работ.

Список литературы

1. *Косинский М.Ю., Шихин В.А.* Исследование возможностей нечетких моделей для оценивания эксплуатационной надежности автоматизированных систем // Мехатроника, Автоматизация, Управление. 2009. №8
2. *Mamdani E.H. and Assilian S.* An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. International Journal of Man-Machine Studies, 7, 1975
3. *McNeill F.M., Thro E.* Fuzzy Logic. -Academic Press, Cambridge, MA, 1994.
4. *Гривастов Д., Кондаков В., Кузовников В. и др.* Особенности поверки АИИС КУЭ. Существующие методики требуют доработки. Информационно-справочное издание "Новости электротехники" №2(32) 2005.

Косинский Михаил Юрьевич *– студент Московского энергетического института (технического университета),*

Шихин Владимир Анатольевич *– канд. техн. наук,*

руководитель департамента электроэнергетики ООО "АНТ-Информ"

Контактный телефон (495) 458-31-56. E-mail: KosinskyMY@mpei.ru / ShikhinVA@mpei.ru

Концептуальная модель конструктора алгоритмов внутрилабораторного контроля качества результатов анализа

С.В. Щелканов, А.Г. Терещенко, А.Л. Юнак (НИИ ВН Томского политехнического университета), В.П. Григорьев, О.Н. Вылегжанин (Томский политехнический университет)

Автоматизация расчетов по меняющемуся перечню алгоритмов внутрилабораторного контроля в соответствии с различными нормативными документами является трудоемкой задачей. Предложена концептуальная модель динамического конструирования алгоритмов контроля как решение задачи соответствия программного комплекса по автоматизации внутрилабораторного контроля не только для известных действующих нормативных документов, но и для их возможных модификаций.

Ключевые слова: ЛИУС, ЛИМС, лаборатории, внутрилабораторный контроль, карты Шухарта.

Практически любое промышленное предприятие имеет в своей структуре аналитические (испытательные) лаборатории (АЛ). Целью АЛ является получение данных о химическом составе веществ и реактивов, которые необходимы для материального производства, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, здравоохранения, научных исследований [1].

Аккредитованная АЛ обязана проводить внутрилабораторный контроль (ВЛК) для подтверждения собственной компетентности. Нередко это сопряжено как со сложностью получения самих результатов количественного химического анализа (КХА), так и с трудоемкостью последующей оценки показателей качества результатов анализа (метрологических характеристик). Поэтому автоматизация ВЛК становится для АЛ важнейшей составляющей их успешной деятельности.

Для автоматизации деятельности АЛ применяется специальный класс информационных систем – лабораторные информационно-управляющие системы (ЛИУС) [2]. Кроме того, на российском рынке существуют специальные программы, автоматизирующие ВЛК. Среди информационных систем класса ЛИУС только в ЛИУС "Химик-аналитик" реализован функциональный блок автоматизации ВЛК – ВЛК-1, отвечающий требованиям российской нормативной документации (МИ 2335-2003, ГОСТ Р ИСО 5725-2002, РМГ 59-2003) [3, 4, 5, 6].

Опыт многолетней эксплуатации и совершенствования проектных решений в ЛИУС "Химик-аналитик" [7, 8] показал, что:

- ВЛК-1 является самым востребованным среди пользователей ЛИУС;
- интерфейс ВЛК-1 хорошо воспринимается пользователями в лице химиков-аналитиков АЛ;
- ВЛК-1 обладает достаточной степенью адаптируемости (настройка, конфигурирование) под особенности конкретных АЛ.

Вместе с тем необходимо учитывать тенденции развития данного научно-технического направления, заключающиеся в:

- непрерывном расширении функционального объема работ АЛ за счет приобретения более совершенного измерительного оборудования, применения новых методик анализа;
- применении некоторыми АЛ в деятельности по ВЛК алгоритмов, не представленных в указанной нормативной документации (НД), либо их модернизированных вариантов;
- регламентации процедур ВЛК нормативными документами отдельных отраслей;
- вступлением в силу РМГ 76-2004, вызвавшим необходимость модернизации некоторых прежних алгоритмов для ВЛК.

Все это привело к тому, что функциональных возможностей ВЛК-1 оказалось уже недостаточно для

реализации всего спектра алгоритмов и их различных модификаций.

Для обеспечения соответствия ВЛК-1 современным требованиям можно воспользоваться двумя принципиальными подходами. Первый подход состоит в доработке существующих функциональных возможностей ВЛК-1 включением новых алгоритмов в программный код блока. Практика показала, что такой подход дает временный эффект, поскольку не избавляет от необходимости дополнительных модификаций программной части блока в связи с возможностью последующего добавления новых или изменения прежних алгоритмов контроля.

Второй подход заключается в разработке программного инструмента, который, с одной стороны, позволит пользователю самостоятельно конфигурировать вычислительную последовательность алгоритмов контроля, с другой, – автоматически интерпретирует сформированную последовательность и выдаст результат расчета. Таким программным инструментом может быть конструктор и интерпретатор алгоритмов контроля. Используя такой инструмент, аналитик сможет самостоятельно создать именно тот алгоритм, который используется в конкретной лаборатории без вмешательства в программный код блока. Такой подход отличается гибкостью и позволит легко адаптировать функциональный блок ВЛК под меняющиеся задачи АЛ и требования НД.

В представленной работе на основе второго подхода предложена новая концептуальная модель структурной организации алгоритма контроля и обработки его вычислительной последовательности. Модель заключается в декомпозиции единой вычислительной последовательности алгоритма на произвольное число расчетных составляющих как по принципу функциональной принадлежности расчета (расчет одной контрольной процедуры либо комплексный расчет всех процедур), так и по структуре самого алгоритма (выражение-оператор обычной последовательности вычислений, выражение-оператор цикла, выражение-оператор условия).

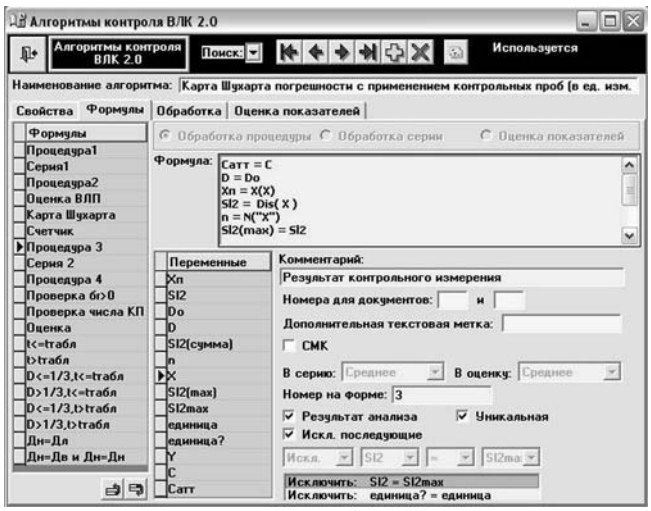

Рис. 1. Настройка условий исключения контрольной процедуры

Предложенная концепция легла в основу нового функционального блока ВЛК в структуре ЛИУС "Химик-аналитик" (ВЛК-2). ВЛК-2 структурно состоит из трех частей – конфигуратор алгоритмов, интерпретатор расчетов и формы журнала контрольных процедур.

Конфигуратор алгоритмов хранит информацию обо всех составляющих структуры алгоритма контроля – числе, типах и составе расчетных формул; условиях исключения и успешности контрольных процедур; условиях перехода между расчетными формулами; числе и параметрах графиков контрольных карт Шухарта и кумулятивных сумм; настройках соответствия между метрологическими характеристиками и результатами расчетов. Для любого алгоритма контроля определяется состав и последовательность формул, число входных/выходных переменных, взаимосвязь между формулами, число необходимых графиков и устанавливается соответствие между переменными и показателями качества лаборатории для автоматического их переназначения.

Интерпретатор расчетов выполняет задачи по синтаксическому разбору выражений в формулах, вычислению результатов, формированию и обслуживанию единого информационного пространства расчета, которое позволяет расчетным формулам пользоваться промежуточными результатами расчетов в течение всей последовательности вычислений.

Форма журнала контрольных процедур является агрегированием всех возможностей предыдущих составных частей ВЛК-2. Здесь помимо регистрации контрольных процедур и их серий, ввода исходных данных и хранения результатов расчетов происходит инициирование цикла расчета по формулам, выбор необходимых переменных из единого информационного пространства расчета, переход между формулами в соответствии с настройками алгоритма, формирование и анализ графиков контрольных карт Шухарта и другие операции. Результат работы алгоритма формируется из результатов расчета отдельных контрольных процедур и расчета серии контрольных процедур. Принципиальное отличие последовательности расчета результата алгоритма в ВЛК-1 и ВЛК-2 заключается в том, что в новом функциональном блоке ВЛК-2 возможна нелинейная обработка (ветвление, циклический пересчет) неограниченного числа расчетных формул.

В качестве примера работы ВЛК-2 представлен результат решения задачи контроля стабильности с применением одного из наиболее сложных алгоритмов контроля в РМГ 76-2004 "Контроль погрешности с использованием контрольных карт на основе применения контрольных проб" (пункт 6.3.5).

На рис. 1 показана настройка условия исключения контрольной процедуры из расчета серии при оценке показателя повторяемости результата анализа по критерию Кохрена, а на рис. 2 продемонстрирована на-

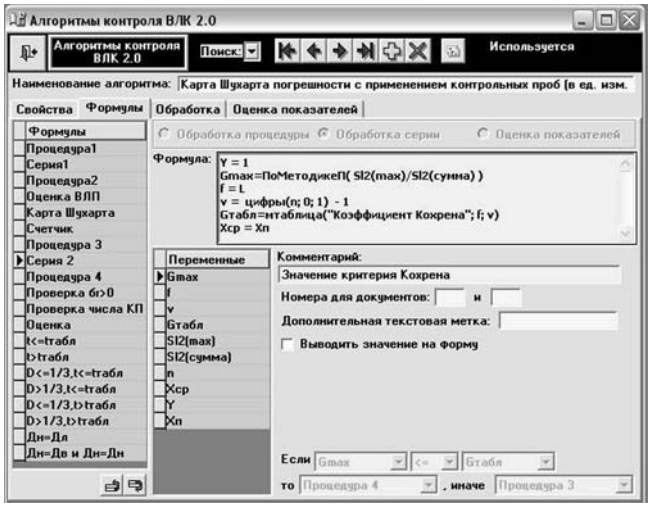

Рис. 2. Настройка циклического перерасчета контрольных процедур

стройка алгоритма на циклический пересчет контрольных процедур в соответствии с РМГ 76 пункт 6.3.5.4 и далее В.3.2.3. Результаты расчета серии контрольных процедур и анализ сформированной карты Шухарта представлены на рис. 3.

Таким образом, на рис. 1-3 продемонстрировано полное решение задачи контроля стабильности по алгоритму "Контроль погрешности с использованием контрольных карт на основе применения контрольных проб" средствами разработанного функционального блока ВЛК-2.

Выводы

Предложенная концепция декомпозиции вычислительной последовательности алгоритма на произвольное число расчетных составляющих успешно реализована в новом функциональном блоке ВЛК ЛИУС "Химик-аналитик".

Разработанный функциональный блок обеспечивает условия для автоматизации всех бизнес-процессов ВЛК в АЛ с учетом требований любых современных НД. Кроме того, заложена база для автоматизации возможных будущих модификаций алгоритмов аналитического контроля.

Создано хранилище данных, содержащее более 120 алгоритмов контроля по МИ 2335-2003, ГОСТ Р ИСО 5725, РМГ 59, РМГ 76-2004, ОСТ 95 10289-2005, которое аккумулирует опыт интерпретации результатов аналитического контроля более чем по 200 объектам анализа в 250 лабораториях России, обес-

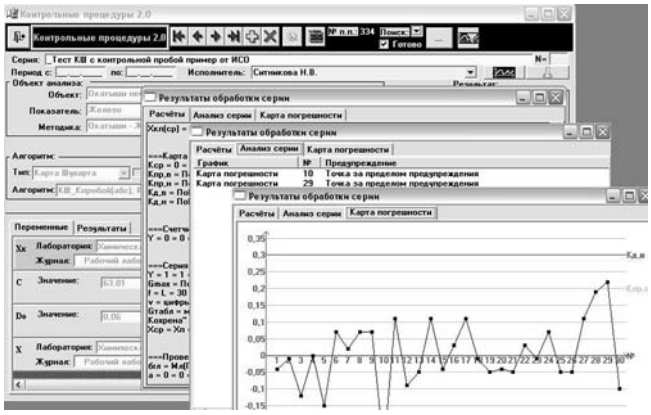

Рис. 3. Серия контрольных процедур с формированием карты Шухарта и ее анализом

печивающих контроль качества в металлургической, коксохимической, нефтяной и газовой, химической, энергетической, горнодобывающей, атомной, природоохранительной и других отраслях и сферах деятельности.

Список литературы

1. *Шаевич А.Б.* Аналитическая служба как система. М.: Химия. 1981.
2. Терещенко А.Г., Янин А.М. Лабораторные информационные системы на отечественном рынке // Промышленные АСУ и контроллеры. 2006. № 7.
3. *Терещенко А.Г., Терещенко О.В., Соколов В.В., Замятин А.В.* Программный продукт для экологических лабораторий промышленных предприятий // Экология и промышленность России. 2001. №6.
4. *Терещенко А.Г., Толстихина Т.В.* ЛИС "Химик-аналитик" как средство учета и контроля сточный воды // Материалы VI Междунар. конгресса "ЭКВАТЭК-2004". Москва. 2004.
5. *Шукайлов М.И., Руденко Т.М., Никифорова В.Ю., Терещенко А.Г., Смышляева Е.А.* Опыт внедрения ЛИС "Химик-аналитик" в химических лабораториях филиалов ОАО "Красноярская генерация" // Энергетик. 2006. №8.
6. *Терещенко А.Г., Баянова Т.В., Юшкеева Н.В., Смышляева Е.А., Обухова В.А., Хорошавина Е.А.* Опыт внедрения ЛИС "Химик-аналитик" в подразделениях ООО "Тюментрансгаз" // Газовая промышленность. 2007. № 2.
7. *Терещенко А.Г., Толстихина Т.В., Соколов В.В., Терещенко О.В., Пикула Н.П.* Организация внутрилабораторного контроля качества анализа на базе ЛИС "Химик-Аналитик" // Партнеры и конкуренты. 2004. №10.
8. *Терещенко А.Г., Толстихина Т.В., Терещенко О.В.* Автоматизация внутрилабораторного контроля на базе ЛИС "Химик-аналитик" // Законодательная и прикладная метрология. 2007. № 2.

Щелканов Сергей Владимирович *– аспирант,*
Терещенко Анатолий Георгиевич *– канд. техн. наук, зав. лабораторией информационных технологий,*
Юнак Александр Львович *– ведущий специалист НИИ высоких напряжений Томского политехнического университета,*
Григорьев Владимир Петрович *– д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой "Прикладная математика",*
Вылегжанин Олег Николаевич *– канд. хим. наук, доцент факультета автоматики и вычислительной техники Томского политехнического университета.*
Контактный телефон (3822) 77-28-23.
E-mail: git@hvd.tpu.ru