

С. Ю. БУТУЗОВ, д-р техн. наук, доцент, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры информационных технологий, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: butuzov_s_yu@mail.ru)

А. В. КРЮЧКОВ, канд. техн. наук, доцент кафедры комплексной безопасности критически важных объектов, Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И. М. Губкина (Россия, 119991, г. Москва, Ленинский просп., 65, корп. 1; e-mail: kruchkov.a@gubkin.ru)

И. В. САМАРИН, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автоматизации технологических процессов, Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И. М. Губкина (Россия, 119991, г. Москва, Ленинский просп., 65, корп. 1; e-mail: ivs@gubkin.ru)

УДК 681.5

МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАСЧЕТА СОВОКУПНОГО ФАКТОРА ВЛИЯНИЯ ПЕРСОНАЛА НА УСТОЙЧИВОСТЬ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Проведен анализ особенностей создания и функционирования специального программного обеспечения (СПО) в автоматизированных системах пожаровзрывобезопасности (АСПВБ). Изучены и проанализированы особенности синтеза специального программного обеспечения для АСПВБ. Приведены особенности разделения сложных программных продуктов на единичные программные системы, а также исследованы условия протекания процесса синтеза программных проектов. Показана необходимость и целесообразность применения методологии стратегического планирования для обеспечения эффективной организации синтеза СПО и обеспечения его устойчивого функционирования. Предложен метод количественного расчета совокупного фактора влияния персонала на устойчивость СПО для использования в автоматизированных системах пожаровзрывобезопасности в целях обеспечения их устойчивой работы.

Ключевые слова: автоматизация; пожаровзрывобезопасность; специальное программное обеспечение; синтез; экспертная оценка; нефтеперерабатывающее производство; планирование; устойчивость; программирование; трудозатраты, трудоемкость.

DOI: 10.18322/PVB.2018.27.07-08.60-66

Введение

Научно-технический прогресс диктует все новые и новые требования к условиям и особенностям работы современных производств. Так, уже почти повсеместно для их устойчивой работы в современных условиях используются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), неотъемлемой составной частью которых является специальное программное обеспечение (СПО) [1–3].

Нефтеперерабатывающие производства (НПП) — важная составляющая современной нефтегазовой промышленности. В состав АСУТП этих производств входят, помимо прочего, автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности (АСПВБ). Данные системы состоят из обеспечивающих систем и функциональных автоматизированных систем (АС) ниже-

стоящего уровня: АС предотвращения пожаров и взрывов, АС пожаровзрывозащиты, АС общего назначения [4].

Как правило, устойчивая работа перечисленных АС обеспечивается в настоящее время за счет устойчивой работы СПО, поэтому следует особое внимание уделить методам его синтеза [1]. Для крупных предприятий синтез СПО АСПВБ представляет собой крайне трудную и нетривиальную задачу [5]. Учитывая, что СПО АСПВБ является сложным интеллектуальным продуктом, следует разделить его на составные части — единичные программные системы (ЕПС) [3, 6]. ЕПС должны выполнять определенные функции операторов АСПВБ на автоматизированных рабочих местах (АРМ) в отдельных помещениях или цехах НПП. При этом особое внимание необходимо уделить минимизации влияния персонала и разработчиков на ЕПС [7].

Общих функциональных задач у ЕПС нет, так как каждая из них отвечает за свой небольшой участок. Однако необходимо обеспечить функциональность ЕПС таким образом, чтобы все они обеспечивали устойчивую работу АСПВБ в целом, особенно при возникновении нештатных ситуаций.

Предотвращение пожаров и взрывов на НПП — составная часть работы всех вместе взятых ЕПС в СПО АСПВБ. Поэтому необходимо обеспечить такие условия синтеза ЕПС, которые позволят добиться нужной устойчивости в их работе [8].

Целью настоящей статьи является описание предлагаемого количественного расчета совокупного фактора влияния персонала на устойчивость СПО АСПВБ. Достижение поставленной цели обеспечивается путем оценки трудозатрат на синтез ЕПС. Полученные оценки могут охарактеризовать степень устойчивости той или иной ЕПС к деструктивному влиянию специалистов, ее синтезирующих. Кроме того, значимость мероприятий по выявлению трудозатрат на синтез ЕПС предложено определять с помощью методов стратегического планирования [9–11].

Методы исследования

Так как ЕПС представляет собой программу, простая формула для расчета трудозатрат при синтезе программного проекта единичной программной системы (ПП ЕПС) может выглядеть так:

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{сбп}} + Z_{\text{ЕПС}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{общ}}$ — общие трудозатраты на реализацию ПП ЕПС;

$Z_{\text{сбп}}$ — затраты на реализацию инструментария;

$Z_{\text{ЕПС}}$ — трудозатраты на реализацию ЕПС.

Под трудозатратами здесь и далее будем понимать безразмерные усилия, приложенные программистом при выполнении какой-либо части работы. Условия протекания процесса синтеза программного проекта ЕПС для программиста можно разделить на технические и организационные [12]. При изменении технических (но не организационных) начальных условий данного процесса (замена программиста, изменение состава команды программистов, инструментального средства при реализации ЕПС) изменятся и трудозатраты [13]. Тогда

$$Z'_{\text{общ}} = Z'_{\text{сбп}} + Z'_{\text{ЕПС}}, \quad (2)$$

где $Z'_{\text{общ}}$ — общие трудозатраты на реализацию ПП ЕПС в новых условиях;

$Z'_{\text{сбп}}$ — затраты на реализацию другого инструментария;

$Z'_{\text{ЕПС}}$ — другие трудозатраты на реализацию ЕПС в новых условиях.

Сравнение $Z_{\text{ЕПС}}$ и $Z'_{\text{ЕПС}}$ показывает, что

$$Z_{\text{ЕПС}} = F(Z_{\text{сбп}}). \quad (3)$$

Иными словами, трудозатраты, необходимые для создания ЕПС, зависят от того, насколько “хорошо” был построен инструментарий. Данная зависимость может не быть линейной и складываться из многих факторов параметрического характера. Во всяком случае трудозатраты в формуле (3) напрямую зависят от полноты составления универсального набора элементов интерфейса, дерева информационной схемы приложения и проработки инструментария программистом [14].

Анализ простых формул (1)–(3) и их смыслового содержания показывает, что если $Z_{\text{сбп}}$ и $Z'_{\text{сбп}}$ не отличаются друг от друга или отличаются незначительно, то разница между трудозатратами на ПП ЕПС $Z_{\text{общ}}$ и $Z'_{\text{общ}}$ может быть значительной. Причиной этому может служить наличие множества требований по атрибутам информационной единицы хранения (ИЕХ) [3, 15], а также большого количества отчетов и данных в них, большого объема расчетов и данных промежуточного анализа. Однако при наличии инструментария программиста трудозатраты и время реализации ПП ЕПС начинают зависеть только от параметра $Z_{\text{ЕПС}}$.

Рассмотрим более детально процесс синтеза программистом ЕПС без использования указанного инструментария. При работе в студии программного инструментального средства программист при кодировании программного обеспечения вынужден описывать большое количество мелких свойств и перенастраивать (подстраивать) множество методов объектов (компонент) [2, 5]. Проиллюстрировать данные действия можно конкретным частным примером при реализации приложения с использованием системы управления базами данных (СУБД). Опустим некоторые детали и сосредоточимся на части реализации, связанной с вводом и корректировкой данных в одно из полей [3]. Для примера можно взять студию разработки одного из инструментальных средств Delphi или Visual Basic.

В обоих случаях после описания базы данных (БД) в конструкторе или проводнике, когда структура информации, ограничения и правила сортировки уже описаны на этапе проектирования БД, при реализации системы ввода данных в БД необходимо в студии разработчика создать некую форму, позволяющую в интерактивном режиме манипулировать данными в БД. Для этого необходимо при классическом способе разработки, широко описываемом в технической литературе [16, 17], поместить на форму ввода несколько (от 20 до 100 в реальных ЕПС) объектов управления, связанных с полями БД. Но это только видимая часть айсберга. Реально же, прежде

чем описывать связь конкретного объекта визуализации информации в поле БД с полем БД в файле на диске, для реализации связи с БД необходимо [17]:

- установить соединение с БД;
- открыть сессию;
- провести запрос по отбору соответствующей информации;
- установить (для первичного ввода данных в поле) данные по умолчанию;
- описать объекты, связанные с реализацией данных функций, для всего набора полей и для некоторых из них отдельно и т. д.

Без студии эта часть операций выполняется при помощи операторов языка SQL. Общий объем такой работы может быть оценен 5–7 строками кода на одно поле таблицы БД [16]. Следует отметить, что реальная ЕПС содержит десятки таблиц БД.

Предварительная работа, выполняемая для реализации вроде бы простой функции, становится иногда для программистов в ПП ЕПС непреодолимым препятствием, потому что идеология нового инструментального средства (парадигма программирования) не соответствует его предыдущему опыту [15]. В результате программирование простых функций и их связывание с соответствующей информацией на диске превращается в длительное чтение программной документации по соответствующему вопросу, что увеличивает $Z_{сбп}$ в разы. Исходя из всего этого, трудозатраты на описание поведения объектов управления на одной экранной форме в ПП ЕПС можно смело умножать на пять.

Предположим, решение конкретного вопроса программистом найдено и связующие функции в ЕПС описаны. Тем не менее задача описания ввода данных по-прежнему актуальна и требует решения. Для связи объекта управления (ОБУ) с полем БД на диске следует описать поведение объекта [1]. Для этого необходимо описать около 10 свойств и написать 2–3 метода. “Написать” в данном случае означает создание дополнительной программы, реализующей заданную функциональность, связанную с конкретным свойством (событием или другой характеристикой) объекта. Такая программа может представлять собой процедуру или набор из нескольких процедур (функций, триггеров СУБД и т. п.).

Таким образом, трудозатраты на описание одного ОБУ в ПП ЕПС, исходя из экспертных оценок, можно определить по следующей формуле:

$$Z_{\text{ОБУ ЕПС}} = 10Z_{\text{св}} + 2Z_{\text{мет}}, \quad (4)$$

где $Z_{\text{ОБУ ЕПС}}$ — трудозатраты на реализацию ОБУ на форме;

$Z_{\text{св}}$ — трудозатраты на описание одного свойства;

$Z_{\text{мет}}$ — трудозатраты на описание одного метода.

При этом если свойство может быть описано во временном интервале, который составляет от нескольких десятков до нескольких сотен секунд, то описание методов может потребовать времени до нескольких десятков минут или нескольких часов. Это зависит от степени знания “матчасти” (идеологии программирования на данном инструментальном средстве и методов разработки программ с его помощью) программистом и необходимости ее оперативного переучивания [18]. Разброс по времени и по трудоемкости исполнения ОБУ заставляет говорить о средних величинах этих характеристик в количественных формулах.

Средняя трудоемкость (математическое ожидание трудоемкости) создания ОБУ на конкретной форме в конкретной ЕПС может быть вычислена по формуле

$$Z_{\text{форм.ср}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_{\text{ОБУ ЕПС } i}, \quad (5)$$

где $Z_{\text{форм.ср}}$ — средние трудозатраты на реализацию ОБУ формы;

N — число ОБУ на форме;

$Z_{\text{ОБУ ЕПС } i}$ — трудозатраты на описание одного ОБУ на форме.

Число форм для ввода и вывода информации определяется в соответствии с техническим заданием на ПП ЕПС. Для каждой конкретной ЕПС оно свое. Помимо форм, в состав ЕПС входят и другие компоненты, поэтому общая трудоемкость $Z_{\text{ЕПС}}$ может быть определена по формуле

$$Z_{\text{ЕПС}} = N_{\text{форм}} Z_{\text{форм}} + N_{\text{отч}} Z_{\text{отч}} + N_{\text{расч}} Z_{\text{расч}} + Z_{\text{БД}} + Z_{\text{доп.функ}}, \quad (6)$$

где $N_{\text{форм}}$, $N_{\text{отч}}$, $N_{\text{расч}}$ — число соответственно форм, отчетов и расчетов;

$Z_{\text{форм}}$, $Z_{\text{отч}}$, $Z_{\text{расч}}$ — трудозатраты на реализацию соответственно одной формы, одного отчета, одного расчета;

$Z_{\text{БД}}$ — трудозатраты на реализацию структуры и администрирование БД и ЕПС;

$Z_{\text{доп.функ}}$ — трудозатраты на реализацию остальных компонентов ЕПС, не включающих в себя перечисленные в данной формуле объекты компонентов.

Формулы для расчета трудоемкостей для отчетов $Z_{\text{отч}}$ аналогичны формулам (5) и (4). Трудозатраты по каждой из них определяются как суммы трудозатрат отдельных составных частей по каждому из входящих в них элементов. Так, трудозатраты на один отчет могут рассчитываться следующим образом:

$$Z_{\text{отч}} = Z_{\text{мод}} + N_{\text{эл}} Z_{\text{эл}}, \quad (7)$$

где $Z_{\text{отч}}$ — трудозатраты на реализацию одного отчета в ЕПС;

$Z_{\text{мод}}$ — трудозатраты на создание электронного бланка отчета;

$N_{\text{эл}}$ — число элементов вывода (ЭВ) в данном отчете;

$Z_{\text{эл}}$ — трудозатраты на описание одного элемента вывода.

Под элементом вывода в отчете подразумевается одно поле для вывода информации (например, в одной строке и в одной графе для отчета табличной формы). ЭВ может содержать информацию из одного поля БД, обработанную каким-либо образом; сумму полей; данные одной из переменных, вводимых непосредственно при выводе отчета; данные связанного с этим полем расчета, определяемого в паспорте ИЕХ. Как и для элемента управления, для элемента вывода могут быть рассчитаны трудозатраты на его создание. Они также определяются на основании экспертных оценок:

$$Z_{\text{эл}} = N_{\text{св}} Z_{\text{св}} + N_{\text{мет}} Z_{\text{мет}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{эл}}$ — трудозатраты на описание одного ЭВ;

$N_{\text{св}}$ — среднее число изменяемых свойств ЭВ в данном отчете;

$Z_{\text{св}}$ — средние трудозатраты на описание одного свойства ЭВ;

$N_{\text{мет}}$ — среднее число создаваемых методов ЭВ в данном отчете;

$Z_{\text{мет}}$ — средние трудозатраты на создание одного метода ЭВ.

Трудозатраты на реализацию структуры и администрирование БД и ЕПС $Z_{\text{БД}}$ могут быть вычислены по формуле

$$Z_{\text{БД}} = Z_{\text{дисп}} + Z_{\text{реал}}, \quad (9)$$

где $Z_{\text{дисп}}$ — трудозатраты на описание всех данных в ПП ЕПС;

$Z_{\text{реал}}$ — средние трудозатраты на реализацию этих данных в СУБД.

Формула для расчета трудоемкостей для $Z_{\text{расч}}$ может быть записана следующим образом:

$$Z_{\text{расч}} = N_{\text{эл}} Z_{\text{эл}}, \quad (10)$$

где $Z_{\text{расч}}$ — трудозатраты на реализацию одного расчета в ЕПС;

$Z_{\text{эл}}$ — средние трудозатраты на описание одного расчетного элемента;

$N_{\text{эл}}$ — среднее число расчетных элементов в данном расчете.

Итак, рассмотрен в общем виде количественный расчет совокупного фактора влияния персонала

на устойчивость СПО АСПВБ на основе оценок трудозатрат на синтез ПП ЕПС. Данные формулы могут использоваться для расчета калькуляций на ЕПС (отдельные составные части СПО АСПВБ), трудозатрат разработчиков и степени влияния персонала на разрабатываемое СПО в АСПВБ с высокой точностью. Это дает возможность определять сметы на синтезируемое СПО, а также однозначно оценить реальное влияние человека на СПО АСПВБ и, следовательно, повысить его устойчивость.

Анализ результатов

Таким образом, одна из задач проводимых расчетов — установить количественные показатели влияния человека на синтезируемое в АСПВБ СПО. Принимая во внимание, что количество ПП ЕПС в СПО АСПВБ может исчисляться десятками тысяч единиц, а руководители проектов по синтезу СПО должны нести ответственность за сбои, применение данной технологии оценки в организации процесса синтеза СПО поможет им правильно распределить ресурсы. Логично при этом использовать методологию стратегического планирования [9–11]. Ее применение в том виде, в каком она описана в данных источниках, дает возможность ответственным за процесс лицам детально его контролировать. Причем это становится возможным даже при резком возрастании объемов производственных мощностей и обрабатываемой информации, а также ограничений на применяемое оборудование на пожароопасных объектах, что позволит обеспечить достижение необходимого уровня комплексной безопасности в АСПВБ на НПП [19, 20].

Рассчитанные показатели значимостей мероприятий по определению трудозатрат на все ПП ЕПС могут использоваться в качестве основы для анализа готовности к использованию СПО АСПВБ на НПП.

Заключение

Таким образом, целесообразно включить описанную технологию оценки трудозатрат с использованием методов стратегического планирования в составные части АСПВБ: АС предотвращения пожаров и взрывов, АС пожаровзрывозащиты и АС общего назначения [4]. Предложенный метод количественного расчета совокупного фактора влияния персонала на устойчивость специального программного обеспечения позволит обеспечить устойчивую работу АСПВБ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Крючков А. В.* Достоинства и недостатки современных методов синтеза специального программного обеспечения (часть 1) // Технологии техносферной безопасности. — 2015. — Вып. 5(63). — С. 250–258.

2. Крючков А. В. Достоинства и недостатки современных методов синтеза специального программного обеспечения (часть 2) // Технологии техносферной безопасности. — 2015. — Вып. 6(64). — С. 181–188.
3. Крючков А. В. Универсальный перечень семантических элементов интерфейса в специальном программном обеспечении // Технологии техносферной безопасности. — 2016. — Вып. 1(65). — С. 237–241.
4. Абросимов А. А., Топольский Н. Г., Федоров А. В. Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств. — М. : МИПБ МВД России, 1999. — 239 с.
5. Bass L., Clements P., Kazman R. Software architecture in practice. — 3rd ed. — Boston : Addison-Wesley Professional, 2012. — 640 p.
6. Lieberherr K. J. Connections between demeter/adaptive programming and aspect-oriented programming (AOP). URL: www.ccs.neu.edu/home/lieber/connection-to-aop.html (дата обращения: 10.06.2018).
7. Ильин В. Д. Система порождения программ. — М. : Наука, 1989. — 264 с.
8. Lee W., Cheon M., Hyun C.-H., Park M. Development of building fire safety system with automatic security firm monitoring capability // Fire Safety Journal. — 2013. — Vol. 58. — P. 65–73. DOI: 10.1016/j.firesaf.2013.01.003.
9. Гриняев С. Н., Калашиников П. К., Орлов А. И., Самарин И. В., Фомин А. Н., Юнкин А. Г. Научно-методический аппарат антикризисного стратегического планирования. — М. : РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, 2015. — 410 с.
10. Самарин И. В. Стратегическое планирование: модифицированный метод парных сравнений для задач высокой размерности // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И. М. Губкина. — 2016. — № 1/282. — С. 121–134.
11. Самарин И. В. АСУ стратегического планирования на предприятии: уточнение методологических и инструментальных основ схемы планирования // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2017. — № 2. — С. 31–44.
12. Абельсон Х., Сассман Д. Дж. Структура и интерпретация компьютерных программ / Пер. с англ. — М. : Добросвет, 2006. — 608 с.
13. Simos M., Creps D., Klingler C., Lavine L., Allemang D. Software Technology for Adaptable Reliable Systems (STARS). Organization Domain Modeling (ODM) Guidebook. Version 2.0 (STARS-VC-A025/001/00). — Manassas, VA : Lockheed Martin Tactical Defense Systems, 1996. — 509 p.
14. Mayer Richard J. IDEF family of methods for concurrent engineering and business re-engineering applications. — Texas : Knowledge Based Systems Inc., 1992. — 77 p.
15. Leffingwell D., Widrig D. Managing Software Requirements — a unified approach // Object Technology Series / Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. (eds.). — Boston : Addison-Wesley, 2000. — 528 p.
16. Date C. J. SQL and relational theory: how to write accurate SQL code. — 3rd ed. — Sebastopol, CA : O'Reilly Media, Inc., 2015. — 582 p.
17. Ardeleanu S. Relational database programming: a set-oriented approach. — Berkeley, CA : Apress, 2016. — 149 p. DOI: 10.1007/978-1-4842-2080-1.
18. Умрихин Ю. Д. Оптимизация сложных информационных систем. — М. : Минрадиопром СССР, 1983. — 125 с.
19. Beata P. A., Jeffers A. E., Kamat V. R. Real-time fire monitoring and visualization for the post-ignition fire state in a building // Fire Technology. — 2018. — Vol. 54, Issue 4. — P. 995–1027. DOI: 10.1007/s10694-018-0723-1.
20. Novak T., Gerstinger A. Safety- and security-critical services in building automation and control systems // IEEE Transactions on Industrial Electronics. — 2010. — Vol. 57, No. 11. — P. 3614–3621. DOI: 10.1109/tie.2009.2028364.

Материал поступил в редакцию 25 июня 2018 г.

Для цитирования: Бутузов С. Ю., Крючков А. В., Самарин И. В. Метод количественного расчета совокупного фактора влияния персонала на устойчивость специального программного обеспечения автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 7–8. — С. 60–66. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.07-08.60-66.

METHOD OF QUANTITATIVE CALCULATION OF THE TOTAL FACTOR IMPACT OF PERSONNEL STABILITY SPECIAL SOFTWARE OF THE AUTOMATED SYSTEMS OF FIRE AND EXPLOSION

BUTUZOV S. Yu., Doctor of Technical Sciences, Docent, Honoured Worker of Higher School of the Russian Federation, Professor of Information Technologies Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: butuzov_s_yu@mail.ru)

KRYUCHKOV A. V., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of Department of Complex Security of Critical Objects, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (Leninskiy Avenue, 65, Bldg. 1, Moscow, 119991, Russian Federation; e-mail: kruchkov.a@gubkin.ru)

SAMARIN I. V., Candidate of Technical Sciences, Docent, Assistant Professor of Department of Automation of Technological Processes, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (Leninskiy Avenue, 65, Bldg. 1, Moscow, 119991, Russian Federation; e-mail: ivs@gubkin.ru)

ABSTRACT

Introduction. This paper considers the analysis of features of creation and functioning of the special software in the automated systems of fire and explosion safety. There is generalized structure of the automated systems of fire and explosion safety in the introduction: the automated system of prevention of fires and explosions, the automated system of fire and explosion protection, the automated system of general purpose. It is necessary to keep in mind that automated system of fire and explosion protection is a part automated control system of technological process.

Methodology. The features of synthesis of special software for automated fire and explosion safety systems for ensuring stable operation of special software are studied and analyzed. The features of division of complex software products into single software systems are given. Single software systems must perform certain functions of operators of the automated system of fire and explosion safety in automated workplaces in separate rooms or workshops of oil refining production. The impact of developers on individual software systems is very large. There are no common functional tasks for individual software systems, as each of them is responsible for its own small area. It is important that all individual software systems ensure stable operation of the automated fire and explosion safety system as a whole, especially in certain situations. For this purpose, the paper proposes a method of quantitative calculation of the total factor of personnel influence on the stability of a special software for use in automated fire and explosion safety systems in order to ensure their stable operation during the synthesis. Moreover, to estimate the total work scope the example of application implementation using a database management system is considered. This example shows the process of synthesis of single software systems.

Results. Given the large number of automated workplaces in the operation of automated fire and explosion safety systems, the necessity and expediency of using the methodology of strategic planning to ensure effective organization of the synthesis is shown.

Conclusion. The proposed method of quantitative calculation of the total factor of personnel influence on the stability of a special software for use in automated fire and explosion safety systems will ensure their stable operation. This method is recommended for using in the component of the automated systems of fire and explosion safety on oil refining production.

Keywords: automation; fire and explosion safety; special software; synthesis; expert evaluation; oil refining production; planning; stability; programming; labor expenditures; laboriousness.

REFERENCES

1. Kruchkov A. V. Advantages and disadvantages of modern synthesis methods of special software (part 1). *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2015, issue 5(63), pp. 250–258 (in Russian).

2. Kryuchkov A. V. Advantages and disadvantages of modern synthesis methods of special software (part 2). *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2015, issue 6(64), pp. 181–188 (in Russian).
3. Kryuchkov A. V. Universal set of interface semantic unit in the special software. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2016, issue 1(65), pp. 237–241 (in Russian).
4. Abrosimov A. A., Topolskiy N. G., Fedorov A. V. *Avtomatizirovannyye systemy pozharovzryvbezopasnosti neftepererabatyvayushchikh proizvodstv* [Computer-aided fire and explosion safety systems of petroleum refineries]. Moscow, State Fire Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia Publ., 1999. 239 p. (in Russian).
5. Bass L., Clements P., Kazman R. *Software architecture in practice*. 3rd ed. Boston, Addison-Wesley Professional, 2012. 640 p.
6. Lieberherr K. J. *Connections between demeter/adaptive programming and aspect-oriented programming (AOP)*. Available at: www.ccs.neu.edu/home/lieber/connection-to-aop.html (Accessed 10 June 2018).
7. Ilin V. D. *Sistema porozhdeniya programm* [The system of program generating]. Moscow, Nauka Publ., 1989. 264 p. (in Russian).
8. Lee W., Cheon M., Hyun C.-H., Park M. Development of building fire safety system with automatic security firm monitoring capability. *Fire Safety Journal*, 2013, vol. 58, pp. 65–73. DOI: 10.1016/j.fire-saf.2013.01.003.
9. Grinyaev S. N., Kalashnikov P. K., Orlov A. I., Samarin I. V., Fomin A. N., Yunkin A. G. *Nauchno-metodicheskiy apparat antikrizisnogo strategicheskogo planirovaniya* [Scientific and methodical apparatus of anti-crisis strategic planning]. Moscow, Gubkin Russian State University of Oil and Gas Publ., 2015. 410 p. (in Russian).
10. Samarin I. V. Strategic planning: modified method of pair comparisons for problems of high dimension. *Trudy Rossiyskogo gosudarstvennogo universiteta nefti i gaza imeni I. M. Gubkina / Proceedings of Gubkin Russian State University of Oil and Gas*, 2016, no. 1/282, pp. 121–134 (in Russian).
11. Samarin I. V. ACS strategic planning at the enterprise: refinement of methodological and instrumental basics of planning schemes. *Sovremennaya nauka: aktualnyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki / Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Science*, 2017, no. 2, pp. 31–44 (in Russian).
12. Abelson H., Sussman G. J. *Structure and interpretation of computer programs*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1996. 634 p. (Russ. ed.: Abelson H., Sussman G. J. *Struktura i interpretatsiya kompyuternikh programm*. Moscow, Dobrosvet Publ., 2006. 608 p.).
13. Simos M., Creps D., Klingler C., Lavine L., Allemang D. *Software Technology for Adaptable Reliable Systems (STARS). Organization Domain Modeling (ODM) Guidebook. Version 2.0 (STARS-VC-A025/001/00)*. Manassas, VA, Lockheed Martin Tactical Defense Systems, 1996. 509 p.
14. Mayer Richard J. *IDEF family of methods for concurrent engineering and business re-engineering applications*. Texas, Knowledge Based Systems Inc., 1992. 77 p.
15. Leffingwell D., Widrig D. Managing Software Requirements — a unified approach. In: Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. (eds.). *Object Technology Series*. Boston, Addison-Wesley, 2000. 528 p.
16. Date C. J. *SQL and relational theory: how to write accurate SQL code*. 3rd ed. Sebastopol, CA, O'Reilly Media, Inc., 2015. 582 p.
17. Ardeleanu S. *Relational database programming: a set-oriented approach*. Berkeley, CA, Apress, 2016. 149 p. DOI: 10.1007/978-1-4842-2080-1.
18. Umrikhin Yu. D. *Optimizatsiya slozhnykh informatsionnykh system* [Optimization of complex information systems]. Moscow, USSR Ministry of Radio Industry Publ., 1983. 125 p. (in Russian).
19. Beata P. A., Jeffers A. E., Kamat V. R. Real-time fire monitoring and visualization for the post-ignition fire state in a building. *Fire Technology*, 2018, vol. 54, issue 4, pp. 995–1027. DOI: 10.1007/s10694-018-0723-1.
20. Novak T., Gerstinger A. Safety- and security-critical services in building automation and control systems. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2010, vol. 57, no. 11, pp. 3614–3621. DOI: 10.1109/tie.2009.2028364.

For citation: Butuzov S. Yu., Kryuchkov A. V., Samarin I. V. Method of quantitative calculation of the total factor impact of personnel stability special software of the automated systems of fire and explosion. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 7–8, pp. 60–66 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.07-08.60-66.