

УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ПОЖАРОВЗРЫВБЕЗОПАСНОСТИ

THE STABILITY OF THE SOFTWARE IN THE AUTOMATED SYSTEM OF FIRE AND EXPLOSION

**S. Butuzov
A. Kryuchkov
I. Samarin**

Summary. The analysis of aspects of creation of the special software for use in the automated system of fire and explosion safety is carried out.

A new approach to improve the stability of the functioning of all elements of the automated system of fire and explosion safety in the implementation of synthesis tasks in a special software is proposed.

The possibility and expediency of application of methodology of strategic planning for effective increase of stability of functioning of the special software at carrying out process of synthesis of single program systems is shown. The main advantage of this approach is to increase the stability of the developed special software in the automated system of fire and explosion safety by significantly reducing the impact of the human factor on it.

The variants of reducing the risk of obtaining unstable working special software during its modification during migration to new technological platforms are presented.

Keywords: automated control system for technological processes, automated system of fire and explosion, software, synthesis software, the automated workplaces, the methodology of strategic planning.

Бутузов Станислав Юрьевич

*Д.т.н., доцент, заслуженный работник высшей школы
РФ, Академия ГПС МЧС России
butuzov_s_yu@mail.ru*

Крючков Алексей Вячеславович

*К.т.н., доцент,
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина
kruchkov.a@gubkin.ru*

Самарин Илья Вадимович

*К.т.н., доцент,
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина
ivs@gubkin.ru*

Аннотация. Проведен анализ аспектов создания специального программного обеспечения для использования в автоматизированной системе пожаровзрывобезопасности.

Предложен новый подход повышения устойчивости функционирования всех элементов автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности при реализации задач синтеза в специальном программном обеспечении.

Показана возможность и целесообразность применения методологии стратегического планирования для эффективного повышения устойчивости функционирования специального программного обеспечения при проведении процесса синтеза единичных программных систем. Главным достоинством применения данного подхода является повышение устойчивости разработанного специального программного обеспечения в автоматизированной системе пожаровзрывобезопасности за счёт значительного снижения влияния на него человеческого фактора.

Представлены варианты снижения риска получения неустойчиво работающего специального программного обеспечения при его модификации при миграции на новые технологические платформы.

Ключевые слова: автоматизированная система управления технологическими процессами, автоматизированная система пожаровзрывобезопасности, программное обеспечение, синтез специального программного обеспечения, автоматизированные рабочие места, методология стратегического планирования.

Специальное программное обеспечение (СПО) является подсистемой и входит в состав программных средств (ПО) автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП) нефтеперерабатывающих производств (НПП). Использование различных языков программирования (ЯП) и систем программирования (СП) определяет особенности синтеза СПО с применением разнообразных информационных технологий (ИТ). Как правило, СПО для АСУТП включает в себя СПО для персонифицированных операторских рабочих мест. Назовём СПО, созданное для

одного из таких рабочих мест, единичной программной системой (ЕПС).

Основной проблемой при эксплуатации СПО в АСУТП является его устойчивость. Особенно это актуально для подсистемы АСУТП на НПП, называемой автоматизированной системой пожаровзрывобезопасности (АСПВБ) [1]. Обычно неустойчивая работа СПО может привести к перебоям в работе органов МЧС, или, что страшнее, срыву оповещения в ходе возникновения ЧС. Для того, чтобы не допустить неустойчивой работы СПО в АСПВБ,

его тщательно тестируют. Однако, несмотря на то, что используемые методы применения подходов, как к тестированию, так и к разработке широко известны, неустойчивость работы СПО АСПВБ может обуславливаться самим фактом наличия данных подходов.

Так использование традиционных подходов к разработке СПО не предусматривает наличия жёстких правил к структурам данных всех без исключения ЕПС, применяемых в АСПВБ. Выбор и их реализация в программном коде в соответствии с техническими заданиями (ТЗ) определяются исключительно знаниями конкретных программистов, работающих в организации-исполнители соответствующих работ. Зачастую возникают ситуации, когда при проведении тестирования того или иного участка в ЕПС, программист, который разработал структуры данных уже в данной организации не работает, а пришедший ему на смену специалист меняет не только структуру данных для этого ЕПС, но и средство, на котором она реализовано. Это вездесущий человеческий фактор.

В отдельных случаях, улучшения и миграция на новые средства разработки (СП и ЯП) уже сданных в эксплуатацию и оттестированных ЕПС приводят к нарушению работы целых участков и подсистем в АСПВБ. Подобные «мелочи» — главный источник неустойчивой работы СПО в АСПВБ. Для его преодоления необходимо снижать влияние человеческого фактора при синтезе СПО.

Обратимся к общеизвестной мировой практике, в соответствии с которой синтез любого СПО представляет собой сложный, ресурсоемкий и наукоемкий процесс, характеризующийся многообразием организационных форм, применением инновационных технологий и высокой сложностью. Обычно его принято называть проектом по созданию СПО или программным проектом.

Анализ накопленного мирового опыта по реализации проектов по созданию программной продукции показывает, что они осуществляются в очень разных и неопределённых условиях. Такую неопределённость формируют множество факторов (технические, юридические, экономические и прочие) и ограничений (ресурсные, временные и др.). В связи с этим большинство программных проектов не достигает поставленных целей. Так по данным анализа одной из известных американских исследовательских групп Standish Group International из более 30 тысяч программных проектов, выполненных в США в период с 1994 по 2000 г., доля успешных проектов в среднем составляет одну четверть от их общего числа [4]. Таким образом, программные проекты выполняются в условиях высоких рисков, что значительно осложняет проблему повышения устойчивости в работе СПО АСПВБ.

Следовательно, для повышения устойчивости в работе СПО АСПВБ необходимо в том числе, а возможно и в первую очередь менять подходы к его синтезу. Для этого, в частности, необходимо подробно рассмотреть основные этапы разработки ЕПС с точки зрения программирования. Первым этапом в разработке всегда был этап формулирования требований. Формализация подхода к их формированию была первым логичным шагом к повышению устойчивости создаваемого на различных участках СПО АСПВБ.

Далее обычно следовал этап формирования структур данных. На этом этапе разработчикам предлагалось обширное число методов, обобщение применения которых никогда не выполнялось. Формирование структур данных по одинаковым правилам существенно бы повысило устойчивость создаваемого для АСПВБ СПО.

Затем на этапе реализации заданной логики работы ЕПС в СПО методы разработки также не подвергались критическому анализу. Применение различных инструментальных средств разработки и методик их применения выполнялось всегда случайным образом, даже для исполнителей, заявляющих о внедрённых системах качества или внутренних корпоративных стандартах разработки. Наличие даже нескольких программистов со своим мнением о реализации внутри такой корпорации увеличивает риск создания неустойчиво работающего СПО пропорционально их количеству.

Поэтому для повышения устойчивости в работе СПО АСПВБ следует бегло, но внимательно рассмотреть те аспекты процесса, которые уже в ходе синтеза СПО могут повысить его устойчивость. При этом следует особенно внимательно остановиться на подходах к разработке СПО, которые не только повышают его устойчивость, но и снижают издержки при его модернизации. Рассмотрим более детально как это можно сделать.

Одним из направлений сокращения рисков при создании СПО, а следовательно, и повышения его устойчивости при дальнейшей эксплуатации, является реструктуризация. Данный способ может заключаться в разделении крупных проектов по созданию СПО на несколько небольших максимально независимых проектов. Разделение проектов по созданию СПО возможно на основе математической модели ЕПС. Математически модель ЕПС может быть представлена в виде трех основных составляющих: модели информационной схемы ЕПС, связанной с набором ряда предметных областей, модели базовых элементов интерфейса и модели компонент, реализующих ЕПС. Каждая из составных частей модели имеет свои требования, которые могут быть описаны в ТЗ.

Начнём с иерархических требований к СПО, как к системе ЕПС, образующих СПО АСПВБ. Они дадут нам первую модель, которая реализуется на основе теории графов, теории отношений и теории моделей данных. Она связана с построением дерева информационной схемы приложения (ДИСП) для выделенного базового класса задач автоматизации (БКЗА). На основе ее формируется паспорт информационной единицы хранения (ИЕХ), позволяющий в унифицированной форме документировать информацию о предметных областях различных направлений. Основой модели служит то обстоятельство, что группы ЕПС могут благодаря сходству функциональных характеристик и свойств образовывать некоторые большие классы задач. В рамках конкретной реализации каждого из них на требованиях определённой предметной области для создания конкретного автоматизированного рабочего места (АРМ) в АСПВБ, возникает та или иная ЕПС. Кроме собственно требований предметной области параметрами такого класса задач должны выступать набор функциональных характеристик реализующего ЕПС программиста и набор характеристик и методов СП или ЯП, с помощью которых данная реализация материализовывается.

Вторая модель строится на основе теории множеств и задает статистически обоснованный экспертными оценками перечень базовых элементов интерфейса.

Третья модель на основе теории анализа и синтеза образцов задает необходимые компоненты, которые будут созданы независимо от инструментального средства, и из которых будет разрабатываться любая создаваемая или модернизируемая ЕПС. Результаты применения этих трех моделей составляют основу профиля стандарта ЕПС для АСПВБ РСЧС, позволяющего создавать устойчиво работающее и предсказуемо изменяемое при необходимости СПО.

Хотя методы проектирования, разработки и эксплуатации после внедрения СПО разрабатывались в течение многих лет, направление, связанное с системным анализом его возможной унификации исследованы недостаточно полно. В связи с этим возникает необходимость разработки и внедрения соответствующих методов проектирования СПО, основанных на подходах, позволяющих унифицировать его на основе соответствующих математических построений.

С точки зрения программной инженерии на этапе проектирования СПО должна сформироваться математическая модель предметной области в виде графа верхнего уровня, вершинами которого являются функциональные подсистемы АСПВБ РСЧС с их задачами. Затем при продолжении уточняющих построений в графе второго уровня вершинами будут являться задачи пользователей в подсистемах АСПВБ. Такие графы принято называть ха-

рактеристической моделью, а его вершины — функциональными характеристиками [2]. Для АСПВБ такой граф может содержать свыше 10 тысяч вершин, многие из которых будут сходны между собой по целям или возможной реализации. Построение графа для отдельной ЕПС — достаточно сложная задача, а для всей совокупности АРМ — гораздо более сложная, если вообще выполнимая.

Однако, несмотря на трудности, связанные с этим, возможно провести анализ того, какие ЕПС точно будут входить в архитектуру АСПВБ НПП, каковы будут их функциональные характеристики и, соответственно, функциональные элементы, их реализующие. Функциональными элементами (ФЭ) ЕПС будем считать части программного обеспечения, реализующего математические модели, связанные с одной функциональной характеристикой (задачей пользователя в АРМ). Такой характеристикой может быть копирование файла, диалог, выполняющий навигацию его местоположения на диске и (или) в сети, анализ данных, вводимых в одно из полей базы данных.

Как показывает опыт разработки крупных аналогов АСПВБ, модели данных, разрабатываемые в рамках различных предметных областей, имеют много сходных функциональных характеристик. Иногда их количество может превышать 40% (и достигать 80%) от общего числа характеристик данной группы АРМ. Следовательно, можно говорить об определенном классе задач автоматизации, информационные модели приложений которых частично или полностью совпадают. Поэтому для большинства групп АРМ АСПВБ, создаваемых различными разработчиками, возможно повторное использование кода. Это очень важное обстоятельство для повышения устойчивости СПО, так как повторно используемый код будет многократно оттестирован на разных исходных данных, что значительно снизит риск его непреднамеренного отказа.

Помимо этого, при введении понятия профиля данных АРМ для АСПВБ, возникает профиль разветвленной конфигурации ЕПС для его использования в различных конкретных условиях. Это возможно при данном подходе для БКЗА. В этом случае на описательном уровне для ТЗ необходимо создать математическую модель и связать ее с данными приложения с помощью обобщенной информационной модели. Так появляется возможность зафиксировать паттерн (образец применения) воплощения для типового пользователя. К типовому (среднему) пользователю [3] обычно относят человека, которому не нужна большая иерархическая система помощи при взаимодействии с СПО, но, при этом такой пользователь не обладает необходимой квалификацией для работы без каких-либо подсказок.

Как уже отмечалось, такая информационная модель СПО может быть описана с применением последова-

тельности информационных единиц хранения (ИЕХ). Из ИЕХ комбинируют дерево информационной схемы приложения (ДИСП). ИЕХ имеет древовидную структуру. Как правило, ИЕХ имеет несколько отличных от друг друга уровней, которые явно выделяются.

Выделяют групповой уровень, который не позволяет легко произвести формализацию из-за разных предметных областей с изначально различной структурой.

Также выделяют уровень единичной группы (идентификационный уровень). На данном уровне определяется порядок поиска пользователем ИЕХ в соответствующей группе. Наличие одного или нескольких поисковых идентификаторов позволяют обеспечить доступ к элементам дерева ИЕХ (названия компаний, фамилии, имена, отчества персонала, другие персональные данные и единицы хранения).

На последующих уровнях определяются структура дерева ИЕХ, формат физического хранения данных, связанные с ИЕХ кодификаторы и классификаторы.

Выделение ДИСП позволяет также смоделировать набор семантических элементов, включаемых в состав интерфейсной части СПО.

Реализуемый и описанный в статье подход к формированию структур данных ЕПС существенно снизит факты отказа ЕПС в случаях некорректного использования его функций, в случаях повторного синтеза или модернизации. Данный вывод основан на факте того, что структура данных не зависит в данном случае не от конкретного средства её реализации, ни от знаний программиста, её реализующего.

Помимо этого важным аспектом повышения устойчивости работы СПО в АСПВБ на НПП является снижение разнообразия интуитивно понятных интерфейсов реализуемых ЕПС. Базовый набор семантических элементов интерфейса, связанный с ДИСП, сделает эксплуатацию различных ЕПС в АСПВБ НПП более предсказуемой и снизит риск невынужденной ошибки. Сотрудники, выполняющие конкретные задачи на различных ЕПС, созданных по различным ТЗ и различными организациями, использующими данный подход, будут испытывать существенно меньший дискомфорт в работе. Так как одинаково работающие функции ЕПС для решения сходных задач будут иметь одинаковые способы отображения.

Для повышения устойчивости в синтезе СПО при выполнении работ программистами необходимо сформулировать одинаковые для любой ЕПС требования к программному коду. Имея паттерн требований к данным и паттерн требований к интерфейсу можно сформули-

ровать достаточно очевидные требования к реализации программного кода, сгруппировав их в определённые компоненты. Они могут разрабатываться и тестироваться независимо от конкретного применения и поставляться в готовом виде вместе с ЯП и СП. Таким образом, мы получим ещё один аспект повышения устойчивости СПО в АСПВБ, связанный с максимальным исключением влияния человеческого фактора на его разработку.

В заключении следует отметить, что синтез СПО по жёстким одинаковым правилам различными программистами и организациями, не возможный ранее, в настоящее время не просто возможен. Его реализацию обеспечит профиль требований к ЕПС в АСПВБ, описанный в статье. Он состоит из трёх составных частей: профиля данных АРМ для АСПВБ, профиля интерфейса АРМ для АСПВБ и профиля составных частей (компонент) ЕПС в СПО АСПВБ. Благодаря ему реализация СПО сводится к двум достаточно простым процедурам: созданию прототипа ЕПС на заданном инструментальном средстве и настройке созданного прототипа на конкретную предметную область.

Описанные действия необходимо до начала выполнения тщательно планировать. Для этого, учитывая масштаб поставленных задач, предлагается использовать подход, описанный в [5, 6, 7, 8]. В этом смысле методология стратегического планирования и применение метода динамического стратегического планирования в виде решения задачи математического программирования даёт возможность получить необходимые планы мероприятий и делает выполнение описанных действий более предсказуемым и менее зависящим от рисков организационного плана, которые всегда возникают при организации подобных работ.

Таким образом, результатом применения данных технологий является не только снижение времени на создание ЕПС за счет предварительной реализации его прототипа, унификации функций по настройке конфигураций и возможности формализации и в последующем автоматизации данного процесса. Наличие отдельных компонент внутри прототипа СПО позволяет гибко его настраивать и вести его постепенную доработку в соответствии со вновь появляющимися дополнительными требованиями к СПО и новыми возможностями инструментальных средств. Главным достоинством применения данной группы методов является повышение устойчивости разработанного СПО в АСПВБ за счёт значительного снижения полей влияния на него человеческого фактора.

Кроме того, применение методологии стратегического планирования для повышения устойчивости самого процесса создания СПО в АСПВБ на НПП позволяет значительно снизить риск получения неустойчиво работающего СПО при его модификации при миграции на новые ИТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимов А. А., Топольский Н. Г., Федоров А. В. Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств. — М.: МИПБ МВД России, 1999.
2. Чарнецки К., Айзенкер У., Порождающее программирование. Методы, инструменты, применение, Пер. с англ. — СПб.: Питер, 2005.
3. Константайн Л., Локвуд Л., Разработка программного обеспечения, пер. с англ. — СПб.: Питер, 2004.
4. The Standish Group International, Extreme Chaos, The Standish Group International, Inc., 2000.
5. Гриняев С. Н., Калашников 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) имени И. М. Губкина, 2015. — 410 с.
6. Самарин И. В. Стратегическое планирование: модифицированный метод парных сравнений для задач высокой размерности // Сборник «Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И. М. Губкина». — 2016. — № 1/2822016. — с. 121–134
7. 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. — № 22017 (февраль). — с. 31–44
8. Самарин И. В. О целесообразности иерархии в системе стратегического планирования и управления крупным предприятием. // «Инновации и инвестиции». — 2014. — № 8. — с. 109–114
9. Крючков А. В. Достоинства и недостатки современных методов синтеза специального программного обеспечения (часть 1) // Технологии техносферной безопасности. — 2015. — Вып. 5 (63). — с. 250–258

© Бутузов Станислав Юрьевич (butuzov_s_yu@mail.ru),

Крючков Алексей Вячеславович (kruchkov.a@gubkin.ru), Самарин Илья Вадимович (ivs@gubkin.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

