

## **Отзыв официального оппонента на диссертацию**

Саламатина Кирилла Марковича  
"Методы построения программных систем  
для автоматизации экспериментов в области спектрометрии нейтронов  
с использованием сетевых технологий",  
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 05.13.11 – математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

### **Актуальность темы**

Предметом исследования диссертационной работы являются методы разработки программных систем автоматизации экспериментов (САЭ) в области физики низких энергий. Данная тема соответствует списку приоритетных направлений развития науки и техники в стране. Кроме того, в настоящее время наблюдается несоответствие между быстрыми темпами развития средств вычислительной техники, средств программирования и практически не изменяющимися сроками разработки (особенно – модификации) программных систем автоматизации экспериментов. Такое несоответствие отчасти объясняется отсутствием стандартов в вопросах разработки программного обеспечения (ПО) САЭ, ростом требований к этим системам, необходимостью участия экспериментаторов в процессе разработки ПО таких систем и др.

Автор делает акцент на отсутствии общепринятых стандартов, обеспечивающих возможность использовать разработанные компоненты ПО САЭ в разных экспериментах и системах без изменения, что приводит к необходимости выполнять дополнительное программирование при объединении компонентов в систему. В работе предлагается одно из возможных решений проблемы унификации компонентов ПО САЭ. На основании проведенных автором исследований прогнозируется существенное сокращение сроков разработки ПО САЭ, а также повышение его надежности благодаря многократному использованию компонентов ПО без изменения в разных экспериментах и системах. Выбранное направление работы актуально.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Тема диссертации потребовала от диссертанта, с одной стороны, анализа существующих способов разработки распределенных приложений, имеющих более-менее универсальный характер, а с другой стороны, рассмотрения проблем, обусловленных использованием ПО САЭ в специфической области приложения – нейтронной спектрометрии, для которой характерны систематические изменения методики эксперимента на одной и той же установке.

1. Автором изучены и анализируются известные способы разработки распределенного ПО САЭ. Список использованной литературы содержит 82 наименования. Показано, что использование технологии CORBA, Ice и некоторых других при создании ПО САЭ требуют избыточно сложного программирования на этапе разработки системы, при изменении метода исследования, или при интеграции компонентов в систему. К подобному выводу недавно пришли разработчики технологии Open Inspire и разработали методику (inversed injection), упрощающую настройку удаленного вызова процедур благодаря составлению карты связей компонентов и передаче инициативы в настройке взаимодействия вызываемым компонентам. Автор считает целесообразным устранить и эту фазу настройки удаленного вызова, так как карта связей компонентов вводит статическую связанность компонентов и требует определенной квалификации при ее составлении. Дополнительную информацию для устранения диалога между компонентами для настройки удаленного вызова процедур автор получил в результате исследования особенностей работы ПО в САЭ.

Соискатель выполнил анализ и классификацию функционального состава и способа взаимодействия компонентов в ПО различных САЭ. В результате этого сделаны и обоснованы нетривиальные выводы, на основании которых для ПО САЭ:

- разработана структура, в которой разделены процессы выполнения основных операций (регистрация и сохранение экспериментальных данных) и вспомогательных (визуализация, предварительная обработка и др.), и введены два разных способа управления последовательностью операций в этих процессах;
- существенно упрощены алгоритмы межкомпонентного взаимодействия;
- устранена статическая связанность компонентов.

2. Автор считает, что необходимость изменения компонентов ПО САЭ при изменении методики исследования приводит к существенному удлинению сроков их разработки или модификации.

В диссертации исследованы способы представления методики эксперимента и справедливо отмечены два традиционно используемых способа:

- реализация набора методик эксперимента процедурами на алгоритмическом языке, которые при необходимости вызываются программой управления экспериментом;
- включение в ПО САЭ интерпретатора, на языке которого нужная методика описывается списком вызовов процедур с параметрами, выполняющих нужные в соответствии с методикой эксперимента действия.

В случае, когда новая методика не предусмотрена запрограммированными процедурами, приходится перекомпилировать ПО САЭ. Второй способ является более

гибким, однако также вносит жесткую связанность компонентов, поскольку требует явно указать способ доступа к исполняющим процедурам (например, их сетевой адрес). Смысл обоих традиционных способов один: методика эксперимента определяется в программе управления работой САЭ.

Автором предложена концепция программной системы, код которой инвариантен относительно изменения методики выполнения исследования, включая и тот случай, когда новая методика требует изменить состав экспериментального оборудования. В связи с этим соискатель предложил:

- разделить средства представления методики эксперимента и программу управления последовательностью основных операций в эксперименте;
- представлять методику списком условий регистрации данных вместо традиционно используемого списка вызовов процедур.

Такое решение позволило унифицировать средства описания методики и программу управления выполнением основных функций ПО САЭ.

Разработанный соискателем метод управления выполнением основных функций ПО САЭ в соответствии с заданной методикой выполнения эксперимента согласован со способом построения унифицированной подсистемы описания методики эксперимента и средств обеспечения взаимодействия компонентов. Подсистема позволяет выполнить описание методики эксперимента, используя для этого только описания условий регистрации данных списком названий изменяемых параметров и нужных значений в терминах, знакомых пользователю, вместо списка названий вызываемых процедур. Средства обслуживания межкомпонентного взаимодействия обеспечивают автоматическое объединение компонентов, выполняющих основные задачи эксперимента, в распределенное ПО САЭ, освобождая пользователя от работы по конфигурированию локальной сети. Программа управления выполнением основных функций ПО САЭ и средства обеспечения межкомпонентного взаимодействия инвариантны относительно изменений методики эксперимента.

Для проверки реализуемости предложенной концепции соискателем выполнена разработка ПО нескольких САЭ и проведено их исследование в конкретных экспериментах на исследовательской ядерной установке ИБР-2 и ускорителе ИРЕН, а также даны численные оценки на основании алгоритмической модели эффективности работы программной системы. Результаты опытной эксплуатации подтвердили прогнозируемые характеристики программных САЭ. Разработка нового компонента занимает от недели до месяца в зависимости от требуемой функциональности. При наличии в библиотеке готовых программных компонентов интеграция их в систему, ее

модификация и проверка требуют всего лишь нескольких часов, и такая работа может быть выполнена пользователями, не владеющими приёмами программирования. Служебные программы обладают дружественным интерфейсом, их освоение облегчается благодаря универсальности – в различных экспериментах используются одни и те же программы подготовки задания на эксперимент и управления его выполнением, а средства обеспечения межкомпонентного взаимодействия полностью скрыты от пользователя.

### **Оценка новизны и достоверности**

На основании приведенного в диссертации анализа программных компонентов, используемых в различных САЭ, автором выполнена их классификация по составу и способу взаимодействия, и сделаны выводы, существенно упрощающие алгоритмы межкомпонентного взаимодействия. На этих выводах базируются полученные соискателем научные результаты:

1. Новая структура ПО САЭ, включающая разные дисциплины выполнения основных и вспомогательных операций.
2. Метод автоматической компоновки распределенного ПО САЭ в условиях изменения задания при переходе от одного эксперимента к другому. Метод основан на использовании сетевого протокола поиска компонентов и адресации на основе идентификаторов, вместо традиционного использования конфигурационных файлов с сетевыми адресами компонентов.
3. Метод динамического связывания компонентов в распределенном сетевом ПО САЭ и унифицированные средства обслуживания межкомпонентного взаимодействия, предоставляющие свободу в развитии состава основных и вспомогательных операций ПО САЭ без изменения других компонентов.
4. Метод управления составом основных операций в эксперименте программой в соответствии с описанием методики получения экспериментальных данных с помощью списка условий их регистрации вместо традиционно используемого списка вызовов процедур, что позволил унифицировать программу управления экспериментом и средства межкомпонентного взаимодействия.

Полученные результаты имеют большое научно-методическое значение: они демонстрируют, как можно добиться повышения эффективности разработки с помощью учёта особенностей прикладной области. Автором одновременно проанализированы как достоинства и недостатки существующих универсальных решений, так и специфика разработки программных систем автоматизации экспериментов в области физики низких энергий. Успех достигнут благодаря точно выверенному сочетанию универсальности и

специфичности, что позволило автору предложить целый ряд оригинальных решений, оставаясь в то же время в русле общих тенденций развития технологий построения распределённых систем.

Помимо научно-методического значения разработанных методов, реализованная возможность сопровождения ПО САЭ силами пользователей имеет большое практическое значение. Предложенное решение обеспечивает сокращение сроков разработки и модификации ПО САЭ и способствует повышению надежности работы систем и эффективности работы исследователей. Это наглядно демонстрируется приводимыми автором числовыми оценками и графиками.

Результаты диссертации, помимо автоматизации экспериментов в области спектрометрии нейтронов, могут использоваться при решении широкого круга задач, например, при решении исследовательских задач в биологии, организации управления небольшими технологическими процессами и др.

Основные результаты диссертации опубликованы в 11 печатных работах (4 – в рецензируемых научных журналах), они неоднократно докладывались на различных конференциях и научных семинарах в ряде организаций.

Основные положения, выводы и рекомендации выдержали проверку в эксплуатации. Разработанные при участии автора программные системы позволили получить важные научные результаты в экспериментах на источниках нейтронов ИБР-2 и ИРЕН.

### **Замечания по диссертационной работе в целом**

1. Имеется несоответствие указанного числа страниц текста диссертации и числа приложений во введении, в автореферате и в тексте диссертации.
2. Хотя в целом работа написана хорошо и грамотно, всё же нередко встречаются досадные опечатки, пропуски букв, несогласование членов предложения и т.п.
3. Последнее замечание касается существа работы. Автор справедливо указывает, что полученные им результаты могут быть использованы и в других областях, и даже указывает некоторые из таких областей, но не очерчивает полностью сферу применения своих результатов. В то же время в первых двух главах диссертации, да и далее по тексту, приведены основные условия и ограничения предметной области, определяющие предлагаемые решения. Совокупность этих условий и ограничений, по идее, как раз и могла бы достаточно точно определять всю сферу возможного приложения результатов диссертационной работы, помимо автоматизации экспериментов в области спектрометрии нейтронов. Однако автор

не сделал этого последнего шага, то есть не подытожил хотя бы в заключении этот свой анализ и не сформулировал общее определение сферы возможного приложения работы. Конечно, это замечание можно рассматривать не столько как недостаток работы, сколько как пожелание на будущее.

Отмеченные недостатки не влияют на положительную оценку главных научных и практических результатов диссертации.

### **Заключение**

Диссертация К.М. Саламатина является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне, и вносит существенный вклад в теорию и практику технологических аспектов программирования, изготовления и эксплуатации программных комплексов. Текст диссертации соответствует паспорту специальности. Работа актуальна и имеет практическую значимость.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы, целесообразно использовать их в исследовательских центрах при разработке программных систем автоматизации научных исследований. Работа написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 “Положения о порядке присуждения ученых степеней”, а ее автор Кирилл Маркович Саламатин заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Официальный оппонент

д.ф.-м. н., в.н.с.

И.Б. Бурдонов

Подпись И.Б. Бурдонова заверяю:

Ученый секретарь

А.И. Аветисян

“ 9 ” апреля 2015 г.