

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Пиманова Ильи Юрьевича

«Алгоритмическое и программное обеспечение автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

Актуальность темы диссертации

Моделирование природных и природно-технических объектов (ППТО) и прогнозирование их состояния является актуальной, сложной и многоаспектной задачей из-за специфики наблюдаемых объектов (их неоднородности, значительной площади и пр.), а также в связи с требованиями, предъявляемыми к оперативности и достоверности данных, необходимых для моделирования ППТО в обычных условиях и при ЧС. Это обуславливает необходимость применения современных научно-методических подходов и достижений в сфере информационных технологий для программной реализации систем моделирования. Однако, как показал выполненный в работе анализ существующих отечественных и зарубежных разработок в области моделирования и оперативного прогнозирования ППТО, возможности систем моделирования в настоящее время существенно ограничены как в части базовых принципов построения систем, так и в части их программной реализации.

В связи с этим, диссертационная работа Пиманова И.Ю., посвященная разработке алгоритмического и программного обеспечения автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов, является актуальной.

Научная новизна и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Полученные в диссертации научные результаты и их новизна состоят в следующем:

1. Предложен способ алгоритмизации взаимодействия программных средств, основанный на новой интерпретации применения нотации BPMN для описания информационных процессов распределенной системы комплексного моделирования (РСКМ) и позволяющий автоматизировать решение тематических задач этой системой на основе технологий визуального программирования (глава 2).

Для этого автором выполнены: анализ особенностей моделирования природных и природно-технических объектов в целом и применения комплексного моделирования – в частности; анализ особенностей реализации комплексного моделирования ППТО и задач его автоматизации; анализ особенностей существующих систем и сервисов мониторинга и моделирования природных и природно-технических объектов; классификация существующих подходов к решению задач автоматизации комплексного моделирования ППТО; анализ методов и технологий организации взаимодействия компонентов распределенных программных систем; сравнительный анализ существующих подходов, потенциально пригодных для формализации описания процессов взаимодействия компонентов распределенной системы комплексного моделирования на базе сервис-ориентированной архитектуры; формализация описания функциональной структуры распределенной системы комплексного моделирования на базе нотации BPMN, которая позволяет перейти к использованию технологий визуального программирования, существенно снижающих субъективные ошибки при создании программных комплексов РСКМ.

2. Разработаны новые алгоритм формирования и технология реализации функциональной структуры ПО распределенной системы комплексного моделирования при решении тематических задач, позволяющие осуществлять обоснованное определение состава моделирующих сервисов в процессе функционирования системы на базе модели многокритериального выбора (главы 2-3).

С этой целью автором предложен оригинальный подход и выполнена формализация задачи формирования функциональной структуры программного комплекса РСКМ, предложено решение данной задачи как задачи многокритериального выбора, разработан модуль многокритериального выбора модели и её параметрической адаптации в составе программного комплекса РСКМ на примере речных наводнений.

3. Разработан способ интеграции разнородных данных, необходимых для реализации технологий комплексного моделирования, отличающийся от известных формированием дополнительного слоя абстракции данных и позволяющий автоматизировать взаимодействие между сервисами моделирования и разнородными информационными ресурсами поставщиков данных (главы 2-3).

Для этого выполнен анализ методов и моделей интеграции разнородных информационных ресурсов, анализ и выбор программно-технологических решений, наиболее перспективных для организации сервис-ориентированного взаимодействия компонентов РСКМ, сформулирован оригинальный порядок взаимодействия ПК РСКМ с внешними системами при запросе и получении данных; предложено создание дополнительного слоя абстракции данных в качестве оригинального решения, обеспечивающего выполнение интеграции разнородных данных; разработана программная реализация предложенного

подхода в составе программного комплекса РСКМ на примере речных наводнений.

4. Разработана методика валидации программных средств распределенной системы комплексного моделирования речных наводнений, отличающаяся от имеющихся применением алгоритма совместного использования программных средств обработки оптических и радарных данных ДЗЗ и метода контрольных точек и обеспечивающая непрерывное оценивание качества функционирования системы в автоматическом режиме (главы 2-3).

С этой целью автором выполнен анализ требований к исходным данным, необходимым для обеспечения комплексного моделирования ППТО, обоснована необходимость использования данных ДЗЗ; анализ особенностей применения материалов космической съемки в различных спектральных диапазонах для мониторинга ППТО в целом и речных наводнений – в частности; разработан алгоритм совместного использования оптических и радарных данных ДЗЗ при определении границ зон затоплений; предложена методика валидации программного комплекса РСКМ на основе данных ДЗЗ и её программная реализация; разработка и программная реализация методики валидации программных средств распределенных систем комплексного моделирования речных наводнений на основе использования данных дистанционного зондирования Земли.

5. Разработан полнофункциональный программный прототип ПК РСКМ на основе сервис-ориентированной архитектуры, позволяющий организовать совместную работу распределенных компонентов систем комплексного моделирования ППТО и впервые обеспечивший полную автоматизацию системы многомодельного оперативного прогнозирования речных наводнений (главы 3-4).

Для этого на основе выполненных исследований автором предложены состав и архитектура программного комплекса РСКМ на примере речных наводнений (включая подробное описание особенностей программной реализации её отдельных компонентов), проведена серия экспериментальных исследований по её созданию; выполнена экспериментальная проверка разработанного программного прототипа при мониторинге и прогнозировании речных наводнений на р. Северная Двина.

Достоверность научных положений, выводов и результатов диссертации, обеспечивается:

- всесторонним анализом состояния исследований в области создания алгоритмического и программного обеспечения комплексного моделирования сложных систем;
- корректностью постановки задачи исследования, принятых допущений и ограничений;
- согласованностью научно-методических результатов с результатами экспериментальных исследований созданного прототипа ПК;

- одобрением основных положений диссертации на 30 международных и всероссийских научных конференциях;
- публикацией результатов диссертации в большом количестве научных трудов, всего опубликовано 59 работ;
- результатами использования положений и выводов диссертации при выполнении с участием автора НИОКР и международных проектов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

1 научное положение – Способ алгоритмизации взаимодействия программных средств распределенной системы комплексного моделирования.

Обосновано результатами сравнительного анализа существующих подходов, потенциально пригодных для формализации описания процессов взаимодействия компонентов распределенной системы комплексного моделирования на базе сервис-ориентированной архитектуры, подробным анализом возможностей применения нотации BPMN.

2 научное положение – Алгоритм формирования и технология реализации функциональной структуры программного обеспечения распределенной системы комплексного моделирования при решении тематических задач.

Обоснованием послужили применение апробированных методов многокритериальной оптимизации, а также результаты апробации предложенного автором алгоритма, в том числе – его программной реализации в качестве управляющего модуля, осуществляющего выбор сервисов РСКМ при ее функционировании.

3 научное положение – Способ интеграции разнородных данных в системах комплексного моделирования.

Обоснованием являются результаты апробации предложенного автором подхода, реализованного программно в качестве сервиса работы со слоем абстракции данных в составе ПК РСКМ: использование разработанного автором способа интеграции позволило автоматизировать взаимодействие между сервисами моделирования и разнородными информационными ресурсами поставщиков данных, тем самым обеспечив требуемую сквозную автоматизацию функционирования системы.

4 научное положение – Методика валидации программных средств распределенных систем комплексного моделирования речных наводнений на основе использования данных дистанционного зондирования Земли.

Разработанная автором методика реализована в качестве одного из программных компонентов РСКМ речных наводнений и прошла апробацию в ходе экспериментальных исследований. Результаты экспериментальной проверки показали, что применение предложенной автором методики позволяет реализовать обратную связь в задачах моделирования ППТО и тем самым существенно повысить точность моделирования.

5 научное положение – Полнофункциональный программный прототип ПК РСКМ, обеспечивающий автоматизацию комплексного моделирования ППТО на примере оперативного прогнозирования речных наводнений.

Обоснованием являются результаты экспериментальных исследований по созданию и апробации программного комплекса РСКМ на примере речных наводнений, которые были проведены при участии Северного управления УГМС, Администрации Архангельской области, Управления космического мониторинга НЦУКС МЧС России для мониторинга и прогнозирования речных наводнений на р. Северная Двина на исторических исходных данных 1998-2019 гг. и в режиме реальных наводнений в 2018 г.

Практическое значение и внедрение результатов исследований

Основной практической разработкой является полнофункциональный программный прототип ПК РСКМ, обеспечивающий автоматизацию комплексного моделирования ППТО на примере оперативного прогнозирования речных наводнений. Его практическое значение подтверждается результатами экспериментальных исследований при мониторинге и прогнозирования речных наводнений на р. Северная Двина и актами его внедрения в ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», ФГБУН «Институт водных проблем РАН». Результаты экспериментальных исследований показали значительное повышение точности и оперативности функционирования ПК РСКМ. Это определяет целесообразность дальнейшего внедрения результатов диссертации в научных учреждениях и эксплуатирующих организациях экологического профиля, защиты от чрезвычайных ситуаций и других, при создании и организации функционирования программных комплексов моделирования и прогнозирования состояния ППТО в нормальных условиях и при ЧС.

Замечания и недостатки диссертационной работы

- Диссертантом на защиту выносятся 5 Положений, перечень которых не в полной мере согласуется по числу и отчасти по содержанию с сформулированными научными задачами.
- Одним из выносимых на защиту положений является способ алгоритмизации взаимодействия программных средств, основанный на новой интерпретации применения нотации BPMN. При этом описание особенностей применения такого подхода и преимуществ, возникающих на основе визуального конструирования алгоритмов работы разработанной системы, выполнено излишне кратко (с. 66-73). Следовало привести более подробное их описание с количественной оценкой возникающего положительного эффекта.

- В материалах диссертации не показано, каким образом осуществляется выбор между решением о необходимости настройки параметров используемой модели и решением о переходе на альтернативную модель при изменении внешних условий функционирования РСКМ.
- В диссертации декларируется возможность использования основных компонентов разработанного программного комплекса РСКМ для широкого класса ППТО. Однако не описано достаточно подробно, какие из компонентов остаются неизменными, а какие требуют доработки.
- При описании способа интеграции разнородных данных, необходимых для реализации технологий комплексного моделирования (с.81-89), не приведен сводный перечень форматов данных от различных источников, которые могут быть агрегированы на основе предложенного слоя абстракции данных. Дается ссылка на справочник Schema.org без рассмотрения особенностей его применения при решении рассматриваемой задачи, в том числе в связи с декларируемой возможностью использования технологий Semantic Web. Это несколько затрудняет оценку общности и робастности полученного нового результата.

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку представленной диссертации.

Заключение

В целом диссертационная работа Пиманова И.Ю. по уровню решаемой научной задачи, актуальности темы исследований, степени обоснованности научных положений, достоверности результатов исследований и их практического значения в области автоматизации функционирования распределённых систем комплексного моделирования ППТО, соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертационная работа изложена в хорошем литературном стиле, грамотным техническим языком, выдержана по подаче материала, главы между собой увязаны и раскрывают основную идею диссертации. Содержание диссертации отражено в достаточном количестве публикаций в открытой печати, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Диссертация Пиманова И.Ю. является завершённой научно-квалификационной работой, соответствует требованиям п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 11.09.2021 № 1539), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Пиманов Илья Юрьевич,

заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей..

«08» июня 2022 г.

Доктор технических наук, профессор,
Профессор кафедры
«Информационные и
вычислительные системы»

Анатолий Дмитриевич Хомоненко

ФГБОУ ВО Петербургский
Государственный Университет Путей
Сообщения Императора Александра I,
Адрес: Санкт-Петербург, Московский пр., д.
9. 7-420
E-mail: ait@pgups.ru
Телефон: (812) 457-82-85, (812) 436-97-17
Сайт: <https://www.pgups.ru/>

«08» июня 2022 г.