

## О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук,  
профессора Алексеева Анатолия Владимировича  
на диссертационную работу Пиманова Ильи Юрьевича,  
выполненную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение  
вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» на тему  
«Алгоритмическое и программное обеспечение автоматизации  
функционирования распределенных систем комплексного моделирования  
природных и природно-технических объектов»

**1. Актуальность избранной темы.** Задача изучения поведения природных и природно-технических объектов (ПТТО) прошла большой путь от натурального моделирования до современного распределённого компьютерного моделирования. В отличие от замкнутых технических объектов ПТТО могут характеризоваться значительно бóльшим числом параметров, при этом степень адекватности соответствующих моделей зачастую прямо зависит от возможной адаптации параметров моделей. Поэтому изложенный в диссертационной работе переход от выбора одной модели для описания ПТТО к многомодельному комплексу соответствует современным тенденциям анализа сложных эргатических систем.

Применение методологии комплексного моделирования дает возможность использования каждой модели в наиболее эффективном для неё диапазоне данных, повышая адекватность полимодельного комплекса.

Вместе с тем, появляются новые сопутствующие задачи — подготовка большого объёма исходных данных в условиях ограниченного времени, интеграция данных, согласование и синхронизация моделей, в целом организация взаимодействия компонентов создаваемого ПО, интерпретация получаемых результатов моделирования. Устойчивая тенденция усложнения моделирующих комплексов приводит к необходимости создания специальных автоматизированных систем управления ими. При этом задача минимизации негативного влияния «человеческого фактора» при обработке больших объёмов данных, увеличение количества циклов моделирования на заданном интервале времени приобретает особое значение.

Проведённый соискателем анализ рассматриваемой предметной области позволил выявить существенные недостатки в современных информационных системах прогнозирования ПТТО, неэффективность использования существующих моделей, проблемные вопросы программной реализации. В этих условиях возникает необходимость разработки новых подходов, методов и технологий в целом совершенствования алгоритмического и программного обеспечения автоматизации функционирования систем комплексного моделирования ПТТО.

В диссертационной работе предложено решение данной научной задачи, основанное на сочетании прикладных методов и подходов

квалиметрии моделей, методов многокритериального оценивания, виртуализации и контейнеризации приложений, методов интеграции данных с использованием технологий семантического анализа и геоинформатики.

Таким образом, тему диссертационной работы Пиманова И.Ю. можно считать актуальной и значимой.

**2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна.** Целью диссертационной работы Пиманова И.Ю. является повышение оперативности и точности решения тематических задач распределенными системами комплексного моделирования ППТО за счёт автоматизации их функционирования, а сформулированные задачи исследований обосновано определяют необходимость и возможность совершенствования научно-методических решений по автоматизации взаимодействия компонентов программных комплексов (ПК) на базе предложенных сервис-ориентированных архитектур в составе реализуемых комплексов моделирования ППТО.

Результаты диссертационной работы обладают научной новизной, которая состоит:

- в разработке основанного на использовании нотации Business Process Model and Notation (BPMN) способа алгоритмизации взаимодействия программных средств для описания информационных процессов в распределенной системе комплексного моделирования, позволяющего адаптировать BPMN к условиям автоматизации процессов решения тематических задач на основе технологий визуального программирования;
- в разработке алгоритма формирования и технологии реализации функциональной структуры ПО распределенной системы комплексного моделирования (РКСМ) для решения тематических задач, позволяющих осуществлять обоснованное определение состава моделирующих сервисов на базе модели многокритериального выбора;
- в разработке способа интеграции разнородных данных при комплексном моделировании ППТО, отличающегося от известных формированием дополнительного слоя абстракции данных и позволяющего автоматизировать сопряжение сервисов моделирования и разнородных информационных ресурсов поставщиков данных;
- в разработке методики непрерывного оценивания качества функционирования ПК РКСМ речных наводнений и его валидности, отличающейся от известных применением алгоритма совместного использования программных средств обработки оптических и радарных данных дистанционного зондирования земной поверхности, а также применением метода контрольных точек;
- в создании полнофункционального программного прототипа ПК РКСМ на основе сервис-ориентированной архитектуры, позволяющего организовать совместную работу распределенных компонентов систем комплексного моделирования ППТО и впервые обеспечившего полную

автоматизацию системы многомодельного оперативного прогнозирования речных наводнений.

Выводы и рекомендации диссертационной работы в достаточной степени достоверны и обоснованы, что обеспечено проведенным анализом состояния исследований в области создания алгоритмического и программного обеспечения комплексного моделирования сложных систем, обоснованием научно-методического подхода к решению задач диссертации, согласованностью результатов разработки с результатами экспериментальных исследований созданного прототипа ПК РСКМ. Полученные результаты апробированы на 30 всероссийских международных научно-практических конференциях, а также опубликованы в 59 печатных работах, включая 5 публикаций в рецензируемых научных изданиях по специальности 2.3.5 (05.13.11) из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, а также в 13 публикациях в изданиях, индексируемых в WoS/Scopus, в 11 свидетельствах на регистрацию программ ЭВМ.

**3. Теоретическая и практическая значимость результатов исследований.** Теоретическая значимость результатов диссертации заключается в разработке соискателем научно-методического обеспечения и программных решений, которые позволяют с единых методологических позиций вербально описать, алгоритмизировать, программно реализовать взаимодействие компонентов РКСМ ППТО и достаточно полно автоматизировать функционирование этих систем.

Положительной стороной исследования является тот факт, что в диссертации большое внимание уделено вопросам практической реализации научно-методических результатов и проведению экспериментальных исследований. Практическая значимость диссертационной работы состоит в разработке и апробации полнофункционального программного прототипа ПК РСКМ для задачи оперативного прогнозирования речных наводнений. Экспериментальные исследования продемонстрировали возможность сквозной автоматизации РКСМ. Они проведены в реальной обстановке при участии и в согласовании с организациями, которые занимаются на практике прогнозированием речных наводнений на р. Северная Двина. Точность результатов моделирования за счет непрерывной оценки валидности ПК РКСМ и актуализации параметров моделирующих сервисов (с. 20, 102) возрастает в среднем с 80% до 92% при одновременном существенном снижении требований к квалификации пользователей РКСМ за счет удобства интерфейса. Положительные эффекты от использования результатов диссертации отражены в актах о реализации ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», ФГБУН «Институт водных проблем РАН».

**4. Недостатки диссертационной работы.** В качестве недостатков диссертационной работы можно отметить следующие:

4.1. В диссертации недостаточно внимания уделено учету особенностей моделей предметной области. Приводятся лишь названия и краткие описания. Не приведен сравнительный анализ известных результатов исследований в контексте поставленных автором цели и задач исследования, включая модели и программные средства синтетической квалиметрии.

4.2. При решении задачи формирования функциональной структуры программного комплекса рассматривается только способ минимизации максимальных взвешенных относительных отклонений от квазиоптимальных значений частных показателей. Другие известные способы агрегирования показателей качества не приводятся, что в определенной мере снизило квалиметрическую ценность результатов.

4.3. Наряду с использованным автором алгоритмом агрегирования показателей качества академика А.Н. Крылова не рассмотрены известные альтернативные алгоритмы агрегирования показателей качества, включая алгоритм Ф. Нэша, гармонический алгоритм.

4.4. Для демонстрации «принципа работы слоя абстракции данных» используется лишь один пример источника данных – гидропост. При оценке валидности полученных результатов было бы целесообразно привести и другие форматы описания объектов гидротехнической инфраструктуры.

4.5. При анализе качества предлагаемых решений было бы уместным в контексте совершенствования интерфейса представить одновременно результаты цифровизации показателей валидности на рис. 3.1, оценки поддержки принятия решений – на рис. 3.2, 4.15, при прогнозировании развития обстановки по наводнениям – на рис. 3.3, 4.13, оценке точности моделирования за счет «непрерывной валидации РСКМ» - на рис. 3.7, 4.7, оценке оперативности решения тематических задач – на рис. 4.2, причем, не только по «длительности работы» (с. 59), но и своевременности (оперативности) решения функциональных (тематических) задач.

Вместе с тем, указанные недостатки не снижают общей положительной и высокой оценки представленной диссертационной работы.

**5. Заключение.** В диссертационной работе Пиманова И.Ю. решена актуальная научная задача совершенствования алгоритмического и программного обеспечения автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов, имеющая важное значение для развития методов и технологий создания распределенных программных комплексов моделирования ППТО и их функционирования.

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Диссертация написана грамотным техническим языком, стиль изложения соответствуют требованиям к научным работам. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11-2011, структура работы логична и отвечает задачам исследований.

В целом, диссертационная работа Пиманова И.Ю. является завершенной научно-квалификационной работой, которая по форме и содержанию, актуальности, полноте поставленных и решенных задач, совокупности новых научных результатов соответствует требованиям пунктов 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 11.09.2021 № 1539). Автор диссертации – Пиманов И.Ю. – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

#### **Официальный оппонент**

Профессор кафедры судовой автоматики и измерений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»,  
доктор технических наук, профессор

Алексеев  
Анатолий Владимирович

190121, Санкт-Петербург, Лоцманская ул., 3.  
Тел.: 8 (812) 495-26-48, +7-909-580-2155  
Email: 17151@bk.ru

08 04 2021 22