УНИВЕРСИТЕТ ИННОПОЛИС

**АНО ВО «Университет Иннополис»**
420500, г. Иннополис, ул. Университетская, д.1
university@innopolis.ru; university.innopolis.ru
ОКПО 26762138; ОГРН 1121600006142;
ИНН/КПП 1655258235/161501001
+7 (843) 203-92-53

# ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
**ПЕТРЕНКО Сергея Анатольевича**
на диссертацию
**МОЛЯКОВА Андрея Сергеевича**

**«МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТАЦИОНАРНЫХ И БОРТОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ»,**
представленную на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности
**2.3.6. – «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» (технические науки).**

## I. Актуальность проблематики и темы диссертационной работы

Актуальность работы Молякова А.С. объясняется необходимостью разрешения *проблемной ситуации*, состоящей в противоречии между ростом угроз информационной безопасности, ограниченностью известных моделей и методов обеспечения информационной безопасности стационарных и бортовых суперкомпьютерных вычислительных систем, и необходимостью обеспечения требуемой безопасности упомянутых систем.

Следует констатировать, что стационарные и бортовые вычислительные системы уже не обладают требуемой безопасностью в условиях наблюдаемого беспрецедентного роста угроз информационной безопасности. К основным причинам этого относятся высокая структурная и функциональная сложность упомянутых систем, недостаточная функциональность управления безопасностью, потенциальная опасность имеющихся уязвимостей и «*спящих*» деструктивных аппаратно-программных закладок, так называемых «*цифровых бомб*». Кроме того, все еще недостаточно эффективны известные средства обеспечения информационной безопасности стационарных и бортовых вычислительных систем. В том

Петренко С.А.
+7903-742-85-43

числе, средства обнаружения, предупреждения и нейтрализации информационно-технических воздействий. Применяемые известные методы и средства обеспечения надежности (*Reliability)* и отказоустойчивости *(Response and Recovery*) стационарных и бортовых вычислительных систем, использующие возможности структурной и функциональной избыточности, *N-кратного* резервирования, эталонирования и реконфигурации, уже не пригодны для предотвращения катастрофических последствий для стационарных и бортовых вычислительных систем в условиях разнородно-массовых кибератак злоумышленников.

Таким образом, тема диссертационной работы Молякова А.С. является своевременной и актуальной, а решаемая научная проблема «*Создание доверенной среды вычислений стационарных и бортовых вычислительных систем в условиях роста угроз безопасности*» имеет важное теоретическое и практическое значение.

Актуальность работы Молякова А.С. подтверждается требованиями следующих нормативных документов:

– «Доктрина информационной безопасности России», 2016г.;

– Федеральный Закон ФЗ-187 «О безопасности критической информационной инфраструктуры»;

– Проект Федерального закона «О технологической политике в Российской Федерации»;

– Методический документ. Методика оценки угроз безопасности информации. Утвержден ФСТЭК России 5 февраля 2021 г. и др.

**II. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

К основным научным результатам, определяющим значимость и новизну диссертационной работы Молякова А.С. относятся:

1. Модель угроз целостности среды выполнения процессов на основе авторского задания сущностей «субъект», «объект» и «дескриптор оценки безопасности состояний» (на замену известной связки «субъект, объект, предикат»).

3. Модель безопасных операций на основе кибериммунитета для противодействия новым уязвимостям.

4. Метод реактивной защиты в условиях недоверенной среды на основе технологии виртуализации, отличающийся применением траекторий вычислений дескрипторов оценки безопасности состояний на структурах Крипке.

5. Метод реконфигурации среды выполнения проактивной защиты суперкомпьютеров на основе темпоральной логики для проверки истинности принимаемых решений на структурах Крипке. Это позволило своевременно обнаруживать новые классы уязвимостей и противодействовать им путем автоматической реконфигурации структуры.

6. Методика тестирования уровня защищенности на основе "маркерного" сканирования, удовлетворяющая требованиям выбранной политики информационной безопасности.

7. Технология организации доверенной среды вычислений стационарных и бортовых вычислительных систем в условиях роста угроз безопасности.

**Достоверность основных выводов и результатов диссертации подтверждается:**

– сравнительным анализом современных подходов к разрешению научной проблемы «Создание доверенной среды вычислений стационарных и бортовых вычислительных систем в условиях роста угроз безопасности»;

– корректностью предложенных моделей и методов, апробацией основных теоретических положений диссертации в печатных трудах, в докладах на научно-технических и научно-практических конференциях;

– обоснованным выбором используемого математического аппарата, корректной постановкой научных и научно-прикладных задач;

– внедрением результатов диссертации в различные области, что подтверждается соответствующими актами о внедрении.

Сформулированная в диссертации научная проблема «*Создание доверенной среды вычислений стационарных и бортовых вычислительных систем в условиях роста угроз безопасности*» была исследована и разрешена путем корректного использования принципов и методов, используемых в дискретной и вычислительной математике, теории вероятностей и математической статистики, системологии, темпоральной логики.

**III. Теоретическая значимость, научная и практическая ценность результатов исследований**

Диссертация Молякова А.С. носит явно выраженный практический характер работы. В работе введены новые системные принципы для создания доверенной среды вычислений стационарных и бортовых вычислительных систем. В работе сформулированы и подтверждены гипотезы, связывающие критичность атакуемых компонентов КФС и спектральные характеристики моделирующих графов; для графов Барабаши–Альберт доказано утверждение о значении среднеквадратического отклонения спектра матрицы смежности и выявлены закономерности в характере зависимости между уровнем устойчивости КФС к атакам, направленным на удаление путей реализации целевой функции, и избыточностью системы на уровне межкомпонентных связей. Предложенные модели и методы реактивной и проактивной защиты развивают дисциплину информационной безопасности.

Практическая значимость работы Молякова А.С. заключается в возможности применения предложенных моделей и методов для создания доверенной среды вычислений стационарных и бортовых вычислительных систем в условиях роста угроз безопасности. Полученные результаты нашли

Исп. Петренко С.А..
+7 (903) 742-85-43

применение в ходе работ по созданию: программно-технического комплекса «Альфа-монитор» для российских суперкомпьютерных платформ «Ангара» серии ЕС1740 (НИР Минобрнауки РФ «Разработка методов построения защищенных облачных высокопроизводительных виртуальных вычислительных инфраструктур гетерогенной архитектуры для решения экстремальных задач в фундаментальных, научных, образовательных и производственных сферах» (регистрационный номер 88062011); защищенных суперкомпьютерных вычислительных комплексов Китая серии Tian-he/CT-2 (ОКР шифр «Удар грома»); японского суперкомпьютера серии Tsubame 3.0 (ОКР шифр «Стрела времени»).

**IV. Характеристика опубликованности результатов и положений, выносимых на защиту**

Основные научные результаты диссертационной работы Молякова А.С., выносимые на защиту, получены лично автором, что подтверждается их использованием при подготовке работы, многократными выступлениями на российских и зарубежных научно-технических конференциях, участием в выполнении тематических НИР, а также использованием результатов в научно-педагогической деятельности. В том числе, выступлениями на российских и международных конференциях: «Информационная безопасность регионов России», Санкт-Петербург, 2013 г.; «Современные аспекты развития науки, образования и модернизации промышленности», Таганрог, 2016 г; VII международная научно-практическая конференция «Управление информационной безопасностью в современном обществе», Москва, 2019 г.; Международная конференция «World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WS4 2019)», Лондон, 2019 г.; Международная научно-практическая конференция «Информационная безопасность: вчера, сегодня, завтра», Москва, 2019 г.; Международная научно-практическая конференция по компьютерной и информационной безопасности (INFSEC 2021), Екатеринбург, 2021 г.; Международная научно-практическая конференция ICICT 2022, London, 2023 и др.

По теме диссертационной работы автором исследования опубликовано *31* статья в рецензируемых научных изданиях, в том числе **десять (10)** публикаций в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ, **шесть (6)** публикаций в Scopus. Получено **два (2)** патента и **одно (1)** свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из **128** наименований и **четырех (4)** приложений. Общий объем работы составляет **309 страниц**, в том числе **40 рисунков** и **22 таблицы**. Упомянутая работа носит явный практический характер, достаточно подробно иллюстрирована. Автореферат соответствует содержанию диссертации и даёт целостное представление о поставленных задачах и достигнутых результатах.

Тема диссертации Молякова А.С. и направленность выполненных исследований соответствуют специальности 2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность. Полученные научные результаты соответствуют следующим пунктам паспорта специальности 2.3.6.: п. 3. Методы, модели и средства выявления, идентификации, классификации и анализа угроз нарушения информационной безопасности объектов различного вида и класса; п. 15 «Принципы и решения (технические, математические, организационные и др.) по созданию новых и совершенствованию существующих средств защиты информации и обеспечения информационной безопасности».

**V. Замечания и недостатки диссертационной работы**

1. В качестве объекта исследования на странице 13 указано «системы защиты суперкомпьютерных вычислительных систем в стационарном и бортовом исполнении», а на странице 26 – «стационарные и бортовые суперкомпьютеры». Представляется, что второе более правильно. Требуется пояснить.

2. Концептуальную постановку научных задач и проблемы в целом (стр. 82) необходимо было представить формально по схеме «дано-необходимо найти-ограничения».

3. Введено определение киберимунной информационной системы как «системы, разделенной на изолированные домены безопасности…». В научной литературе под кибериммунной системой понимается система, которая обладает способностью к самовосстановлению на основе врожденного и приобретаемого иммунитета. Следовало бы ввести понятия врожденный и приобретаемый кибериммунитет и рассмотреть возможные структурно-функциональные схемы его реализации.

4. Сформулировано условие разрешимости (стр. 26), как «следствие из теоремы о равномерной перечислимости функций, проблемы установки логического соответствия (супервентности) процесса выполнения программы на суперкомпьютере…». Помимо разрешимости необходимо было еще сформулировать условия полноты и непротиворечивости, и представить соответствующие доказательства.

5. Правила политики безопасности (ПБ) задаются в виде модальных конструкций в терминах темпоральной логики. Неясно, достаточно ли выразительных возможностей темпоральной логики для задания правил и политик безопасности. В дальнейшем потребуется разработка других математических моделей и подходов?

6. Найден ряд опечаток: страница 11 автореферата «Пбайты» (или Петабайты, ПБ); страница 3 диссертации, заголовок 4 Главы – пропущена буква «т» в слове «…проактивной»; страница 7 «кол-во»; страница 37 – «это суперкомпьютер с производительностью 1018 операций» (нужно $10^{18}$); стр. 42 «Наиболее страшной из перечисленных угроз…»; стр.84 «фон-Неймановской…»

Исп. Петренко С.А..
+7 (903) 742-85-43

Отмечу, что указанные недостатки в целом не влияют на положительную оценку диссертации, которая носит явный практический характер работы.

**Заключение**

Диссертационная работа Молякова Андрея Сергеевича «*Модели и методы обеспечения информационной безопасности стационарных и бортовых суперкомпьютерных вычислительных систем*» написана на актуальную тему, носит явный практический характер исследования, выполнена лично соискателем и имеет завершенный характер.

Диссертация Молякова А.С. на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится разрешение научной проблемы «*Создание доверенной среды вычислений стационарных и бортовых вычислительных систем в условиях роста угроз безопасности*», имеющей значение для развития отрасли знаний «*Информационная безопасность*» критической информационной инфраструктуры Российской Федерации на примере стационарных и бортовых вычислительных систем.

Диссертация соответствует требованиям, установленным Положением «О присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а её автор, Моляков Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.6. – «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» (технические науки).

**Официальный оппонент**

Профессор Центра информационной безопасности,
доктор технических наук (специальность 20.02.27 – «Информационное противоборство в военной сфере»), профессор
Петренко Сергей Анатольевич

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Университет Иннополис»
420107, Республика Татарстан, г. Иннополис, ул. Университетская, д. 1,
тел.: 8 (903) 742-85-43, e-mail: s.petrenko@innopolis.ru

«Я, Петренко Сергей Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку».

доктор технических наук, профессор Петренко Сергей Анатольевич

Подпись Петренко С.А. заверяю.
Директор по развитию и кадровой политике
АНО ВО «Университет Иннополис»
Р.Ф. Валиев