

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.04

Соискатель: Мхитарян Георгий Араикович

Тема диссертации: Математические модели и алгоритмы адаптивного тестирования в программном комплексе математической поддержки функционирования системы дистанционного обучения

Специальность: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Решение диссертационного совета по результатам защиты: На заседании 24 сентября 2021 года (протокол № 17) диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Мхитаряна Г. А. «Математические модели и алгоритмы адаптивного тестирования в программном комплексе математической поддержки функционирования системы дистанционного обучения» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и принял решение присудить Мхитаряну Георгию Араиковичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

Присутствовали: Наумов А. В. – *председатель*, Кибзун А. И. – *зам. председателя*, Рассказова В. А. – *ученый секретарь*, а также члены диссертационного совета: Битюков Ю. И., Борисов А.В., Бортаковский А. С., Босов А.В., Грумондз В. Т., Колесник С. А., Короткова Т. И., Красильников П.С., Кузнецов Е. Б., Кузнецова Е. Л., Кулагин Н. Е., Куравский Л. С., Пантелеев А. В., Ревизников Д. Л., Семенихин К. В., Синицин В. И., Сиротин А. Н., Ципенко А.В.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 212.125.04, к.ф.-м.н.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.09.2021 № 17

О присуждении Мхитаряну Георгию Араиковичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математические модели и алгоритмы адаптивного тестирования в программном комплексе математической поддержки функционирования системы дистанционного обучения» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «18» июня 2021 года, протокол № 16, диссертационным советом Д 212.125.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказы Минобрнауки РФ: о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012, об изменении состава диссертационного совета № 628/нк от 07.10.2013, 574/нк от 15.10.2014, № 1339/нк от 29.10.2015, № 710/нк от 21.06.2016, № 1403/нк от 01.11.2016, № 1017/нк от 20.10.2017, № 272/нк от 27.03.2019.

Соискатель Мхитарян Георгий Араикович, 1 января 1995 года рождения.

В 2015 году соискатель окончил Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) по направлению «Прикладная математика». В период подготовки диссертации Мхитарян Г.А. обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по программам подготовки

научно-педагогических кадров в системе послевузовского профессионального образования по научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» с 01.09.2017 г. по 30.08.2020 г.

Мхитарян Г.А. работает с декабря 2020 года инженером кафедры 804 в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования Московском авиационном институте (национальном исследовательском университете), с апреля 2021 ассистентом кафедры 804 в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования Московском авиационном институте (национальном исследовательском университете).

Диссертация выполнена на кафедре 804 «Теория вероятностей и компьютерное моделирование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

Научный руководитель – Наумов Андрей Викторович, д.ф.-м.н., профессор кафедры 804 «Теория вероятностей и компьютерное моделирование» Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

Официальные оппоненты:

1. Махортов Сергей Дмитриевич, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой программирования и информационных технологий факультета прикладной математики, информатики и механики ФГБУ ВО «Воронежский государственный университет»;
2. Ульянов Михаил Васильевич, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории 68 Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.

Оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН), г. Москва, в своём положительном отзыве, подписанном Синициным Игорем

Николаевичем, доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником отделения 6 ФИЦ ИУ РАН, указала, что диссертационная работа представляет собой законченную и целостную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне. Полученные в работе результаты новы и представляют как теоретический, так и практический интерес.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Соискатель имеет 23 опубликованные научные работы, из них 22 по теме диссертации, из которых 8 работ опубликованы в изданиях из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий (в том числе 5 работ опубликованы в журналах, реферируемых в международных базах Scopus и Web of Science).

Зарегистрирована 1 программа для ЭВМ: Мхитарян Г.А., Наумов А.В. Программный комплекс моделирования времени ответа студентов на задания для систем дистанционного обучения. – Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020661958 от 05.10.2020. Заявка № 2020661209 от 28.09.2020

Содержание данных работ в полной мере отражает содержание диссертационной работы, в которой отсутствуют некорректные и недостоверные ссылки, соискателем в данных работах получены основные практические и теоретические результаты.

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

- 1) Кибзун А.И., Мартюшова Я.Г., Мхитарян Г.А., Наумов А.В., Рыбалко А.А., Архитектура и технологии адаптации СДО МАИ как комплекса электронных учебников по математическим дисциплинам // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. № 3-2. С. 68-74.

Kibzun A., Martiushova I., Mkhitaryan G., Naumov A., Rybalko A. System architecture and technologies of adaptation of LMS MAI CLASS.NET as set of electronic math textbooks // CEUR Workshop Proceedings Selected Papers of

- the 11th International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education, SITITO 2016. 2016. С. 164-171. (Scopus)
- 2) Naumov A.V., Mkhitaryan G.A., Rybalko A.A., Software set of intellectual support and security of LMS MAI CLASS.NET // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2016. Т. 9. № 4. С. 129-140. (Scopus)
- 3) Наумов А.В., Мхитарян Г.А. О задаче вероятностной оптимизации для ограниченного по времени тестирования // Автоматика и телемеханика. 2016. № 9. С. 124-135.
Naumov A.V., Mkhitaryan G.A., On the problem of probabilistic optimization of time-limited testing // Automation and Remote Control. 2016. Т. 77. № 9. С. 1612-1621. (Scopus, WoS)
- 4) Мартюшова Я.Г., Мещеряков Е.А., Мхитарян Г.А. Организация автоматизированной рейтинговой формы контроля в электронных учебниках СДО MAI CLASS.NET // Современные информационные технологии и ИТ-образование Сборник научных трудов II Международной научной конференции и XII Международной научно-практической конференции. Под редакцией В.А. Сухомлина. 2017. С. 133-138.
- 5) Наумов А.В., Мхитарян Г.А., Черыгова Е.Е. Стохастическая постановка задачи формирования теста заданного уровня сложности с минимизацией квантили времени выполнения // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2019. № 2 (176). С. 37-46.
- 6) Мхитарян Г.А., Мартюшова Я.Г., Кибзун А.И., Жарков Е.А. Основные междисциплинарные аспекты разработки и программной реализации электронных учебников для студентов технических университетов. // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. Т. 15. № 2. С. 507-515
- 7) Босов А. В., Мхитарян Г.А., Наумов А.В., Сапунова А. П. Использование модели гамма-распределения в задаче формирования ограниченного по времени теста в системе дистанционного обучения // Информатика и ее применения», Т. 13, № 4, 2019, С. 11-17 (Scopus).

- 8) Mkhitaryan G.A., Kibzun A.I., Martyushova Ya.G., Zharkov E.A. Interdisciplinary aspects of development and software implementation of electronic textbooks for students of technical universities Modern Information Technologies and IT-Education. SITITO'2018. Communications in Computer and Information Science, vol. 1201. Springer, Cham (2020), pp. 110-120 (Scopus, WoS).

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы.

Отзыв на диссертацию официального оппонента, д.ф.-м.н., доц. Махортова Сергея Дмитриевича.

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. В разделе 1.3 на графиках различается обозначение выбранных заданий, для которых строятся гистограммы.

2. На стр. 27-28 не приведены расчеты оценок параметров логнормального распределения статистики критерия χ^2 .

3. Структура диссертации была бы более удачной, а главы — более равномерными по объему, если бы главу 2 поделили на две главы — теоретическая часть (построение обоснование моделей, алгоритмы) и описание вычислительных экспериментов.

4. В работе не приводятся и даже не обсуждаются математические оценки вычислительной сложности рассматриваемых алгоритмов.

5. Есть кое-где неточности в формулировках. Например, размеры матриц автор называет «размерностями», в то время как все используемые матрицы имеют размерность 2.

Отзыв на диссертацию официального оппонента, д.т.н., проф. Ульянова Михаила Васильевича.

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. Термин «дискретное распределение» предполагает наличие функции, определяющей вероятность того, что случайная дискретная величина принимает некоторое значение. В этом смысле используемый автором в п.1.3. и далее в работе термин «дискретное распределение» не совсем корректен, поскольку речь в работе идет об эмпирическом гистограммном распределении.

2. В разделе 2.5 для задачи с моделью времени ответа, основанной на гамма-распределении, не рассмотрено решение задачи формирования тестов для группы пользователей.
3. Было бы интересно получить результаты исследования по чувствительности используемых численных методов для решения задач создания ограниченного по времени теста с заданной суммарной сложностью к оценкам значений сложностей заданий.
4. В доказательствах теорем 1 и 2 (стр. 44 — 52) автором используются одинаковые обозначения функций, используемых при проверке условий теоремы из (Кибзун А.И., Наумов А.В., Норкин В.И. О сведении задачи квазитильной оптимизации к задаче смешанного целочисленного программирования / *АиТ*, 2013, 66-86), на которую ссылается автор, тем самым затрудняется чтение доказательств.

Отзыв на диссертацию ведущей организации.

Ведущая организация дала положительный отзыв на диссертацию. Отзыв подписан главным научным сотрудником ФИЦ ИУ РАН, доктором технических наук, профессором, Синициным Игорем Николаевичем. Отзыв утвержден директором ФГУ ФИЦ ИУ РАН, доктором технических наук, академиком РАН, Соколовым Игорем Анатольевичем. Замечание по диссертации:

1. на странице 34 при формулировке задачи (2.2) – (2.6) для обозначения транспонирования используются одновременно символы T и T , при том, что далее вводится матрица времени T ;
2. для алгоритма 2.1 в работе отсутствует оценка алгоритмической сложности;
3. в работе не приведены исходные данные времени ответа на задания, по которым строятся оценки параметров временных моделей.

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва.

1. **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный психолого-педагогический университет».**

Отзыв подписан кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры прикладной информатики и мультимедийных технологий факультета

Информационных технологий, Думиным Павлом Николаевичем. Отзыв положительный. Замечание к автореферату:

- 1) в автореферате не приведены расчёты, которые проводились в исследовании;
- 2) в описании алгоритма 2.2 в п.2 вместо t_{ij} стоило написать t_{ji} .

2. Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем ГосНИИАС».

Отзыв подписан кандидатом физико-математических наук, начальником лаборатории, Горбачевым Вадимом Александровичем. Отзыв положительный. Замечание к автореферату:

- 1) описание дискретной модели времени ответа недостаточное, т.к. отсутствуют примеры распределений для конкретных задач в автореферате;
- 2) не отражена оценка сложности алгоритма 2.1.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)».

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, профессором кафедры «Математическое моделирование», Горяиновым Владимиром Борисовичем. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

- 1) в автореферате не приведены примеры исходных данных для расчетов или результаты расчетов по предложенным моделям времени;
- 2) в автореферате не продемонстрирована зависимость работы алгоритма 2.2 от количества заданий и количества шагов дискретизации по параметру λ .

4. Публичное акционерное общество «Московский институт электромеханики и автоматики».

Отзыв подписан доктором технических наук, начальником отдела по разработке программно-алгоритмического обеспечения систем управления

Гребёнкиным Александром Витальевичем. Отзыв положительный. Замечание к автореферату:

- 1) автору возможно стоило развить исследование влияния отклонения от суммарной сложности и в целом значений сложности на получение оптимального решения в задаче поиска теста;
- 2) в автореферате на рис.3 приводится скриншот графического интерфейса без какого-либо описания его функциональности.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области тем, затрагиваемых в диссертационном исследовании.

Официальный оппонент, д.ф.-м.н., Махортов Сергей Дмитриевич работает заведующим кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». Область научных интересов – дифференциальные уравнения, основанные на решетках алгебраические системы, теория программирования, искусственный интеллект, образовательные технологии. Автор свыше 150 научных трудов, среди них статьи в центральных изданиях и за рубежом, более 15 учебно-методических изданий и 5 зарегистрированных программ для ЭВМ.

Официальный оппонент, д. т. н., Ульянов Михаил Васильевич – ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук. Область научных интересов – разработка и анализ алгоритмов, комбинаторика слов, теория рекурсии. Автор более 100 научных работ, обладатель одного патента.

Выбор ведущей организации – Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН) – обусловлен широким кругом проводимых фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований и разработками в области вычислительной и прикладной математики, системного анализа и управления, теоретической информатики и информационных технологий.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **Предложена** новая дискретная вероятностная модель описания времени ответа на задание системы дистанционного обучения или компьютерного

тестирования. Модель учитывает индивидуальные особенности всех пользователей, характеристики которой интегрируются в единую модель (универсального пользователя), отражающую особенности всей тестируемой группы. Проведён эксперимент для проверки адекватности модели.

- **Предложена** модель гамма-распределения для описания времени ответа на задание для пользователя системы дистанционного обучения с алгоритмом подбора параметров распределения с учётом условия суммируемости гамма-распределённых случайных величин. Модель позволяет получить распределение для суммарного времени выполнения заданий в тестовом наборе для универсального пользователя, который характеризует группу испытуемых.
- **Предложены** вероятностные постановки задач формирования ограниченных по времени тестов для универсального пользователя и группы пользователей. Сформулированы задачи формирования тестов с логнормальным распределением времени ответа пользователя на задания для группы пользователей; с дискретным распределением для универсального пользователя; задачи квантильной оптимизации для случаев с дискретным распределением и гамма-распределением.
- **Доказаны** теоремы об эквивалентности по множеству допустимых решений задач квантильной оптимизации. Получены результаты вычислительных экспериментов для каждой из постановок задачи поиска множества решений.
- **Разработаны** алгоритмы поиска множества допустимых решений и оптимального решения задач в рассмотренных постановках, а также численные методы, реализующие поиск. В случае задачи с логнормальным распределением времени для группы пользователей предложен алгоритм ускоренного поиска решений.
- **Разработан** оригинальный алгоритм, позволяющий получить оценки параметров гамма-распределения случайного времени ответа.

- **Разработан** комплекс программ, реализующих численные методы и вычисления по предложенным моделям. Разработана библиотека с вычислительными алгоритмами.
- **Предложена** и реализована архитектура модулей моделирования времени и генерирования тестов в активно функционирующей среде компьютерного тестирования. Разработаны два вычислительных модуля и графический интерфейс для пользователей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказаны** теоремы об эквивалентности задач смешанного программирования;
- **доказаны** соответствия дискретной, логнормальной и гамма-распределенной моделей времени ответа.
- **изложены** аргументы в пользу использования других распределений кроме логнормального для описания времени ответа на задание;

Применительно к проблематике диссертации получены **новые эффективные результаты**:

- дискретная модель времени ответа, позволяющая учитывать характеристики группы пользователей одновременно;
- модель с гамма-распределением позволяет решить проблему суммарного случайного времени, затраченного на прохождение теста;
- вероятностные модели формирования ограниченных по времени тестов позволяют получить оптимальные или допустимые наборы тестов;
- алгоритм поиска решения задачи с вероятностным логнормальным ограничением позволяет эффективно найти решение задачи смешанного программирования;
- алгоритм поиска параметров гамма-распределения помогает эффективно на основе пользовательских данных получить значения параметров для разработанной модели.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **разработаны** принципиально новые инструменты для проектирования тестов в системах компьютерного тестирования, адаптации наборов тестовых заданий под изменяющийся контингент пользователей с учётом реальных показателей их работы в системе, а также
- **создан** программный комплекс в виде отдельных универсальных интегрируемых внешних модулей.

Достоверность полученных результатов обеспечивается:

- использованием статистических критериев для оценки адекватности полученных результатов и соответствия наблюдениям;
- практической реализацией и успешным применением системы математической поддержки функционирования, созданной на основе разработанных подходов, в активной системе компьютерного обучения;
- вычислительными экспериментами, подтвердившими эффективность и преимущества созданных численных методов и применения вероятностных моделей.

Личный вклад. Все основные положения диссертации, выносимые на защиту, получены автором самостоятельно. Соискателем получены исходные данные, проведены эксперименты, подведены их итоги, подтверждена корректность экспериментов и дальнейшая апробация, подготовлены основные публикации.

В ходе защиты были высказаны следующие **критические замечания**:

1. структура диссертации была бы более удачной, а главы — более равномерными по объёму, если бы главу 2 поделили на две главы — теоретическая часть (построение обоснование моделей, алгоритмы) и описание вычислительных экспериментов;
2. в работе не приводятся и даже не обсуждаются математические оценки вычислительной сложности рассматриваемых алгоритмов;
3. термин «дискретное распределение» предполагает наличие функции, определяющей вероятность того, что случайная дискретная величина принимает некоторое значение, в этом смысле используемый автором в п.1.3. и далее в работе термин «дискретное распределение» не совсем

корректен, поскольку речь в работе идет об эмпирическом гистограммном распределении;

4. шрифт в автореферате стоило сделать крупнее.

Соискатель Мхитарян Г.А. согласился с замечаниями.

Диссертационный совет считает, что диссертационная работа Мхитаряна Георгия Араиковича является самостоятельно выполненной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены важные результаты в области разработки математических моделей, алгоритмов решения задач оптимизации, вычислительных алгоритмов и программных комплексов. Диссертация удовлетворяет пункту 9 постановления Правительства РФ №842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения ученых степеней».

На заседании 24 сентября 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Мхитаряну Г. А. ученую степень кандидата физико-математических наук за решение научных задач в области адаптивного компьютерного тестирования и получение новых результатов, развивающих теорию ответа на задания в сторону использования времени ответа на задания тестов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 21, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Зам. председателя диссертационного совета
Д 212.125.04, д.ф.-м.н., профессор

А. И. Кибзун

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.04, к.ф.-м.н.

В. А. Рассказова

Начальник отдела УДС МАИ
Т.А. Аникина



24 сентября 2021 г.