

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МАТЕРИАЛЫ
Международной научной конференции
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ,
ТЕХНИЧЕСКИХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Томск, 28–30 мая 2020 г.

Под общей редакцией
кандидата технических наук И.С. Шмырина

Томск
Издательство Томского государственного университета
2020

ББК 22.17–22.19
УДК 519.2, 519.7, 519.8
T78

**ЧЛЕНЫ КОЛЛЕГИИ, РУКОВОДИТЕЛИ НАУЧНЫХ РЕДАКЦИЙ
ПО НАПРАВЛЕНИЯМ:**

д-р техн. наук, проф. **А.А. Глазунов** – научная редакция «Механика, математика»; д-р техн. наук, проф. **Э.Р. Шрагер** – научная редакция «Механика, математика»; д-р техн. наук, проф. **А.М. Горцев** – научная редакция «Информатика и кибернетика»; д-р техн. наук, проф. **С.П. Сущенко** – научная редакция «Информатика и кибернетика»; д-р физ.-мат. наук, проф. **В.Г. Багров** – научная редакция «Физика»; д-р физ.-мат. наук, проф. **А.И. Потекаев** – научная редакция «Физика»; д-р биол. наук, проф. **С.П. Кулижский** – научная редакция «Биология»; д-р геол.-минер. наук, проф. **В.П. Парначев** – научная редакция «Науки о Земле, химия»; канд. хим. наук, доц. **Ю.Г. Слижов** – научная редакция «Науки о Земле, химия»; д-р филол. наук, проф. **Т.А. Демешкина** – научная редакция «История, филология»; д-р ист. наук, проф. **В.П. Зиновьев** – научная редакция «История, филология»; д-р экон. наук, проф. **В.И. Канов** – научная редакция «Юридические и экономические науки»; д-р юрид. наук, проф. **В.А. Уткин** – научная редакция «Юридические и экономические науки»; д-р ист. наук, проф. **Э.И. Черняк** – научная редакция «Философия, социология, психология, педагогика, искусствознание»; д-р психол. наук, проф. **Э.В. Галажинский** – научная редакция «Философия, социология, психология, педагогика, искусствознание»

НАУЧНАЯ РЕДАКЦИЯ ТОМА:

д-р техн. наук, проф. **А.М. Горцев**, д-р техн. наук, проф. **С.П. Сущенко**, д-р физ.-мат. наук, доц. **Ю.Г. Дмитриев**, д-р физ.-мат. наук, доц. **С.П. Моисеева**, д-р физ.-мат. наук, проф. **В.В. Конев**, д-р техн. наук, проф. **А.Ю. Матросова**, д-р техн. наук, проф. **А.А. Назаров**, д-р техн. наук, проф. **К.И. Лившиц**, канд. техн. наук **С.А. Останин**, канд. физ.-мат. наук **А.С. Морозова**, канд. техн. наук **А.С. Шкуркин**, канд. техн. наук **И.С. Шмырин**.

T78 Труды Томского государственного университета. – Т. 305. Серия физико-математическая: Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем : материалы Международной научной конференции. Томск, 28–30 мая 2020 г. / под общ. ред. И.С. Шмырина. – Томск : Издательство Томского государственного университета, 2020. – 322 с.

ISBN 978-5-94621-970-9

Сборник содержит материалы Международной научной конференции «Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем», проводившейся 28–30 мая 2020 г. на базе Института прикладной математики и компьютерных наук Томского государственного университета. Материалы сгруппированы в соответствии с работавшими на конференции секциями.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов.

УДК 539.3.004
ББК 22,25.22.251.22.62

ISBN 978-5-94621-970-9

© Томский государственный университет, 2020

7. Sarabandi K., Senior T.B.A. Low-frequency scattering from cylindrical structures at oblique incidence // IEEE Transactions on GRS. 1990. Vol. 28, No. 5. P. 879-885.

8. *Дмитренко А.Г.* Численный метод исследования электромагнитного рассеяния структурами, содержащими тонкие проводники / *Дмитренко А.Г., Колчин В.А.* // Радиотехника и электроника. 2003. Том. 48, № 5. С. 545-551.

9. *Дмитренко А.Г.* Решение задачи электромагнитного рассеяния на тонком диэлектрическом цилиндре методом вспомогательных источников / *Дмитренко А.Г., Гольцварг Е.П.* // Радиотехника и электроника. 2011. Том.56, № 5. С. 600-607.

10. *Дмитренко А.Г.* Численный метод решения задачи электромагнитного рассеяния на тонких параллельных идеально проводящем и диэлектрическом цилиндрах / *Дмитренко А.Г., Балашова О.М.* // Материалы VI Международной молодежной научной конференции «Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем». Томск, 24-26 мая 2018 г.

11. *Дмитренко А.Г.* Программное обеспечение для решения задачи электромагнитного рассеяния на тонких параллельных идеально проводящем и диэлектрическом цилиндрах / *Дмитренко А.Г., Балашова О.М.* // Материалы VII Международной молодежной научной конференции «Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем». Томск, 23-25 мая 2019 г.

UX В НОВЫХ КАНАЛАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПРИЛОЖЕНИЕМ: ГОЛОСОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЧЕРЕЗ ЧАТ

Киреев Д.А., Литвинова Н.И., Попов Н.С., Морозова А.С., Шкуркин А.С.

Томский государственный университет

dima30051999@mail.ru, natgraham1864@gmail.com, popovns99@mail.ru

Введение

В настоящее время наблюдается рост популярности голосового взаимодействия с приложениями среди пользователей. Голосовые ассистенты от ряда крупных компаний всё сильнее закрепляются в жизни массового потребителя. Смарт-динамики или умные колонки, позволяющие упростить управление системами умного дома, сильнее подогрели интерес людей к голосовым помощникам.

1 Постановка задачи

Рассмотрим функционал банковских голосовых помощников, так как они расширяют потенциальный функционал ассистента в областях, связанных с финансами. Одной из основных проблем работы пользователя с ассистентами является скудный набор команд, которые они могут выполнять.

Задачей работы является рассмотрение имеющихся решений на рынке голосовых банковских помощников, а также расширение спектра возможного взаимодействия пользователя с приложениями, создание ряда паттернов для управления и навигации при помощи управления голосом и командами через чат.

2. Направления развития

Рассмотрим три области, что выделяются среди вариантов развития данного направления [1]. Первая из них, это финансовая информация. На данный момент, огромное количество финансовых учреждений становятся источником информации о рынке или перспективных фирмах. Яркий этому пример банк Morgan Stanley, который создал голосовое приложение, что позволяет клиентам легко получить доступ к их информации о рынке.

Вторая из рассматриваемых областей – банковское дело. Эта область является одной из наиболее распространенных для использования голосовых технологий в финансах. Сюда относятся: осуществление банковских операций, проверка остатка на счете, получение платежной информации, оплата счетов и т.д. Ярким примером данного направления развития является Erica от Bank of America [2], имеющая широкий спектр функций для помощи клиенту в работе с личными финансами.

И заключительная область – консультативная. В финансовой индустрии голосовые ассистенты начали использоваться для автоматизации задач обслуживания клиента и

повышения удобства. Замена операторов в колл-центрах, ответ пользователю на предусмотренные темы и вопросы, предоставление интересующей информации. Это сокращает затраты банка, а также увеличивает скорость принятия входящих заявок от клиентов и их обработку. Голосовой ассистент способен быстро и эффективно решить возникший вопрос. На случай, если потребитель не знает, как начать диалог с ботом, разработчики обучают искусственный интеллект задавать наводящие вопросы, работать в активном режиме, предугадывая желания пользователя, или рекомендуя потенциально интересные для него предложения. Из-за скудных, на данный момент, возможностей финансовых ассистентов, бот может не распознать запрос клиента. В таком случае голосовой помощник переводит обратившегося клиента на сотрудника call-центра.

Несмотря на большой прорыв в развитии голосовых помощников, эта технология все еще имеет скудный набор функционала.

3. Исследование потребностей потенциальных пользователей

Для глубокого понимания потребностей пользователей, в работе было проведено дневниковое исследование. Тридцать человек на протяжении недели записывали свои возникающие запросы, с которыми они сталкивались ежедневно, к гипотетически идеальному голосовому ассистенту.

В результате был получен внушительный объем запросов – от простых запросов о погоде, до сложных, требующих обработки крупного пласта информации.

Классификация запросов по их сложности:

- Простейшие запросы – в них входят вопросы о времени, погоде, просьба установить напоминание или будильник.
- Многошаговые запросы – требуют несколько действий для исполнения, включая взаимодействие с другими приложениями. Сюда входят: поиск места на карте, денежные переводы, покупка билетов, осуществление звонков, отправка сообщений, запуск и конфигурация приложений.
- Аналитические запросы – их успешное исполнение подразумевает обработку большого объема данных, аналитику и ответ, основанный на полученной информации. К данной категории относятся: сбор информации об аккаунте, расчет бюджета на выбранный определенный период, составление списка покупок на основе продуктов в холодильнике.

На первый взгляд, в разных группах имеются схожие запросы, но участники исследования добавляли различные уточнения, которые указывали на определенную классификацию и усложняли работу ассистенту. Пользователь может просто попросить заказать пиццу. Но если он захочет заказать самую дешёвую, с определёнными ингредиентами, и в пиццерии с хорошими отзывами, то ассистенту придётся провести небольшое исследование, чтобы успешно выполнить запрос.

На основе результатов исследования был составлен перечень типов запросов, расположенных в зависимости от их популярности (табл. 1).

Таблица 1

Перечень типов запросов

Напоминание	Напоминание о событиях, подписках, выплатах со сроком, расписание.	89%
Вывод информации	Вывод интересующей информации: запрос в поисковик, заметки, новости.	69%
Транзакции	Финансовые операции как заказ, бронирование, оплата и т.д.	69%
Общение	Звонок, сообщение	55%
Сбор информации	Формирование текстового файла, содержащего интересующую информацию об аккаунте. (Пример: выписка по счету, последние транзакции)	48%
Заметки	Запись идей, составление списка.	46%
Управление устройством	Запуск приложения на устройстве, обновление, перезагрузка.	12%
Интернет вещей	Взаимодействие с другим устройством	16%

Помимо поисковых запросов, установки будильника и вопросов о погоде, был зафиксирован интерес пользователей в финансовой сфере, а также интернете вещей. Ожидаемо среди запросов участников доминируют напоминания. Поисковые запросы оказались в равной степени востребованы, как и простые операции, связанные с финансовой сферой. Далее, с относительно небольшим разрывом, идут запросы на коммуникацию с другими пользователями, сбор определенной информации, такой как отчет о выплатах, тратах или статистика пользователя, и заметки. Наименее популярными оказались запросы, связанные с управлением устройством и интернет вещей, что возможно обусловлено отсутствием предметов быта для управления.

4. Функциональные требования и нефункциональные

На основе анализа имеющихся решений на рынке голосовых банковских ассистентов, и результата дневникового исследования, были определены следующие функциональные требования. Они предлагаются как основа для проектирования конкурентоспособного голосового помощника не только в финансовой сфере.

Функциональные требования:

1. Приложение должно предоставить возможность ведения естественного диалога с пользователем в текстовых и голосовых каналах.
2. Приложение должно определять тематику обращения.
3. Ассистент должен поддерживать контекст диалога.
4. Приложение должно содержать удобный интерфейс администрирования.
5. Наличие уведомлений о возможных тратах, благодаря прогнозной аналитике и обработке массивных пластов информации о пользователе.
6. Приложение должно оповещать о выплатах по кредиту, ипотеке и др.
7. Напоминания о повторяющихся или просроченных счетах/выплатах различного рода.
8. Приложение должно уточнять информацию у пользователя в случае неудачи в распознавании запроса.
9. Сбор информации об аккаунте для возможности предоставления отчетов о последних выплатах или расчётах.
10. Определение неожиданно высоких трат, благодаря детекции аномалий.
11. Блокировка/разблокировка карт по запросу пользователя.
12. Совершение покупок, с подтверждением оплаты от пользователя, голосовыми/текстовыми командами.

Помимо функциональных требований, также были выявлены и нефункциональные:

1. Приложение должно поддерживать интеграцию с телефонным каналом.
2. Интеграция с web-чатами.
3. Приложение всегда должно выдавать ответ на запрос пользователя.

Заключение

Если говорить о перспективе развития UX во взаимодействии с приложением через голосовое управление и чат, то цифровые ассистенты станут наиболее подходящей сферой для их реализации. Одной из основных проблем, которая была выделена при анализе предметной области - скудный набор функций, которые они могут выполнять.

При проектировании следует делать упор на обработку сложных команд с учётом множества информации, такой как контекст и данные о пользователе. Ассистент должен работать в активном режиме, зачастую предугадывая потребности пользователя, предлагать свой функционал. Потенциальное множество запросов гораздо обширнее, чем реализованное на данный момент.

В результате работы был проведен анализ рынка финансовых голосовых помощников. На основе анализа были выделены одни из лучших приложений, на которые стоит ориентироваться при создании собственного приложения [3,4].

Также было проведено исследование, которое заключалось в определении ежедневных потребностей потенциальных пользователей. В ходе данного исследования были выделены наиболее актуальные направления для разработки паттернов взаимодействия через голосовое управление или управлением через чат.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Matt Lang*. How Voice Assistance Will Change The Financial Services [Электронный ресурс] URL: <https://medium.com/voice-tech-podcast/how-voice-assistance-will-change-the-financial-services-industry-6448d060e486> (дата обращения: 20.08.2020)
2. Голосовой ассистент Erica: [Электронный ресурс] // Bank of America. URL: <https://promo.bankofamerica.com/erica/> (дата обращения: 20.08.2020).
3. *Киреев Д.А., Литвинова Н.И., Попов Н.С.* UX в новых каналах взаимодействия с приложением: голосовое управление и управление через чат // Информационные технологии: Материалы 58-й Междунар. науч. студ. конф. 10–13 апреля 2020 г. / Новосибир. гос. ун-т. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2020. С. 66.
4. *Rodionov A., Shkurkin A.* Multiplayer Blackjack // Труды Томского государственного университета. – Т. 304. Серия физико-математическая: Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем: материалы VII Междунар. молодежной науч. конф. Томск, 23-25 мая 2019 г. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2019. С. 342-345.

РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОГО КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «UNIGAME»

Лихоманов Т.Д., Безходарнов Н.И., Буторина Н.Б.

Томский государственный университет
lihomanov.t@mail.ru, nnatta07@mail.ru

Введение

В настоящее время многие люди очень загружены работой, и у них возникает потребность время от времени отдохнуть, переключать своё внимание. Этому способствует несложные и недолгие игры. Но по сей день на компьютеры таких приложений почти нет, что создаёт неудобства. По этой причине было решено реализовать собственное приложение, которое позволяло бы отвлечься от повседневных забот.

1. Постановка задачи

Целью работы является реализовать графическое приложение для компьютеров, являющееся небольшой развивающей игрой.

Требования к игре должны быть следующими: игра должна запускаться на компьютерах, она должна быть несложной, должна быть возможность закрытия игры в любой момент.

Для реализации данного приложения были поставлены следующие подзадачи:

1. Принять концепцию игры, которая бы удовлетворяла требованиям.
2. Разработать удобный интерфейс приложения для взаимодействия с пользователем.
3. Реализовать игру в виде компьютерной программы.

Для выполнения поставленной задачи было решено воспользоваться концепцией игры под платформу Android – «Пифагория». Она заключается в том, что пользователю даётся размеченная область для построения отрезков, на котором требуется решать какие-либо геометрические задания. Такая концепция была выбрана по той причине, что её можно реализовать по поставленным ранее требованиям.

2. Варианты построения приложений

После того, как концепция была принята, возникает вопрос о реализации в виде компьютерной программы. Прежде всего, перед каждым разработчиком стоит выбор: разрабатывать приложение только под одну платформу или делать его кроссплатформенным. На сегодняшний день существует немало платформ, под которыми работают

СОДЕРЖАНИЕ

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ, МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И СИСТЕМ СЕМАНТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	3
Головчинер М.Н., Рогожин А.С. Построение параметризованного человеческого манекена на основе швейных мерок	3
Гольшев В.К., Семенова Д.В. Методы и алгоритмы решения задачи поиска формальных понятий для бинарных и нечётких контекстов	11
Гузев И.В., Кабанова Т.В. GMDH сети с обратной связью	18
Дарибаева Н.Т. Прогнозирование объемов потребительского кредитования в коммерческом банке	26
Дубровин М.Г. Алгоритм отбора информативных параметров производительности для проактивного мониторинга сервера базы данных	29
Евсюткин И.В., Марков Н.Г. Прогноз значений дебитов скважин с использованием искусственных нейронных сетей	34
Ибрагимова Э.И., Семенова Д.В. Задачи исследования знаковых графов	40
Игольников Н.А., Марков Н.Г. Сверточные нейронные сети для семантической сегментации изображений в реальном времени	46
Кочетков Д.М., Бирюков А.А., Ермолаева А.М. Сравнительный анализ различных показателей цитирования для оценки и ранжирования конференций	52
Павлюченко М.В., Кабанова Т.В. Анализ ошибок бинарного классификатора текстов с применением мета-признаков	57
Седун Д.А., Гончарова Н.А. Формирование цифрового двойника города при участии горожан на примере интеллектуальных систем видеонаблюдения	66
Якимук Н.А., Головчинер М.Н. Распознавание нот в вокальном исполнении с резким изменением частот основного тона	71
II. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ	80
Багдалов П.Д., Пахомова Е.Г. Создание обучающей программы для формирования навыка определения характеристик кривых второго порядка и их построения	80
Безходарнов Н.И., Самохина С.И. Двухкомпонентное разложение кардиологической кривой	86
Дмитренко А.Г., Балашова О.М. Алгоритм и программа расчета электромагнитного рассеяния на тонких ортогональных идеально проводящем и диэлектрическом цилиндрах	90
Киреев Д.А., Литвинова Н.И., Попов Н.С., Морозова А.С., Шкуркин А.С. UX в новых каналах взаимодействия с приложением: голосовое управление и управление через чат	98
Лихоманов Т.Д., Безходарнов Н.И., Буторина Н.Б. Разработка графического кроссплатформенного приложения «Unigame»	101
Прилепова И.Д., Пахомова Е.Г. Создание обучающей программы по теме «Решение СЛАУ методом Гаусса»	107
Славянова Я.И., Лагерев Д.Г. Проектирование и разработка аналитической подсистемы для программного комплекса поддержки работы преподавателя вуза	112
Стародубцева М.О., Буторина Н.Б. Создание обучающей программы по дискретной математике "Различные представления булевой функции"	117

Сыч М.Б., Пахомова Е.Г. Создание обучающей программы для формирования навыка вычисления обратной матрицы.....	124
Трифонов С.А., Самохина С.И. Численные методы решения жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений при моделировании кинетики пластической деформации.....	129
Хамуев В.В., Буторина Н.Б. Разработка программного комплекса для одновременной (параллельной) доставки видео-контента в несколько сетей с поддержкой адаптивного битрейта	136
Чалых Е.П., Самохина С.И. Парсер для языка программирования RhineStone	142
Alimbaeva E.A., Balashova O.M., Keba A.V. Research of the Convergence of the Flexible Tolerance Method depending on the Parameters Values	146
III. ТЕСТИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЕПРИГОДНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ВЫСОКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	155
Бизяев Д.К. Обнаружение утечек ресурсов в списочных структурах произвольной вложенности и связности	155
Генрих В.В., Тренькаев В.Н. Обеспечение конфиденциальности «облачных» данных в защищенных СУБД	165
Матросова А.Ю., Чернышов С.В. Алгоритмы построения последовательности, доставляющей тестовые пары для робастно тестируемых PDFs с использованием операций над ROBDD-графами	169
Провкин В.А. Синтез вентильных схем, маскирующих неисправности, с использованием SAT-решателей.....	178
Сампилов А.А., Андреева В.В. Построение минимизированного проверяющего теста для системы безыбыточных ДНФ , ориентированное на сокращение расстояния по Хеммингу между соседними тестовыми наборами	188
Тычинский В.З., Андреева В.В. Получение тестовых пар для робастно тестируемых неисправностей задержек путей с использованием SAT-решателей	194
IV. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	201
Вилкина И.Ю., Дмитриев Ю.Г., Кошкин Г.М. Алгоритмы идентификации и прогнозирования для комбинированных моделей	201
Дмитриев Ю.Г., Ерёмкина Н.Л., Тарасенко В.Ф. Детерминационный анализ опросов по тестам Реддина	206
Змеев Д.О., Дмитриев Ю.Г. Применение статистических оценок в управлении проектами по разработке программного обеспечения.....	211
Иштуганов Р.А. Классификация современных портфельных теорий	216
Кодочигов А.В., Тарасенко В.Ф. Технология прикладного системного анализа решения проблем на предприятии в условиях ограничительных мер для населения	224
Пупков А.В. Численное сравнение процедур оценивания параметра авторегрессии с аддитивным шумом.....	229
Скрипин С.В., Дмитриев Ю.Г. Комбинированная оценка в классификации кардиограмм	233
Тюменцева Л.С., Зенкова Ж.Н. Анализ продаж товара с учетом аномального спроса	242

V. ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ, КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	249
Бурцева С.А., Хакимов А.А., Григорьева Т.В., Власкина А.В., Кочеткова И.А. Имитационная модель управляемого занятия ресурсов системы облачных вычислений из двух групп виртуальных машин	249
Гуркова В.М., Осипов О.А. Исследование split-merge системы с двумя классами требований и потерями	254
Даммер Д.Д., Федерягина П.В. Исследование дополнительно формируемого потока в системе с экспоненциальным обслуживанием и неограниченным числом приборов методом Марковского суммирования	260
Заварзин А.С., Осипов О.А. Разработка фреймворка дискретно-событийного моделирования.....	265
Ключникова П.Н., Пауль С.В. Исследование циклической системы с повторными вызовами	270
Морозова М.А., Пауль С.В., Назаров А.А. Модели телекоммуникационных систем связи в виде систем с повторными вызовами и вызываемыми заявками	277
Назаров А.А., Рожкова С.В., Титаренко Е.Ю. Исследование RQ-системы с обратной связью и неординарным пуассоновским входящим потоком	284
Рачис В.А. Реализация автоматизированной информационной платформы интернета вещей «Migran IoT».....	288
Удодова А.Э., Бесчастный В.А., Острикова Д.Ю. Модель обслуживания трафика одноадресных соединений в беспроводной сети на базе технологии "Новое Радио"	296
Федорова Е.А., Рожкова С.В., Воронина Н.М. Асимптотический анализ RQ-системы M/M/1 с ненадежным прибором	304
Шульгина К.С., Пауль С.В. Асимптотический анализ RQ-системы с вызываемыми заявками и ненадежным прибором	309
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	315

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ
Международной научной конференции
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ, ТЕХНИЧЕСКИХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

Томск, 28–30 мая 2020 г.

*Под общей редакцией
кандидата технических наук И.С. Шмырина*

Издание подготовлено в авторской редакции

Подписано в печать 29.12.2020 г. Формат 70×108 1/16
Печ. л. 20; усл. печ. л. 28.
Тираж 500 экз. Заказ № 4574.

Отпечатано на оборудовании
Издательства Томского государственного университета
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
Тел. 8+(382-2) 52-98-49
Сайт: <http://publish.tsu.ru>; e-mail: rio.tsu@mail.ru

ISBN 978-5-94621-970-9

