

Научная статья
УДК 334.723.6
DOI: 10.25683/VOLBI.2025.73.1462

Yulia Borisovna Bubnova
Candidate of Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Finance and Financial Institutions,
Baikal State University
Irkutsk, Russian Federation
23bal@mail.ru

Юлия Борисовна Бубнова
кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры
«Финансы и финансовые институты»,
Байкальский государственный университет
Иркутск, Российская Федерация
23bal@mail.ru

КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ КРУПНЫХ КОМПАНИЙ

5.2.3 — Региональная и отраслевая экономика

Аннотация. Статья посвящена вопросам применения квантовых технологий для оптимизации работы крупных компаний и банков с портфелями инвестиций. Последние годы крупнейшие российские компании, такие как ОАО РЖД, ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть» и др., реализуют долгосрочные проекты с большими бюджетами, финансирование для которых найти и обеспечить достаточно проблематично, особенно в условиях ограничения бюджетного финансирования. Финансовый сектор России, обеспечивающий возможности для финансирования таких проектов, вынужден справляться с внешними угрозами и санкциями. Им на помощь приходят современные технологии, среди которых особую роль занимают квантовые вычисления.

В статье рассматривается практика использования данных технологий в крупном бизнесе, возможности таких технологий. Особое внимание уделяется применению квантовых технологий в управлении рисками крупных проектов, благодаря которым сложные и точные вычисления осуществляются в более короткие сроки, что позволяет ускорить решение сложных многофакторных задач по рас-

чету рисков и определению инструментов их минимизации, оптимизировать распределение ресурсов, логистику, портфели инвестиций. Данные технологии будут использоваться и при передаче и защите информации. Но для успешного внедрения и развития квантовых технологий требуются соответствующая инфраструктура и высококлассные специалисты, что в свою очередь требует от государства помощи и поддержки в масштабировании уже имеющихся наработок в области квантовых технологий, создании и развитии научно-исследовательских лабораторий, перестройки системы образования для подготовки необходимых специалистов.

Научная новизна исследования состоит в определении роли квантовых технологий в современной проектной деятельности. Результаты исследования могут быть полезны как предприятиям, так и банкам при разработке крупных проектов, в целях управления рисками.

Ключевые слова: квантовые технологии, квантовые вычисления, проекты, управление рисками, госкорпорации, финансирование проектов, оптимизация, технологическая безопасность, высококлассные специалисты, инфраструктура

Для цитирования: Бубнова Ю. Б. Квантовые технологии в управлении рисками проектов крупных компаний // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 4(73). С. 97—103. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.73.1462.

Original article

QUANTUM TECHNOLOGIES IN PROJECT RISK MANAGEMENT OF LARGE COMPANIES

5.2.3 — Regional and sectoral economy

Abstract. This article explores the application of quantum technologies to optimize the work of large companies and banks with investment portfolios. In recent years, major Russian companies such as Russian Railways, Gazprom, and Rosneft have been implementing long-term projects with large budgets, for which finding and securing funding is a challenge, especially in conditions of limited budget financing. Russia's financial sector, which provides funding for such projects, has to cope with external threats and sanctions. Modern technologies are coming to their aid, with quantum technologies playing a particularly important role.

This article examines the practical application of these technologies in large businesses and their potential. Special attention is paid to the use of quantum technologies in risk mana-

gement of large projects, thanks to which complex and accurate calculations are carried out in a shorter time, which makes it possible to speed up the solution of complex multifactorial tasks of calculating risks and determining tools for minimizing them, optimizing resource allocation, logistics, and investment portfolios. These technologies will also be used in the transmission and protection of information. However, for the successful implementation and development of quantum technologies, appropriate infrastructure and highly qualified specialists are required, which in turn requires government assistance and support in scaling up existing developments in the field of quantum technologies, creating and developing research laboratories, and restructuring the education system to train the necessary specialists.

The scientific novelty of this study lies in defining the role of quantum technologies in modern project activities. The results of this research can be useful for both enterprises and banks in developing large-scale projects and for risk management purposes.

For citation: Bubnova Yu. B. Quantum technologies in project risk management of large companies. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2025;4(73):97—103. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.73.1462.

Введение

Актуальность. Сегодня крупнейшие компании нашей страны реализуют крупномасштабные проекты в различных областях. Традиционно, в рейтинге российских компаний по объему капитальных вложений на первых строчках компании с госучастием, такие как ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть», ОАО «РЖД». В первой десятке по объемам инвестиций находятся такие компании, как ПАО «Транснефть», ПАО «Сбербанк», АО «Атомэнергпром», Группа «Россети», ПАО «ВТБ», Компания «Лукойл» и «Арктик СПГ 2». С 2023 г. многие из них стали существенно сокращать бюджеты проектов. Основными причинами стали изменение макроэкономических показателей, рыночной конъюнктуры и сокращение возможностей привлечения финансирования. Масштабная трансформация российской экономики в условиях санкционных ограничений не сможет обойтись без реализации таких проектов. В этой связи актуален поиск путей оптимизации расходов при реализации проектов, а также расширение источников их финансирования. Современные технологии предлагают новые и эффективные инструменты. Исследование возможностей квантовых технологий в управлении рисками при реализации крупномасштабных проектов, а также расширении источников финансирования является весьма актуальным. Это позволит компаниям и государству оптимизировать расходы на проекты, создать условия для обеспечения технологичной конкурентной экономики нашей страны.

Изученность проблемы. Современные технологии существенно трансформируют экономические процессы, внедряясь во все сферы жизнедеятельности человека. В последнее время в научной литературе появляется всё больше исследований, посвященных вопросам применения квантовых технологий в экономике. Большинство авторов, среди которых Е. В. Ширинкина и А. А. Волкорез [1], А. А. Халидов, А. Р. Юнусов, М. А. Борлакова [2], Е. Р. Серов и С. А. Васильев [3; 4], Я. И. Никонова [5], В. А. Иванюк [6], А. В. Ахмаров, А. У. Байдарова и А. А. Потапов [7], исследуя квантовые вычисления, отмечают их особую роль в развитии финансовой отрасли и крупного бизнеса, считая, что они значительно повышают эффективность моделирования сложных систем и процессов, «ускоряют решение задач оптимизации ресурсов, логистики и финансов, работу с большими данными с использованием моделей искусственного интеллекта» [4, с. 250]. По мнению ряда авторов, «одной из областей использования квантовых вычислительных технологий является экономический анализ. Он включает в себя моделирование финансовых рынков, прогнозирование цен на товары и услуги, оптимизация производственных процессов, создание рекомендаций пользователям и другие задачи, требующие обработки большого объема данных» [8]. Использование квантовых технологий для развития телекоммуникационных сетей и обеспечения безопасности передачи данных исследовались в работах Е. Р. Серова и С. А. Васильева [4], Я. И. Никоновой и А. В. Серо-

Keywords: quantum technologies, quantum computing, projects, risk management, state corporations, project financing, optimization, technological security, highly qualified specialists, infrastructure

вой [5], В. И. Салыгина и Д. С. Лобова [9], Л. Ю. Барановой и Т. С. Ягъи [10]. Вопросам управления базами данных на основе квантовых технологий уделялось внимание в исследовании Н. К. Гаджиева и М. А. Магомедова [11], а также в трудах вышеупомянутых авторов (см.: [6—8]). Проблемы и риски при внедрении данных технологий в бизнес исследовались в работе И. А. Василенко [12], К. Ю. Никольской [13], И. Б. Родиной [14].

Целесообразность разработки темы. В условиях современных геополитических вызовов и внешнего давления наша экономика должна быть устойчивой и технологичной, что требует больших капитальных вложений в наукоемкие производства, в создание современной инфраструктуры для применения прорывных технологий. Современные наработки в области квантовых вычислений уже позволяют использовать их в интересах бизнеса. Поэтому исследование зарубежной и отечественной практики использования квантовых технологий, выявление возможностей их внедрения при реализации крупномасштабных проектов отечественных корпораций, имеет теоретическую и практическую значимость.

Исходя из этого, **целью** исследования является определение возможностей современных технологий в оптимизации расходов путем использования квантовых вычислений при управлении рисками проектов крупных компаний для обеспечения технологичной конкурентной экономики нашей страны. В этой связи в рамках данного исследования были поставлены **задачи**: рассмотрение бюджетов проектов крупных компаний, с целью выявления тенденции и причин их сокращения, а также необходимости использования современных технологий для их реализации; исследование практики применения квантовых технологий в бизнесе для обоснования их использования при управлении рисками, оптимизации расходов и расширении инструментов финансирования проектов компаний; выявление проблем, препятствующих развитию и внедрению квантовых технологий в проектную и инвестиционную деятельность российских компаний, и определение направлений их решения.

Научная новизна исследования состоит в развитии концепции технологического суверенитета: выявление и решение ключевых проблем, препятствующих внедрению квантовых технологий, определяющих технологическую безопасность нашей страны и возможности для развития конкурентной экономики.

Теоретическая значимость исследования состоит в определении роли квантовых технологий в современной проектной деятельности, развивая научные знания о методах и инструментах риск-менеджмента.

Практическая значимость заключается в предложении использования при разработке и реализации проектов квантовых технологий в управлении рисками крупных проектов, благодаря возможности ускорения решения сложных многофакторных задач по расчету рисков и определению инструментов их минимизации, оптимизации

распределения ресурсов, логистики. Применение данных технологий позволит обеспечить реализацию таких проектов с меньшими затратами, а также создаст условия для более широкомасштабного их внедрения в бизнесе.

Методология исследования. Основная часть работы строилась с применением общенаучных методов, таких как сбор данных и их анализ, обобщение и синтез.

Основная часть

В рейтинге российских компаний по объему капитальных вложений за 2017—2021 гг. на первом месте ПАО «Газпром». Его крупнейшими проектами за последнее время были: «Сила Сибири», «Северный поток — 2», «Турецкий поток». Объем инвестиций второй компании в рейтинге — ПАО «Роснефть» — составил 5,9 трлн руб. Это были вложения в покупку и разработку таймырских нефтегазовых месторождений. Третье место с инвестициями 3,4 трлн руб. — у ОАО «РЖД», основные вложения направлены на расширение инфраструктуры на Восточном полигоне страны.

В 2022—2024 гг. данные компании реализовывали не менее амбициозные и дорогостоящие инфраструктурные проекты. Так, ПАО «Газпром», реализовывал программы по энергоснабжению и повышению энергоэффективности, по газификации российских регионов, запустил комплекс по производству, хранению и отгрузке сжиженного природного газа станции «Портовая», опережающими темпами шла реализация строительства магистрального газопровода «Сила Сибири — 2».

ПАО «Роснефть» реализовывал проект «Восток Ойл» на Таймыре, предполагающий ввод в промышленную разработку месторождений углеводородов и их транспортировку по Северному морскому пути. Кроме того, реализовывал лесоклиматические проекты, а также проекты по научным исследованиям Арктики. В 2023 г. компания расширила программу по изучению и сохранению видов-биоиндикаторов арктического региона, в 2024—2027 гг. исследования пройдут на севере Красноярского края.

ОАО «РЖД» реализовывал проекты по развитию железнодорожной инфраструктуры Центрального транспортного узла, строительству новой магистрали Северного широтного хода, модернизации БАМа и Транссиба. При этом существенную часть средств для реализации данных проектов было выделено из Фонда национального благосостояния.

С 2023 г. многие компании стали существенно сокращать бюджеты проектов. Газпром в 2023 г. сократил объем инвестиций на 14,5 % (334 млрд руб.). Фактический объем инвестиций в 2024 г. был уменьшен на 20 % по сравнению с запланированными цифрами. Компания сохраняет вложения в такие приоритетные проекты, как добыча газа на полуострове Ямал и на Дальнем Востоке, строительство магистрального газопровода «Сила Сибири», проекты по газификации российских регионов. Причиной этому стало изменение макроэкономических показателей и рыночной конъюнктуры — снижение цен на газ в первом полугодии 2023 г., как следствие, снижение поступлений в бюджет средств от продажи газа.

Совет директоров ОАО «РЖД» утвердил инвестиционную программу на 2025 г. на 40 % меньше, чем было озвучено в 2024 г., исходя из источников финансирования. Секвестр бюджета проектов коснулся расходов на реконструкцию и модернизацию БАМа и Транссиба: предпо-

лагается инвестиции в проект урезать в пять раз — с 360 до 75 млрд руб. Причинами такой ситуации стало сокращение возможностей финансирования: собственные ресурсы корпорации ограничены доходами, темп роста которых сокращается, и большим объемом обязательств, а безвозмездная государственная поддержка сокращается.

Для того чтобы оптимизировать расходы по проекту можно использовать современные технологии. Кроме того, они предлагают и новые, более эффективные инструменты для финансирования.

Например, нейрокомпьютеризация производственных процессов в 2020—2021 гг. позволила ПАО «Газпром» «увеличить свою монетизацию на 23 % и укрепить свои позиции среди конкурентов на международных рынках данной сферы и других институтов сектора потребительского спроса и предложения» [15, с. 274].

Последние годы всё больше обсуждается вопрос о развитии и внедрении в бизнес-процессы компаний квантовых технологий. Данные технологии предоставляют более эффективные инструменты в поиске оптимальных решений при распределении ресурсов, планировании маршрутов и графика производства в короткие сроки, а также в управлении рисками. Квантовые компьютеры могут определять оптимальную последовательность работ, которая может снизить затраты на проект.

Примеры успешных внедрений квантовых вычислений уже есть в мировой практике. По данным исследования Фонда «Росконгресс» «Квантовые технологии для государства и бизнеса: настоящее и будущее» (https://cdnweb.roscongress.org/upload/medialibrary/4b2/29ivbrarcw5pr4m-3macgwra2p1kx2c1y/FTF23_bookA4_05_preview.pdf), самый загруженный морской порт в США (г. Лос-Анджелес) использует «программный комплекс на основе алгоритмов искусственного интеллекта и квантовой оптимизации, для оптимизации загрузки морского терминала и организации взаимодействия с транспортными компаниями». Концерн *BMW* оптимизирует «систему закупок и поставок производственных компонентов с помощью квантового компьютера. Аналогичный эксперимент в 2020 г. провела компания *Toyota*: было продемонстрировано определение маршрута поставок с наименьшими расходами на распространение из миллионов потенциальных вариантов закупки деталей у сотен поставщиков и их доставки через несколько транзитных складов на десятки заводов».

В условиях ограниченности государственных ресурсов альтернативными источниками могут стать займы на финансовом рынке: как банковские кредиты, так и облигационные займы, а также займы посредством выпуска цифровых финансовых активов. Банкам для более точной оценки кредитных и инвестиционных рисков, эмитентам — инвестиционных рисков необходимо знать и просчитывать все возможные варианты реализации проектных возможностей и влияние внешних условий.

В этом могут помочь квантовые технологии, которые многократно повышают производительность ИТ-систем. Система управления рисками включает в себя ряд этапов: идентификацию рисков, их оценку, выбор методов управления рисками. Каждый из этапов предполагает математическое моделирование, прогнозирование вероятности наступления благоприятного или неблагоприятного события и финансовых последствий этих событий. Квантовые алгоритмы способны не только быстрее и точнее решать подобного рода задачи, но упростить решение

в рамках экономического моделирования для более сложных задач. Сегодня уже ряд компаний внедряет эти технологии в свои бизнес-процессы. Так, по данным информационного портала о блокчейне и криптовалюте «Блокчейн24», «JPMorgan экспериментирует с квантовыми решениями для оптимизации и управления рисками. HSBC объявил о сотрудничестве с IBM в 2022 году для изучения возможностей использования квантовых вычислений для ценообразования, оптимизации портфеля и снижения рисков» (<https://www.block-chain24.com/articles/kak-kvantovye-vychisleniya-povliyayut-na-finansovuyu-otrasl>).

Обученные нейросети способны предложить — как бизнесу, так и финансовому сектору — стратегии оптимизации, которые будут учитывать множество качественных и количественных факторов — как экономических, так и политических, экологических, социальных и др. Более того, квантовые алгоритмы способны учитывать увеличивающееся количество простых и сложных факторов, которые влияют на стоимость финансовых активов. Современные программные инструменты не могут решать такие задачи. Существующие на сегодняшний день квантовые компьютеры уже решают подобные задачи оптимизации, где необходимо найти минимальное значение многомерной функции, в распределении ресурсов и планировании маршрутов. Благодаря высокой скорости обработки данных квантовые алгоритмы, на основе квантовой оценки амплитуды, способны быстро генерировать всевозможные варианты развития таких событий. Внедрение таких технологий позволит ускорить решение сложных многофакторных задач по расчету рисков.

Применение квантовых технологий может предоставить эффективный инструмент для ценообразования активов. Оценка стоимости любого финансового актива, будь то акция или облигация, основана на сложном математическом моделировании. Чаще всего используется метод Монте-Карло, предполагающий моделирование событий с неопределенной вероятностью. Данный метод позволяет в зависимости от различных ситуаций на рынке смоделировать большое количество вариантов стоимости финансового актива. Квантовое моделирование Монте-Карло способно оценивать стоимость и моделировать более сложные финансовые активы, такие как опционы или фьючерсы, которые имеют нелинейные выплаты.

Так, для определения будущей цены контрактов срочного рынка опциона (например, опциона) необходимо учитывать множество рыночных факторов, сложно поддающиеся оценке. Возможных вариантов изменения цен контрактов под влиянием разных факторов, которые можно спрогнозировать также очень много. «Квантовые алгоритмы способны анализировать миллионы комбинаций почти мгновенно, находя лучшее решение» [2, с. 131].

Наши банки уже начали успешно внедрять такие технологии. Так, АО «Газпромбанк» совместно со специалистами «Российский квантовый центр» применяют данные технологии для обучения моделей искусственного интеллекта и обработки больших данных, что позволяет им оптимизировать портфель инвестиций по риску и доходности. «Квантовый трейдинг — это процесс предсказания изменения цен на рыночные активы, в разы более точный (по сравнению с «классическим» трейдингом), учитывающий множество сложных факторов, влияющих на стоимость активов, и более защищенный» [4, с. 250].

Использование современных технологий помогает и в привлечении ресурсов для реализации проектов. В последнее время у компаний появилась возможность привлечения ресурсов путем выпуска цифровых финансовых активов. В 2023 г. ОАО «РЖД» привлекло 15 млрд руб. в форме цифровых финансовых активов у «ВТБ Факторинга», сроком обращения 180 дней под 8,45 % годовых для привлечения оборотного капитала. Площадкой для эмиссии и выкупа актива стала платформа «Мастерчейн», основанной на использовании технологии распределенного реестра и смарт контрактов. Такая платформа позволяет: «с большей эффективностью и безопасностью проводить сделки; сокращать издержки при выпуске цифровых инструментов; упрощать процедуры раскрытия информации...» [16, с. 1526].

Развитие квантовых технологий, создание и широкое применение квантовых компьютеров, может стать причиной для развития нового вида кибермошенничества. Данные технологии могут быть использованы злоумышленниками для взломов информационных систем, которые, на сегодняшний момент защищены самыми современными методами шифрования. Для организаций финансового рынка, особенно для банков, риск взлома является одним из ключевых операционных рисков, т. к. они несут ответственность за сохранность персональных данных и денежных средств клиентов. По данным того же исследования Фонда Росконгресс: «Постквантовая криптография — это эффективный метод защиты данных государства и бизнеса от атак с применением квантовых компьютеров... В России у бизнес-заказчиков уже есть ряд успешных кейсов по пилотной интеграции технологий постквантовой криптографии. Например, на Уральском форуме “Кибербезопасность в финансах 2023” Банком ВТБ был протестирован первый в России экспериментальный ВКС-сервис (сервис Видео-конференцсвязи) с постквантовой защитой».

«В Газпромбанке и Сбербанке (Сбере) активно тестируют технологии квантового распределения ключей (КРК-метод распределения симметричных ключей между узлами сети связи), существенно повышающие криптостойкость классических методов шифрования (устойчивых к кибератакам, с применением как классических, так и квантовых компьютеров) и автоматизирующие процесс распределения ключей, исключая так называемый человеческий фактор. Газпромбанк и Сбер также активно инвестируют в стартапы по квантово-устойчивым решениям» [4, с. 252]. Большинство технологичных российских банков используют программные решения для поддержки своих сервисов, в которые относительно легко интегрируются новые технологии, в т. ч. квантовые, делая банковские сервисы более устойчивыми и защищенными. Крупнейшие банки для обеспечения собственной кибербезопасности начали «планировать задачи интеграции в высоконагруженные каналы криптографических решений, устойчивых к перспективным атакам с использованием квантовых компьютеров и квантовых технологий» [4, с. 252].

Для успешного и всестороннего внедрения данных технологий, их интеграции в банковский и корпоративный бизнес необходимо две основные составляющие: квантовая инфраструктура (квантовые сети и квантовые компьютеры (точнее, возможности их производства) и высококвалифицированные специалисты.

В современных сложных геополитических условиях Россия не имеет право проигрывать в данном направлении, т. к. от этого зависит наша технологическая безопасность и возможность для развития конкурентной экономики.

Ряд стран уже приняли долгосрочные программы развития квантовых технологий и приступили к строительству необходимой инфраструктуры на национальном уровне. Согласно исследованию Фонда «Росконгресс», «лидерами по государственным инвестициям являются Китай (15 млрд долл.), ЕС (7,5 млрд долл.) и США (около 5 млрд долл.). При этом в США квантовые вычисления развиваются в первую очередь с помощью частных компаний, Европа делает ставку на университеты и научно-исследовательские центры, Китай — на государственные лаборатории, Россия — на госкорпорации».

В 2020 г. в России создана Национальная квантовая лаборатория. Она реализует проекты с крупнейшими госкорпорациями:

- Госкорпорация «Росатом» занимается созданием и развитием квантовых компьютеров;
- ОАО «РЖД» создает квантовые коммуникации;
- ПАО «Газпромнефть» отвечает за разработку квантовых алгоритмов;
- АО «Газпромбанк» занимается финансовой поддержкой стартапов и развитием квантовой сети.

В декабре 2022 г. между ОАО «РЖД» и Правительством РФ было заключено соглашение о намерениях, обеспечивающее развитие направления «Квантовые коммуникации» до 2030 г. Задачей ОАО «РЖД» в данном направлении является создание и развитие квантовой сети, которую она строит на основе своих оптоволоконных линий. По данным РИА «Новости» от 15 декабря 2023 г., по итогам 2023 г. протяженность квантовой сети ОАО «РЖД» составила более 3 200 км, были объединены такие города, как Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону, Казань и др. В декабре 2024 г. магистральная квантовая сеть ОАО «РЖД» получила положительные заключения регулятора в рамках процедуры сертификации. Это позволит расширить число сервисов, передаваемых по квантовой сети, в т. ч. применять ее в тех сферах, где порядок организации защиты каналов передачи данных определен законодательством.

Лидером в области квантовых технологий является Китай. На его территории создана крупнейшая оптоволоконная квантовая сеть между Пекином и Шанхаем. В этих крупнейших городах страны сосредоточено большое количество промышленных и технологических компаний. По оценкам, порядка 150 компаний из разных сфер экономики подключены к данной сети. В 2021 г. прорывным событием в Поднебесной в области квантовых технологий стал запуск спутниковой квантовой сети, которая обеспечила защищенный обмен информацией на расстоянии до 4 600 км. Уже сегодня в стране успешно реализуются проекты по производству необходимого оборудования для развития инфраструктуры оптоволоконной и спутниковой квантовой связи. Аналогичный проект реализуется и в Европейском союзе. К 2027 г. там планируется создать единую европейскую квантовую сеть, которая будет объединять 27 стран. Согласно вышеупомянутому исследованию Фонда «Росконгресс», «в США уже построена коммерческая квантовая оптоволоконная сеть Бостон — Нью-Йорк — Вашингтон длиной 800 км. В Республике Корея при участии национального телеком-оператора *SK Telecom* и швейцарского вендора *ID Quantique* к 2025 г. появится квантовая сеть протяженностью 2 000 км».

Таким образом, с одной стороны, ОАО «РЖД» реализует крупномасштабный проект по развитию квантовых коммуникаций, с другой — его реализация и масштабирования обеспечит следующие возможности оптимизации финансирования и повышения эффективности реализации других масштабных проектов. Квантовая сеть ОАО «РЖД» может быть использована в различных отраслях, особенно в банковском секторе — для защиты каналов обмена данными, совершенствования платежей, трейдинге, управлении рисками.

Что касается другой составляющей — высококвалифицированных специалистов, то здесь тоже есть свои сложности. Необходимы специалисты, обладающие компетенциями и знаниями в различных областях: физики, информатики, электронной инженерии.

Несмотря на то, что советско-российская школа квантовой физики является одной из лучших в мире, на счету ее ученых в данном направлении несколько Нобелевских премий, она существенно пострадала в 90-х годах, когда был массовый отъезд ученых за границу.

Тренд, взятый нашей страной на восстановление классического естественно-научного направления в вузах, качественной подготовке школьников по математике и физике начал давать свои результаты. Если в 2018 г., по результатам опроса «Российской газеты», физику среди предметов по выбору на ЕГЭ выбирали 9 %, то в 2025 г., по данным сайта «Наука.РФ», — 16,43 %. В настоящее время уже разработаны образовательные программы в области квантовых технологий в ведущих вузах России. Благодаря реализации Федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» в ведущих вузах страны произошло «значительное увеличение бюджетных мест на специальности и направления, связанные с подготовкой кадров в цифровой среде, отмечалось при наборе студентов на 1-й курс в 2023/24 учебном году» [17, с. 72].

В корпоративном университете ПАО «Сбербанк» реализуется программа магистерской подготовки «Индустриальные квантовые технологии» для подготовки специалистов по квантовому программированию и инженерии. В разработке данной программы принимали участие специалисты компании «СберОбразование» (участник проекта «Сколково») и НИТУ МИСИС.

За счет грантов федерального проекта «Цифровые технологии» осуществляется поддержка научных исследований, проводимых профильными вузами. Благодаря такой поддержке уже достигнуты определенные результаты, представленные в исследовании Фонда «Росконгресс»:

- в Физическом институте РАН был создан 16-кубитный процессор на ионах;
- Московским физико-техническим институтом была представлена демонстрационная схема 8-кубитного квантового симулятора на сверхпроводниках;
- МГУ им. М.В. Ломоносова разработаны экспериментальный образец 4-кубитного квантового компьютера на основе фотонных чипов и 16-кубитного квантового компьютера на нейтральных атомах.

Все это дает основания предполагать, что создаваемые условия для развития квантовых технологий в России, в ближайшем будущем обеспечить нашу экономику новым поколением высококлассных специалистов, которые совместно с состоявшимися российскими и возвращающимися из-за границы отечественными учеными, позволят обеспечить лидерство нашей страны в направлении квантовых технологий.

Заключение, выводы

Таким образом, квантовые технологии имеют огромный потенциал для бизнеса. В ближайшие годы более эффективные инструменты, основанные на квантовых технологиях, будут внедряться в систему управления рисками как проектной, так и инвестиционной деятельности крупнейших компаний. Квантовые алгоритмы способны обеспечить поиск оптимальных решений при распределении ресурсов, учитывать увеличивающееся количество простых и сложных факторов, которые влияют на вероятность возникновения тех или иных событий, быстро генерировать всевозможные варианты развития таких событий. Внедре-

ние таких технологий позволит ускорить решение сложных многофакторных задач по расчету рисков и определению инструментов их минимизации. Данные технологии будут использоваться и при передаче и защите информации. Но для успешного внедрения и развития квантовых технологий требуется необходимая инфраструктура и высококлассные специалисты. Что требует перестройки системы образования: возрождения классического естественнонаучного направления в вузах, качественной подготовке школьников по математике и физике. Также государственной поддержки в масштабировании уже имеющихся разработок в области квантовых технологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Волкорез А. А., Ширинкина Е. В. Квантовый искусственный интеллект как технология, способная изменить рынки и бизнес-модели // Журнал монетарной экономики и менеджмента. 2024. № 3. С. 83—88. DOI: 10.26118/2782-4586.2024.91.63.012.
2. Халидов А. А., Юнусов А. Р., Борлакова М. А. Квантовые вычисления: революция в бизнесе и шаг в будущее // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. № 11. Т. 15. С. 130—135. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.11.15.018.
3. Серов Е. Р. Ключевые тренды применения квантовых технологий в российском банковском бизнесе в среднесрочной перспективе // Смирновские чтения — 2023 : сб. материалов XXII Междунар. науч.-практ. конф. СПб. : Междунар. банк. ин-т им. Анатолия Собчака, 2023. Ч. 1. С. 8—11.
4. Серов Е. Р., Васильев С. А. Применение квантовых технологий в банковском бизнесе // Экономика и управление. 2023. Т. 29. № 3. С. 248—255. DOI: 10.35854/1998-1627-2023-3-248-255.
5. Никонова Я. И., Серова А. В. Прогноз развития квантовых технологий в России и их влияние на экономику и общество // Транспортное дело России. 2025. № 2. С. 24—29.
6. Иванюк В. А. Нейросетевое моделирование в экономике и финансах // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2020) : тр. Тринадцатой Междунар. конф. М. : ИПУ РАН, 2020. С. 828—831. DOI: 10.25728/mlsd.2020.0828.
7. Ахмаров А. В., Байдарова А. У., Потапов А. А. Квантовые вычисления: перспективы и вызовы для бизнеса // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Т. 13. № 11А. С. 580—589.
8. Крепышев Д. А., Лыгнев Н. Н., Косников М. С., Бурусова В. Е. Роль квантовых вычислений в экономическом анализе // Научный журнал КубГАУ. 2023. № 194. URL: <https://ej.kubagro.ru/2023/10/pdf/06.pdf>.
9. Салыгин В. И., Лобов Д. С. Перспективы применения технологий квантового распределения ключей на примере объектов нефтегазовой отрасли // Друкерский вестник. 2023. № 1(51). С. 246—253. DOI: 10.17213/2312-6469-2023-1-246-253.
10. Баранова Л. Ю., Ягья Т. С. Информационно-коммуникационные технологии как системообразующая часть цифровой экономики // Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 31—42.
11. Гаджиев Н. К., Магомедов М. А., Абдулмукуминова Э. М. Управление базами данных на основе облачных, квантовых, блокчейн-технологий и технологий обработки больших данных // Журнал прикладных исследований. 2023. № 8. С. 45—50.
12. Василенко И. А. Квантовые киберугрозы и их воздействие на безопасность критической информационной инфраструктуры // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». 2025. Т. 14. № 3. С. 240—248. DOI: 10.26583/vestnik.2025.3.6.
13. Никольская К. Ю. Кибербезопасность и квантовые технологии: риски и угрозы // Цифровые технологии и право : сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. : в 6 т. Казань : Познание, 2024. Т. 6. С. 30—33.
14. Родина И. Б. Перспективы применения квантовых технологий в развитии крупного бизнеса РФ в условиях геополитических угроз // Фундаментальные исследования. 2023. № 1. С. 76—80. DOI: 10.17513/fr.43423.
15. Штиллер М. В., Трушкевич И. М. Нейро-компьютеризация как вызов цифровой экономики // Baikal Research Journal. 2023. Т. 14. № 1. С. 267—277. DOI: 10.17150/2411-6262.2023.14(1).267-277.
16. Кубасова Т. И. Альтернативное финансирование предпринимательства в условиях цифровизации российской экономики (на примере цифровых прав) // Baikal Research Journal. 2024. Т. 15. № 4. С. 1515—1529. DOI: 10.17150/2411-6262.2024.15(4).1515-1529.
17. Поздеева С. Н., Зайчикова И. В. Вузовская подготовка IT-специалистов в современных условиях // Известия Байкальского государственного университета. 2024. Т. 34. № 1. С. 71—77. DOI: 10.17150/2500-2759.2024.34(1).71-77.

REFERENCES

1. Volkorez A. A., Shirinkina E. V. Quantum artificial intelligence as a technology capable of changing markets and business models. *Zhurnal monetarnoi ekonomiki i menedzhmenta = Journal of Monetary Economics and Management*. 2024;3: 83—88. (In Russ.) DOI: 10.26118/2782-4586.2024.91.63.012.
2. Khalidov A. A., Yunusov A. R., Borlakova M. A. Quantum computing: a revolution in business and a step into the future. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2024;11-15:130—135. (In Russ.) DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.11.15.018.
3. Serov E. R. Quantum technologies in the banking business. *Smirnov Readings – 2023. Proceedings of the XXII International scientific and practical conference*. Saint Petersburg, Anatoly Sobchak International Banking Institute publ., 2023;1: 8—11. (In Russ.)

4. Serov E. R., Vasiliev S. A. Application of quantum technologies in banking. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2023;29(3):248—255. (In Russ.) DOI: 10.35854/1998-1627-2023-3-248-255.
5. Nikonova Ya., Serova A. The forecast of the development of quantum technologies in Russia and their impact on the economy and society. *Transportnoe delo Rossii = Transport business in Russia*. 2025;2:24—29. (In Russ.)
6. Ivanyuk V. A. Neural network modeling in economics and finance. *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh sistem = Management of large-scale systems (MLSD'2020). Proceedings of the 13th International scientific conference*. Moscow, V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences publ., 2020:828—831. (In Russ.) DOI: 10.25728/mlsd.2020.0828.
7. Akhmarov A. V., Baidarova A. U., Potapov A. A. Quantum computing: prospects and challenges for business. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra = Economics: yesterday, today and tomorrow*. 2023;13(11A):580—589. (In Russ.)
8. Krepyshchev D. A., Litnev N. N., Kosnikov M. S., Burusova V. E. The role of quantum computing in economic analysis. *Nauchnyi zhurnal KubGAU = Scientific Journal of KubSAU*. 2023;194. (In Russ.) URL: <https://ej.kubagro.ru/2023/10/pdf/06.pdf>.
9. Salygin V. I., Lobov D. S. Prospects for the application of quantum key distribution technologies on the example of oil and gas industry. *Drukerovskij vestnik*. 2023;1(51):246—253. (In Russ.) DOI: 10.17213/2312-6469-2023-1-246-253.
10. Baranova L. Yu., Yagya T. S. Information and communication technologies as a system-forming part of the digital economy. *Peterburgskii ekonomicheskii zhurnal = Petersburg Economic Journal*. 2023;1:31—42. (In Russ.)
11. Hajiyevev N. K., Magomedov M. A., Abdulkuminova E. M. Database management based on cloud, quantum, blockchain technologies and big data processing technologies. *Zhurnal prikladnykh issledovaniy = Journal of Applied research*. 2023;8:45—50. (In Russ.)
12. Vasilenko I. A. Quantum cyber threats and their impact on the security of critical information infrastructure. *Vestnik natsional'nogo issledovatel'skogo yadernogo universiteta "MIFI"*. 2025;14(3):240—248. (In Russ.) DOI: 10.26583/vestnik.2025.3.6.
13. Nikolskaya K. Yu. Cybersecurity and quantum technologies: risks and threats. *Tsifrovyye tekhnologii i pravo = Digital Technologies and Law. Collection of scientific papers of the III International scientific and practical conference*. Kazan, Poznanie, 2024;6:30—33. (In Russ.)
14. Rodina I. B. Prospects for the use of quantum technologies in the development of large business in the Russian Federation in the context of geopolitical threats. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research*. 2023;1:76—80. (In Russ.) DOI: 10.17513/fr.43423.
15. Shtiller M. V., Trushkevich I. M. Neurocomputerization as a Challenge of the Digital Economy. *Baikal Research Journal*. 2023;14(1):267—277. (In Russ.) DOI: 10.17150/2411-6262.2023.14(1).267-277.
16. Kubasova T. I. Alternative Financing of Entrepreneurship in the Context of Digitalization of the Russian Economy (Using the Example of Digital Rights). *Baikal Research Journal*. 2024;15(4):1515—1529. (In Russ.) DOI: 10.17150/2411-6262.2024.15(4).1515-1529.
17. Pozdeeva S. N., Zaichikova I. V. Training of IT Specialists at the University in Modern Conditions. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*. 2024;34(1):71—77. (In Russ.) DOI: 10.17150/2500-2759.2024.34(1).71-77.

Статья поступила в редакцию 02.10.2025; одобрена после рецензирования 06.11.2025; принята к публикации 10.11.2025.
The article was submitted 02.10.2025; approved after reviewing 06.11.2025; accepted for publication 10.11.2025.