

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу  
Качана Дмитрия Александровича «**Модели и алгоритмы управления  
электронным документооборотом в системе образования с  
использованием блокчейн**», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ,  
управление и обработка информации.

### **1. Соответствие диссертации специальности и отрасли наук, по которым она представлена к защите.**

Содержание диссертационной работы в части предложенной, его  
программной реализации (п. 1-5 основных положений, выносимых на  
защиту) соответствует технической отрасли науки и специальности 05.13.01  
– Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), а  
именно:

п.3 Критерии и модели описания и оценки эффективности решения  
задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и  
обработки информации.

п.4 Методы и алгоритмы решения задач системного анализа,  
оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

п.5 Специальное математическое и программное обеспечение систем  
анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки  
информации.

### **2. Актуальность темы диссертации.**

Развитие инфокоммуникационных технологий все шире проникает в  
различные сферы деятельности. Важное место занимают информационно-  
коммуникационные технологии в сфере образования, которая касается  
каждого жителя Республики Беларусь. Речь идет об электронных  
образовательных ресурсах, кадровом обеспечении, информационном  
управлении процессами в системе образования: учебным заведением;  
документооборотом, персоналом, образовательным контентом, управление  
учебно-образовательным процессом и др.

При большом многообразии работ в области информационного  
обеспечения различных процессов актуальным является создания моделей,  
новых методов и алгоритмов на их основе управления, повышающих  
эффективность информационного управления в сфере образования. Одним из  
направлений по решению поставленных задач является использование новых  
подходов и технологий, в частности, технологии распределенных реестров  
(блокчейн). Как справедливо замечено в диссертации, использование  
блокчейн технологии характерно для финансовой сферы, в системе же  
образования данная технология используется крайне редко, хотя опыт ее  
применение в финансовой сфере свидетельствует о ее эффективности.

В настоящее время существует определенный разрыв в планировании учебными заведениями подготовки кадров для отраслей экономики и потребностями потенциальных работодателей. Данный разрыв характерен не только для Республики Беларусь, но и для других стран, включая высокоразвитые.

В связи с развитием информационных технологий и их повсеместным внедрением обострилась проблема роста количества поддельных документов об образовании.

В этой связи проблема разработки моделей и алгоритмов управления документооборотом в системе образования с использованием технологии блокчейн, подтверждающих достоверность документов об образовании повышающих эффективность взаимодействия учреждения образования с потребителями образовательных услуг, является актуальной.

### **3. Степень новизны результатов и научных положений, выносимых на защиту.**

Основные результаты и научные положения, представленные в работе, являются новыми и получены автором впервые.

В работе получены следующие новые научные результаты:

1. Предложен новый подход к информационному управлению в образовании с использованием технологии блокчейн типа Ethereum, в результате реализации которого появилась возможность подтверждения достоверности выданных документов об образовании и оперативного изменения выпуска специалистов в соответствии с требованиями работодателей.

2. Разработаны алгоритмы генерации цифрового документа и подтверждения его достоверности об образовании на основе технологии блокчейн, исключающие подделку документов, которые в отличие от известных подходов позволяют в качестве третьей стороны использовать OID-классификатор.

3. Разработана обобщенная структура мультисистемной системы и алгоритмы для ее реализации для оценки кадрового потенциала предприятия и мониторинга образовательного процесса подготовки специалистов в учреждениях образования, которые в отличие от известных использует технологию блокчейн (транзакции в сети блокчейн для хранения дайджестов в создаваемых блоках, размещение смарт-контрактов), что обеспечивает более эффективное взаимодействие между предприятием и учебным заведением при трудоустройстве специалистов.

4. Разработана графическая модель взаимосвязи блокчейн и девяти базисных факторов системы образования, отличающаяся от известных решений набором самих факторов и весовых коэффициентов на линиях связи этих факторов с учетом специфики системы образования.

5. Реализовано и апробировано специальное программное обеспечение на основе разработанных моделей и алгоритмов, позволяющее формировать электронный документ об образовании, а также обеспечить подтверждение достоверности выданного документа с использованием технологии блокчейн, что показывает перспективность ее использования в нефинансовых областях экономики.

#### **4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Представленные в диссертации научные результаты обоснованы и достоверны, так как базируются на положениях теории системного анализа, теории множеств, аппарата линейных динамических систем и аппарата нечеткой математики и не противоречат результатам, опубликованным другими авторами.

Выводы достаточно аргументированы, обоснованы результатами проведенных исследований и отражают научные положения, представленные в диссертации.

Степень новизны представленных моделей и алгоритмов можно оценить как развитие и уточнение уже известных положений и результатов.

Абсолютно новым является предложенный автором подход, основанный на использовании технологии блокчейн для повышения эффективности информационного управления в образовании.

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается имеющимися публикациями и актами внедрения.

#### **6. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.**

1. *Научная значимость.* Основными научными результатами диссертационной работы являются новый подход к информационному управлению в образовании с использованием технологии блокчейн, в результате реализации которого появилась возможность подтверждения достоверности выданных документов об образовании и оперативного изменения выпуска специалистов в соответствии с требованиями работодателей, а также алгоритмы генерации цифрового документа и подтверждения его достоверности об образовании, структуры, алгоритмы и программные средства на основе умных контрактов, интеллектуальных агентов, OID-классификаторов.

*Практическая значимость* состоит в разработке практических рекомендаций по использованию технологии блокчейн в системе образования для подтверждения достоверности выданных документов об образовании, а также установление более тесных контактов между учреждениями образования

и работодателями по подготовке и выпуске специалистов путем заключения «умных» контрактов.

*Экономическая значимость* полученных результатов заключается в разработке специального программного обеспечения на основе разработанных моделей и алгоритмов, позволяющее формировать электронный документ об образовании, а также обеспечить подтверждение достоверности выданного документа с использованием технологии блокчейн.

*Социальная значимость* полученных результатов состоит заключается в использовании результатов диссертации в НИР ОАО «Гипросвязь», способным повысить качество исследований в разработке и внедрении процессов цифровизации общества.

## **7. Опубликованность результатов диссертации в научной печати.**

По результатам выполненных исследований, представленных в диссертации, опубликовано 18 научных работ, в том числе 6 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Республики Беларусь для опубликования результатов научных исследований, 2 статьи в научных журналах, 10 статей в сборниках материалов докладов научных конференций. Общий объем публикаций по теме диссертации, составляет 5,1 авторских листов.

Все положения диссертации, выносимые на защиту, а также разделы диссертации и автореферата отражены в опубликованных материалах.

Из наиболее значимых публикаций можно выделить следующие:

Качан, Д. А. Развитие Республиканской информационно-образовательной среды / Д. А. Качан, П. А. Лис, М. В. Мирончик // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2 (3). – С. 46–52.

2. Лис, П. А. Формирование информационной системы управления в секторе образования и развитие системы образования Беларуси на основе опыта Эстонии / П. А. Лис, Д. А. Качан, В. И. Слиж, А. Б. Бельский // Цифровая трансформация. – 2018. – № 4 (5). – С. 5–15

3. Качан, Д. А. Технологии распределенных реестров и перспективы их использования в системе образования / Д. А. Качан // Цифровая трансформация. – 2018. – Т. 4, № 4 (5). – С. 44–55.

4. Вишняков, В. А., Управление интернет-маркетингом в системе образования с использованием блокчейн технологий / В. А. Вишняков, Д. А. Качан // Доклады БГУИР. – 2020. – № 2. – С. 30–36.

5. Качан, Д. А. Подход и модели применения технологии распределённых реестров для подтверждения достоверности документов в образовании / Д. А. Качан, В. А. Вишняков // Доклады БГУИР. – 2020. – № 7. – С. 14-23.

6. Качан Д. А. Оценка воздействия применения технологии распределенных реестров в системе образования с использованием

## 7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Оформление диссертации и автореферата соответствует Инструкции о порядке оформления диссертации, диссертации в виде научного доклада, автореферата диссертации и публикаций по теме диссертации.

Объем диссертации соответствует установленным требованиям. Разбиение диссертации по главам и их содержание соответствует поставленным целям и задачам. Выводы отражают основные результаты исследования.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы, выводам и положениям, выносимым на защиту.

## 8. Замечания по диссертации.

В качестве недостатков необходимо отметить следующие.

1. В первом положении, выносимом на защиту, предлагается процессная модель управления в образовании, обеспечивающая подтверждение достоверности документов об образовании и отличающаяся балансировкой выпуска специалистов под потребности цифровой экономики. Как в (2.1) учитывается технология блокчейн? Почему это все только для цифровой экономики? В чем смысл термина «цифровой»? Почему нельзя использовать термин просто «экономика»?

2. Выражением (2.3) описывается переход  $\sigma$  состояния сети блокчейн в состояние  $\sigma+1$  с использованием функции перехода  $Y$ . Тот же переход в  $\sigma+1$  на стр.53, формула (2.4), уже описывается другой функцией перехода –  $\Pi$ . В чем смысл такого обозначения, если там и там  $\sigma$ ?

3. В диссертации автор ссылается на OID-идентификаторы и предлагает использовать их в качестве доверенной третьей стороны, что является новым подходом для организации информационного управления в образовании. Однако применение такого подхода должно быть корректным. Так, на стр. в таблице 2.1. приведены OID-идентификаторы обозначений территориального деления Республики Беларусь, где г. Минску присвоен идентификатор №5. Но у нас ведь г. Минск обозначается цифрой 7.

4. В 3.5 представлена оценка эффективности применения блокчейн в образовании. На стр.101 приведена зависимость изменения значений выбранных автором девяти факторов во времени. При этом не пояснено, что такое матрица весов  $W_{ji}$ , что означает  $j$  и  $i$ , как эта матрица формируется. То же самое относится и к пороговой функции  $f$ .

Здесь же представлена модель взаимодействия блокчейн и системы образования и результаты моделирования (рис. 3.15). Саму модель и совокупность составляющих ее факторов можно отнести к новым научным

результатам, однако построение таблиц 3.3, 3.4, 3.5 и итоговой таблицы 3.6 слабо поясняется. В этой связи вызывает сомнение увеличение условных показателей системы образования до 5 % при использовании технологии блокчейн, так как это увеличение показано только на графике (кривые 1-9).

5. Положения и выводы подкреплены экспериментальными исследованиями, которые были проведены в виртуальной сети блокчейн сети из 10 участников, при этом были задействованы только 3 участника. Это лабораторный эксперимент и делать какие-то выводы по его результатам не совсем некорректно.

## **9. Соответствие соискателя научной степени, на которую он претендует.**

Анализ содержания диссертации, используемых методик исследования, полученных результатов и их интерпретация показывает, что научная квалификация *Качана Дмитрия Александровича* соответствует ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации.

## **10. Заключение**

Представленные выше замечания не снижают общую ценность работы и ее квалификационную значимость. Диссертационная работа Качана Д.А. «Модели и алгоритмы управления электронным документооборотом в системе образования с использованием блокчейн» по уровню проведенных исследований и полученных результатов, их научной новизны и практической значимости является завершенной квалификационной работой, которая отвечает требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В соответствии с п. 21 Положения о присуждении ученых степеней и присвоения ученых званий, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь 17.11.2004 № 560 (в редакции Указа Президента Республики Беларусь 02.06.2022 № 190) Качан Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации за получение новых научно обоснованных результатов, включающих:

1. Новый подход к информационному управлению в образовании с использованием технологии блокчейн типа Ethereum, в результате реализации которого появилась возможность подтверждения достоверности выданных документов об образовании и оперативного изменения выпуска специалистов в соответствии с требованиями работодателей.

2. Алгоритмы генерации цифрового документа и подтверждения его достоверности об образовании на основе технологии блокчейн, исключаящие подделку документов, которые в отличие от известных подходов позволяют в качестве третьей стороны использовать OID-классификатор.

3. Структуру мультиагентной системы и алгоритмы для ее реализации для оценки кадрового потенциала предприятия и мониторинга образовательного процесса в учреждениях образования, которые в отличие от известных использует технологию блокчейн (транзакции в сети блокчейн для хранения дайджестов в создаваемых блоках, размещение смарт-контрактов), что обеспечивает более эффективное взаимодействие между предприятием и учебным заведением при трудоустройстве специалистов.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой информационных  
радиотехнологий учреждения образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Н.И. Листопад

