

ОТЗЫВ

официального оппонента Первадчука Владимира Павловича на диссертацию Вавиловой Дайаны Дамировны

«Методика, модели и алгоритмы программного обеспечения для анализа и прогноза динамики человеческого капитала», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах»

Актуальность избранной темы исследования

Диссертация Вавиловой Д.Д. посвящена развитию и уточнению математических моделей, используемых для анализа и прогноза важнейшего фактора экономического роста регионов – человеческого капитала. Совершенствование методики, моделей и алгоритмов анализа и прогноза динамики человеческого капитала особенно актуально в период развития цифровых технологий. Внедрение принципов и алгоритмов, а также системного подхода к анализу и прогнозу показателей социально-экономических процессов способствует скорейшему становлению цифровой экономики. Математический инструментарий адаптивного прогнозирования позволяет своевременно корректировать программу стратегического развития, а также осуществлять построение более точных сценариев развития региональных экономик. С учетом вышесказанного, задача разработки информационно-аналитической системы анализа и прогноза динамики человеческого капитала, в которой реализуются адаптивные алгоритмы моделирования и прогнозирования, является актуальной.

Анализ содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Вавиловой Д.Д. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 147 наименований и 5 приложений. Материалы диссертационного исследования изложены на 157 страницах., содержат 56 рисунков и 25 таблиц.

Во **введении** соискатель обосновывает актуальность исследования, описывает степень научной разработанности тематики, формирует цель, задачи, объект и предмет исследования, территориальные и хронологические рамки исследования, представляет научную новизну, теоретическую и практическую значимость исследования, реализацию результатов, степень их достоверности и апробации, формирует предмет защиты, свой личный вклад и выносимые на защиту положения.

В **первой главе** «Математические модели и методы анализа и прогноза динамики показателей социально-экономических процессов» приводится обзор существующих подходов к определению понятия человеческого капитала и к его оценке (качество жизни, объем инвестиций, способность к инновационной деятельности, стоимость товаров, работ и услуг, которые может произвести работник), по результатам которого сделан вывод, что в настоящее время отсутствует методика количественной оценки, анализа и прогноза человеческого капитала с учетом его качества. Также автором рассматриваются основные математические методы и модели анализа и прогноза показателей социально-экономических процессов, обосновывается необходимость использования нейросетевых алгоритмов для построения адаптивных прогнозов.

Во **второй главе** «Моделирование количественных и качественных составляющих человеческого капитала» соискатель представляет оригинальные математические модели оценки количественных и качественных составляющих человеческого капитала. Предложенные автором модели позволяют проводить структурно-динамический анализ социальных групп населения по качественным признакам. Выполнено моделирование демографической динамики и динамики социальных групп населения по уровню образования, здоровья и культуры на примере статистических данных социально-экономической системы Удмуртской Республики за период 2000-2020 годы.

В **третьей главе** «Моделирование и прогнозирование человеческого капитала с использованием нейросетевого алгоритма» представлена оригинальная методика моделирования и прогнозирования человеческого капитала с учетом качественной структуры населения. Математическая модель количественной оценки человеческого капитала учитывает демографическую структуру населения и временно-возрастное распределение капиталовложений в его качественные составляющие: образование, здоровье, культуру. Разработанный адаптивный нейросетевой алгоритм применяется для прогнозирования количественных и качественных составляющих человеческого капитала с учетом влияния факторов внешней среды региональной социально-экономической системы. Алгоритм прогнозирования показал свою эффективность: учет факторов внешней среды во входных данных позволил снизить погрешность прогнозирования составляющих человеческого капитала на 7-9 %.

Четвертая глава «Анализ результатов численных исследований на примере Удмуртской Республики» посвящена разработке новой информационно-аналитической системы для решения задач моделирования, прогнозирования и параметрических исследований показателей социально-

экономических процессов региона, в том числе человеческого капитала. Представлены результаты численных исследований на примере статистических данных по Удмуртской Республике. Проведен параметрический анализ развития человеческого капитала при различных комбинациях входящих факторов. Изложен опыт внедрения и использования результатов исследования в научно-образовательном процессе ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» и в рабочем процессе АНО «Цифровая экономика Удмуртской Республики».

В **заключении** соискателем изложены выводы и основные результаты диссертационного исследования.

В **приложениях** приведены акты внедрения результатов диссертационного исследования, свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, интерфейс и модули разработанного программного обеспечения.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов

Автором в диссертации изложены новые научно обоснованные модели, алгоритмы и программное обеспечение, позволяющие решать задачи моделирования, прогнозирования и параметрических исследований человеческого капитала населения региона. Научная новизна диссертационной работы Вавиловой Д.Д. заключается в том, что:

1) была разработана оригинальная математическая модель количественной оценки человеческого капитала, отличающаяся от известных моделей комплексным учетом вклада качественной структуры населения в составляющие человеческого капитала: образование, здоровье и культуру;

2) впервые был реализован вычислительный нейросетевой алгоритм для прогнозирования показателей социально-экономических процессов региона с учетом влияния факторов внешней среды;

3) была создана новая информационно-аналитическая система адаптивного прогнозирования и параметрических исследований показателей социально-экономической системы, включающая, в отличие от существующих, определение величины и динамики человеческого капитала населения;

4) было впервые выполнено комплексное исследование показателей социально-экономических процессов Удмуртской Республики, позволяющее оценить влияние количественных и качественных характеристик различных групп населения на динамику человеческого капитала.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Выводы и положения, выносимые соискателем на защиту, логично вытекают из содержания диссертационной работы.

Достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов не вызывают сомнений и в достаточной мере подтверждаются корректным применением общенаучных методов исследований (анализа, синтеза, дедукции, индукции, сравнения, абстрагирования), методов статистической обработки данных, алгоритмов математического моделирования и прогнозирования, методов машинного обучения, практическим использованием в компании АНО «Цифровая экономика Удмуртской Республики», в высшем учебном заведении ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», что подтверждается соответствующими документами.

Основные результаты исследований отражены в 22 публикациях, в числе которых 2 статьи Web of Science, 3 статьи Scopus, 6 статей в научных изданиях из перечня ВАК РФ. Соискателем получены 3 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ.

Значимость и использование полученных результатов, полученных в диссертационной работе

Теоретическая значимость работы Вавиловой Д.Д. заключается в развитии математических моделей и алгоритмов оценки количественных и качественных составляющих человеческого капитала населения. Предложена методика оценки и прогноза величины и динамики человеческого капитала с учетом факторов внешней среды социально-экономической системы региона.

Практическую значимость результатов исследования составляют разработанные математические модели, алгоритмы и программное обеспечение. Информационно-аналитическая система прогноза показателей социально-экономических процессов может быть рекомендована для оперативной работы Министерству экономики, Министерству образования и науки, Министерству социальной политики и труда, Министерству по делам молодежи и др. Особую ценность имеет вычислительный нейросетевой алгоритм прогнозирования социально-экономических показателей, учитывающий влияние факторов внешней среды, что повышает точность прогноза. Кроме того, представленная методика и разработанное программное обеспечение в значительной степени позволяют сократить временные издержки, связанные с анализом и построением прогнозов исследуемых показателей, что подтверждается актами внедрения.

Замечания по диссертационной работе

1. В пункте 1.4 на стр.28–29, где указаны критерии оценивания адекватности прогнозных моделей, отражены три показателя (индекс корреляции расчетных и статистических значений моделируемого показателя, индекс детерминации, средняя относительная погрешность), при этом не ясно в каком диапазоне они должны изменяться, чтобы можно было говорить о высокой точности прогноза.

2. В пункте 2.1 на стр. 38 диссертации описано, что расчет демографических характеристик на временно-возрастной плоскости проводится по «явно-неявной схеме с односторонними разностями», при этом отсутствует исследование сеточной сходимости данного численного метода решения дифференциальных уравнений.

3. В пункте 3.1 на стр.72–74 представлен стоимостной подход к оценке величины человеческого капитала, учитывающий финансовые вложения в капитал образования, здоровья и культуры населения, при этом не ясно, учитывается ли запаздывание при освоении указанных капиталовложений?

4. В работе диссертант привел данные по Удмуртской Республике, но отсутствует сравнение уровней и динамики показателей социально-экономических процессов, включая человеческий капитал, различных регионов Российской Федерации. Такой анализ позволил бы выявить новые закономерности и корреляционные связи этих показателей с развитием региональных экономик, что имело бы практическое значение.

Последнее замечание можно считать пожеланием на будущее. В целом, сделанные замечания не снижают научной и практической ценности проведенного диссертационного исследования и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Вавиловой Д.Д. представляет собой научно-квалификационную работу, написана на актуальную тему, отличается научной новизной и практической значимостью, имеет законченный характер, выполнена на высоком научно-техническом уровне.

Автором в диссертации предложены новые модели, алгоритмы и программное обеспечение, позволяющие проводить анализ и прогноз показателей социально-экономических процессов, в том числе человеческого капитала населения, что способствует повышению эффективности принятия

решений государственными органами и ведомствами при разработке региональных программ развития территорий.

Содержание диссертации соответствует пунктам 5, 7 и 8 паспорта специальности 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах»: «Разработка специального математического и программного обеспечения систем управления и принятия решений в социальных и экономических системах»; «Разработка методов идентификации в организационных системах на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации»; «Разработка методов и алгоритмов анализа и синтеза организационных структур».

Считаю, что диссертационная работа Вавиловой Д.Д. «Методика, модели и алгоритмы программного обеспечения для анализа и прогноза динамики человеческого капитала» удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор, Вавилова Дайана Дамировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах».

Профессор кафедры прикладной математики ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», доктор технических наук, профессор

Первадчук
Владимир
Павлович

Докторская диссертация защищена по специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий (технические науки).

Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29.

Телефон (приемная): +7 (342) 2-198-333.

E-mail: pervadchuk@mail.ru.

Веб-сайт: <https://pstu.ru>.

Подпись Первадчука В.И. заверено
Ученый секретарь
Ученого Совета ПНИПУ
канд. ист. наук, доцент
прооькпг



В.И. Макаревич
05.09.2022

В.И. Макаревич