

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.268.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 29.09.22 № 20

О присуждении Вавиловой Дайане Дамировне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика, модели и алгоритмы программного обеспечения для анализа и прогноза динамики человеческого капитала» по специальности 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах» принята к защите 05 июля 2022 г. (протокол № 12) диссертационным советом Д 212.268.05, созданным на базе ТУСУРа (634050, г. Томск, пр. Ленина, 40), Приказ о создании диссертационного совета № 1236/нк от 12.10.2015 г.

Соискатель Вавилова Дайана Дамировна, 1990 года рождения, в 2014 г. окончила Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова (ИжГТУ имени М.Т. Калашникова). С 2014 по 2021 г. обучалась в аспирантуре ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Работает старшим преподавателем кафедры прикладной математики и информационных технологий в ИжГТУ имени М.Т. Калашникова.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной математики и информационных технологий ИжГТУ имени М.Т. Калашникова.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук профессор Кетова Каролина Вячеславовна, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий ИжГТУ имени М.Т. Калашникова.

Официальные оппоненты: Первадчук Владимир Павлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»; Марухина Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент отделения информационных технологий инженерной школы информационных технологий и робототехники Национального исследовательского Томского политехнического университета, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» (УдГУ), в своем положительном заключении, рассмотренном на расширенном научно-техническом семинаре кафедры цифровых инженерных технологий, составленном председателем научного семинара д.т.н., профессором Колодкиным Владимиром Михайловичем (протокол № 6 от 18 августа 2022 г.) и утвержденном проректором по научной работе и программам стратегического развития д.э.н., профессором Макаровым Александром Михайловичем, указала что диссертационная работа Вавиловой Д.Д. является законченной научно-квалификационной работой, в которой поставлена и решена научно-техническая задача анализа и прогноза показателей социально-экономических процессов в регионе, включая человеческий капитал. Работа имеет существенное значение как в части развития математических моделей и алгоритмов оценки количественных и качественных составляющих человеческого капитала населения, так и в области управления и прогнозирования социально-экономических показателей, что соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы по теме диссертации, в том числе 6 работ, опубликованных в журналах, входящих в список ВАК, и 5 работ, опубликованных в журналах, индексируемых Scopus и/или Web of Science. Общий объем – 10,7 п.л., авторский вклад – 5,0 п.л. Получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Наиболее значимые работы:

1. Кетова К.В., Русяк И.Г., Вавилова Д.Д. Математическое моделирование и нейросетевое прогнозирование структуры и динамики человеческого капитала РФ // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2020. № 53 (4). С.13-24.

2. Кетова К.В., Вавилова Д.Д. Оценка тенденций изменения человеческого капитала социально-экономической системы на основе применения алгоритма нейросетевого прогнозирования // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т.13. №6. С.126-142.

3. Ketova K.V., Kasatkina E.V., Vavilova D.D. Development of an effective adaptive forecasting system based on the combination of neural network and genetic algorithm // Journal of Physics: Conference Series. 2021. №1889(3). 032029.

4. Касаткина Е.В., Вавилова Д.Д. Информационно-аналитическая система прогнозирования обобщающих показателей социально-экономического развития региона // Проблемы управления. 2015. №4. С.25-34.

На диссертацию и автореферат поступило 5 положительных отзывов из следующих организаций: МИРЭА-Российский технологический университет, г. Москва (Гродзенский Сергей Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры информационных технологий); Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, (Панюков Анатолий Васильевич, д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник управления научной и инновационной деятельности); Институт механики Удмуртского федерального исследовательского центра Уральского отделения РАН, г. Ижевск (Тарасов Валерий Васильевич, д.т.н., главный научный сотрудник); Тольяттинский государственный университет (Сафронов Александр Иванович, д.ф.-м.н., профессор кафедры прикладной математики и информатики); Национальный исследовательский Томский государственный университет (Нежелская Людмила Алексеевна, д.ф.-м.н., профессор кафедры прикладной математики).

В отзывах на диссертацию и автореферат указаны следующие основные замечания: из работы не совсем ясно, учитывались ли такие факторы внешней среды, как политическая обстановка, нестабильность экономики РФ, инфляционные процессы и т.д.; нет сравнения адекватности разработанного нейросетевого алгоритма с другими известными математическими методами прогнозирования; во второй главе автор использовал конечно-разностную схему для решения дифференциальных уравнений в частных производных, следовало бы провести исследование сеточной сходимости использованного численного метода для определения погрешности расчетов; не очевидно, в каком диапазоне должны изменяться показатели оценивания адекватности прогнозных моделей (индекс корреляции расчетных и статистических значений моделируемого показателя, индекс детерминации, средняя относительная погрешность), чтобы можно было говорить о высокой точности прогноза; в работе 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; отсутствует сравнение уровней и динамики показателей социально-экономических процессов, включая человеческий капитал, различных регионов Российской Федерации; полезно было бы рассмотреть предложенные отечественными и зарубежными исследователями модели для количественной оценки человеческого капитала населения в целях получения более полной картины современного состояния изучаемой темы; не обоснован выбор архитектуры нейронной сети, нет сравнения точности прогнозирования с использованием нейронных сетей различных архитектур; недостаточное внимание уделено

вопросу сравнения разработанной информационно-аналитической системы с другими программными продуктами; отсутствует прогнозная оценка изменения валового регионального продукта в зависимости от сценарных прогнозов развития человеческого капитала; проводился ли анализ выбора метода решения и его сравнение с другими возможными методами задачи прогнозирования; из текста автореферата непонятно, из каких соображений определено число скрытых слоев и нейронов в нейросетевой модели; каким образом определялась совокупность входных данных при обучении нейронной сети (объемы инвестиций в человеческий капитал, индикаторы социально-экономического развития и пр.); не ясно, как определены коэффициенты распределения рождений, смертности и миграционного взаимодействия при моделировании демографической динамики.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.т.н. проф. Первадчук В.П. является известным специалистом в области прогнозирования и управления производственно-технологическими и социально-экономическими процессами; к.т.н. доцент Марухина О.В. является признанным специалистом в области разработки моделей и алгоритмов управления на основе обработки данных и машинного обучения, что подтверждается списками опубликованных работ по теме диссертации.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что Удмуртский государственный университет имеет высококвалифицированных специалистов в области разработки моделей, алгоритмов и программного обеспечения для управления в социальных и экономических системах, которые имеют достаточный объем публикаций по тематике диссертации в ведущих изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– *разработана оригинальная методика* моделирования и прогнозирования величины человеческого капитала, позволившая учитывать влияние временных и возрастных изменений демографической структуры и распределение капиталовложений в ее качественные составляющие: образование, здоровье и культуру;

– *показана перспективность* использования разработанного программного обеспечения при формировании научно обоснованных региональных программ социально-экономического развития в условиях цифровизации экономики.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

– *построена математическая модель* количественной оценки величины и динамики человеческого капитала с учетом его качества, вносящая вклад в развитие математических моделей социально-экономических систем;

– изучены факторы, влияющие на величину и динамику человеческого капитала региональной социально-экономической системы, и причинно-следственные связи между его составляющими;

– проведена модернизация нейросетевого алгоритма для прогнозирования показателей социально-экономических процессов, обеспечивающая повышение точности прогноза.

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

– создана информационно-аналитическая система прогноза показателей социально-экономических процессов, которая позволяет сократить временные издержки, связанные с анализом и построением прогнозов исследуемых показателей;

– определены перспективы практического использования результатов диссертации при формировании программ социально-экономического развития территорий;

– внедрены методика прогноза рождаемости, смертности, естественного прироста, миграции населения; методика оценки взаимосвязи производственных ресурсов и конечного выпуска продукции; имитационное сценарное моделирование для расчета перспективной динамики человеческого капитала в зависимости от объема инвестиций при реализации национальных проектов «Цифровая экономика».

Предложенные соискателем модели и алгоритмы использовались в учебном процессе ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, в научном процессе при выполнении проекта ИжГТУ имени М.Т. Калашникова № 01.04.04/18ККВ от 29.12.2018 г. по теме исследования: «Анализ демографических процессов и исследование динамики человеческого капитала региона (на примере Удмуртской Республики)» и в рабочем процессе АНО «Цифровая экономика Удмуртской Республики» при Правительстве РФ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что идея количественной оценки человеческого капитала базируется на обобщении опыта и анализа его в качестве главного производительного фактора роста экономики. Обоснованность результатов обеспечена применением научной методологии и использованием современных методов математического моделирования и прогнозирования, достоверность методов – оценкой их точности. Полученные результаты согласуются с публикациями в периодических научных изданиях по тематике исследования.

Личный вклад соискателя состоит в участии на всех этапах проведения исследования. Математическая постановка задачи оценки и прогнозирования человеческого капитала с учетом его качества, а также анализ ре-

зультатов, полученных в диссертации, осуществлены совместно с научным руководителем. Самостоятельно обработана статистическая информация, разработана информационно-аналитическая система прогнозирования показателей социально-экономических процессов в регионе с учетом факторов внешней среды.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: не раскрыта научная новизна разработанного нейросетевого алгоритма; не представлена информация о выборках, на которых обучался алгоритм; не ясно, в каких единицах измеряются капитал образования и уровень образования; из каких соображений выбрана архитектура нейросетевого алгоритма; имеются неточности в схеме нейросетевой модели; не ясно, как рассчитывалась средняя относительная погрешность прогнозирования; не понятно, какие факторы внешней среды учитываются при построении прогноза.

Соискатель Вавилова Дайана Дамировна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию: в разработанной нейросетевой модели для прогнозирования составляющих человеческого капитала в качестве входных данных добавлены факторы внешней среды, которые позволяют достичь более высокой точности на участке ретропрогноза; касательно выборки – обучающим множеством являлись ежемесячные статистические данные за период 2000-2014 годы, тестовым множеством выступали ежемесячные статистические данные за период 2015-2020 годы, это участок ретропрогноза, на котором определялось качество прогноза; капитал измеряется в денежных единицах, он формируется за счет бюджетных и частных инвестиций, направленных в образовательную составляющую человеческого капитала, уровень образования – это качественная составляющая человеческого капитала, безразмерная величина, доля; средняя относительная погрешность прогнозирования рассчитывалась по формуле среднего арифметического отклонения по модулю модельных значений показателей от их фактических данных на участке ретропрогноза; при построении прогноза составляющих человеческого капитала в качестве факторов внешней среды учитывался индекс-дефлятор и показатель материального благосостояния населения.

На заседании 29 сентября 2022 г. диссертационный совет принял заключение за решение научной задачи разработки методики, моделей и алгоритмов для анализа и прогноза показателей социально-экономических процессов, имеющей существенное значение для анализа демографии и цифровизации экономики, присудить Вавиловой Дайане Дамировне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета

 Ехлаков Юрий Поликарпович

Ученый секретарь
диссертационного совета

 Костюченко Евгений Юрьевич

30.09.2022 г.

