

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор по научной работе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

технических наук, доцент

А.В. Коржов

_____ 2026 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск на диссертационную работу Богданова Андрея Дмитриевича на тему «Алгоритмизация процессов оптимального управления неоднородными объектами в мультиорганизационной системе общего образования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.4. Управление в организационных системах.

На отзыв ведущей организации представлены следующие материалы:

– диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений и актов апробирования и внедрения результатов по теме диссертации;

– автореферат диссертации, в котором изложена общая характеристика работы, приведены основные результаты, выводы и рекомендации.

Представленные материалы с достаточной полнотой раскрывают сущность диссертационной работы и дают возможность оценить и квалифицировать ее с точки зрения научной и практической ценности на соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Актуальность темы диссертации

В современных условиях динамичного развития новых управленческих технологий в сфере образования в Российской Федерации, включая массовую цифровизацию, централизацию и выстраивание единого образовательного пространства страны, алгоритмизация процессов

управления неоднородными объектами, в частности, общеобразовательными учреждениями, представляет научный и практический интерес. Общеобразовательная организация взаимодействует с целым рядом внешних и внутренних акторов, в том числе с поставщиками образовательного оборудования и учебников, родителями, педагогами, учащимися, вышестоящими органами государственной власти. Это взаимодействие является комплексным, его описание представляет интересную научную задачу, а сами объекты и их взаимодействия представляют из себя полноценную мультиорганизационную систему.

Отдельно стоит отметить масштабность этой системы. Так количество общеобразовательных организаций в РФ исчисляется более 40 тысяч объектов. Каждый из этих объектов имеет свой бюджет, который распределяется, в первую очередь, на педагогический состав и материальное оснащение, а также ведет свою обособленную деятельность в рамках нормативных ограничений, заданных на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. Основная же цель образования согласно «Федеральному закону № 273 об образовании» заключается в гармоничном развитии личности, воспитании и обучении ее в интересах человека, семьи, общества и государства.

С учетом сложности и комплексности образовательной системы разработка математического обеспечения процессов управления образовательной организацией приобретает особую роль. Инструментарий для алгоритмизации и цифровизации процессов управления представляют теория управления, теория активных систем, теория игр и математическое моделирование, в том числе с использованием вычислительных средств. Использование данных средств актуально для алгоритмизации процессов управления в отрасли, а также может быть в дальнейшем использовано для автоматизации процессов и оптимального распределения ресурсов.

Тематика и научные результаты работы развивают основные научные заделы, которые были получены авторами как в сфере педагогических и социальных наук, так и авторами, активно использовавшими технические и математические решения в описании социально-экономических процессов, в частности Д.А. Новикова, В.Н. Буркова, В.Г. Балашова, С.В. Ильдеменова и др. Однако, цельный взгляд на школу как участника мультиорганизационной системы общего образования ранее не был рассмотрен детально. В том числе это позволяет считать данную диссертационную работу новым и актуальным исследованием.

Поэтому в качестве основной **цели исследования** автором выбрана алгоритмизация процессов оптимального управления неоднородными объектами мультиорганизационной системы общего образования на основе реализации моделей, новых механизмов управления и систем поддержки принятия решений.

Соискатель ученой степени сформулировал и решил следующие задачи и получил **соответствующие результаты**:

1. Представлены результаты системного анализа теоретических основ управления общеобразовательным учреждением в рамках мультиорганизационной системы.

2. Разработаны формализованные функции взаимодействия и параметры эффективности неоднородных объектов в рамках мультиорганизационной системы общего образования.

3. Разработаны модели взаимодействия объектов мультиорганизационной системы общего образования на основе реальных данных, с целью оптимального распределения ресурсов и управления.

4. Созданы средства алгоритмизации процесса принятия решений в учреждении общего образования, в том числе с применением информационных технологий.

5. Разработана структура программного комплекса поддержки процессов принятия решений руководителями неоднородных образовательных организаций.

Диссертация «Алгоритмизация процессов оптимального управления неоднородными объектами в мультиорганизационной системе общего образования» выполнена на кафедре математических основ управления физтех-школы прикладной математики и информатики (ФПМИ) ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ, Физтех).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Щепкин Александр Васильевич. Основное место работы – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук, лаборатория активных систем № 57, главный научный сотрудник.

Оценка содержания работы

Представленная к защите диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений. Основная часть работы изложена на 194 страницах машинописного текста, включает 46 рисунков и 13 таблиц.

Во введении приведено обоснование актуальности исследования, сформулированы его цель и задачи, отражены научная новизна работы, практическая значимость, результаты, положения, выносимые на защиту и др.

В первой главе представлен исторический и ретроспективный взгляд на общее образование, а также описание видоизменения мультиорганизационных систем образования с течением времени.

Определено понятие мультиорганизационной системы общего образования, в том числе с использованием метода СПРУКАР. Рассмотрен целый перечень научных исследований из области социальных и гуманитарных наук, который позволил выявить решающую роль факторов оснащения и квалификации педагогического состава, а также важность «образовательного результата» как целевой функции образовательных организаций.

Во второй главе представлены результаты авторского исследования, которые позволили определить значения целевой функции школы, образовательного результата, как результата итоговой аттестации учащихся. Приведена декомпозиция целей управленческого состава школ. Рассмотрен целый ряд механизмов управления в рамках теории управления, которые применимы к общеобразовательным организациям, а также проведены адаптация механизмов управления. Описаны алгоритмы взаимодействий в мультиорганизационной системе общего образования. Описаны процессы и алгоритмы в рамках разработанных моделей конкуренции в мультиорганизационной системе общего образования.

В третьей главе автор описывает различные модели целевой функции отдельной общеобразовательной организации. Рассмотрены различные вариации степенных, логарифмических и иных моделей. Модели статистически валидированы на реальных данных, в частности, наибольшую применимость показали степенные модели и модель «двойного Кобба-Дугласа». Определены оптимальные распределения ресурсов для образовательных организаций, а также выдвинута гипотеза о наибольшем влиянии различных типов покупаемого оборудования на образовательные результаты.

В четвертой главе автором представлены практические результаты исследования. В частности, отмечено применение представленных моделей в работе государственных органов власти, экономии бюджетных средств при проведении закупок (например, Физтех-лицеем), а также в работе частных организаций. Отдельную практическую важность несет разработанный программный комплекс, который позволяет руководству образовательной организации получить оптимальное распределение собственных бюджетных ресурсов.

Обоснованность и достоверность результатов и выводов

Выводы по диссертации обоснуются аналитическими расчетами и данными количественных экспериментов, полученными с помощью разработанных алгоритмов и комплекса программ.

Научная новизна работы заключается в рассмотрении школы как целостного неоднородного объекта, единовременно взаимодействующего с широким перечнем структурных участников системы. Формализованные функции взаимодействия и параметры эффективности неоднородных

объектов отличаются рассмотрением ключевых участников системы (образовательные учреждения, поставщики материально-технического обеспечения и образовательных услуг, муниципальные и региональные органы власти, а также иные объекты). Описаны ключевые взаимодействия образовательных учреждений с агентами и центрами на разных уровнях, а также рассмотрены случаи полной и частичной информированности поставщиков, конкуренции за бюджет. В работе учтено влияние нефинансовых факторов на средства алгоритмизации процесса принятия решений, а также применены алгоритмы градиентного спуска и генетический алгоритм для компьютерного моделирования параметров целевых функций неоднородного объекта. В диссертации реализованы механизмы адаптации структуры программного комплекса поддержки процессов принятия решений руководителями неоднородных образовательных организаций под уникальные условия функционирования объектов.

Содержание диссертации соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.3.4. Управление в организационных системах: разработаны теоретические основы управления в мультиагентных структурах общего образования (п. 1: разработка теоретических основ управления в организационных системах); разработаны математические модели взаимодействия участников системы и критериев эффективности (п. 2: разработка математических моделей и критериев эффективности, качества и надёжности организационных систем); предложены практико-ориентированные технологии, применимые к управлению образовательными учреждениями (п. 11: разработка практико-ориентированных технологий управления организационными системами).

Практическая ценность результатов диссертации заключается в возможности реализации теоретических моделей в управленческой практике, в частности, через описание ключевых алгоритмов взаимодействий учреждений общего образования с внешними агентами, определение оптимального распределения ресурсов для максимизации эффективности образовательных организаций и валидацию рекомендаций для принятия управленческих решений участниками системы. Создан инструмент для усовершенствования распределения финансовых ресурсов: программный комплекс, определяющий параметры моделей и функции полезности.

Результаты работы, например, модели управления общеобразовательной организацией и разработанный программный комплекс, могут быть рекомендованы к использованию образовательными организациями, региональными министерствами образования, к примеру, министерству образования Московской области, а также ведущим общеобразовательным учреждениям страны (Президентский лицей № 239, Лицей № 31, Школа Летово и т.д.).

В дальнейшем развитие научных исследований по данной теме, в частности, научным коллективам на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук могут быть продолжены.

Замечания по диссертационной работе:

1. В наименовании темы диссертации указано, что работа связана с алгоритмизацией процессов управления. Однако в тексте диссертации не использованы общепринятые формы отображения алгоритмов и процессов в виде блок-схем, диаграмм унифицированного языка UML, диаграмм бизнес-функций в нотациях SADT и т.д.

2. Исторический обзор в главе 1 занимает более 30 страниц, но не имеет достаточной связи с представленными далее автором диссертации математическими моделями. Кроме того, упомянутая историческая ретроспектива не использована в дальнейшем для вывода формальных ограничений или закономерностей. Было бы более правильно сократить эту главу либо перенести часть материала в приложение.

3. В работе анализ проведён на основе данных 376 школ Санкт-Петербурга и 191 школы Нижегородской и Свердловской областей. При этом выборки подвергались дополнительной фильтрации для достижения «нормальности» (исключение крупных комплексов, малокомплектных школ и т.д.). В результате полученные оценки параметров функции полезности (α , β и др.) в лучшем случае отражают поведение «среднестатистических» учреждений, но не применимы к значительной доле неоднородных объектов, что противоречит заявленной в названии работы термину «неоднородности».

4. Несмотря на наличие в работе уже упомянутого термина «неоднородности» в названии и тексте, автор не даёт строгого определения этого самого термина «неоднородности» объектов (школ) и не предлагает метрик для её измерения. В моделях все школы описываются одинаковой функцией полезности с разными параметрами, но это не раскрывает сущностную неоднородность (различия в типах, программах, контингенте, внешнем окружении). Желательно было бы ввести классы неоднородности (например, через латентные переменные) и показать, как алгоритмы управления адаптируются к каждому классу.

5. Из текста диссертации не ясно, каким образом гарантируется, что выявленные корреляции (особенно с лабораторным оборудованием) не являются следствием того, что успешные школы просто имеют больше ресурсов, а также проводился ли анализ частных корреляций (с контролем общего бюджета).

6. В Главе II рассмотрены бинарные и многоагентные взаимодействия (школа – поставщик, школа – педагоги, школа – департамент), но отсутствует сквозная модель, связывающая все уровни одновременно.

Декларируемая мультиорганизационность фактически сводится к набору изолированных механизмов. Отсутствует анализ того, как решения, принятые на одном уровне (например, распределение бюджета регионом), влияют на поведение агентов на других уровнях (конкуренцию поставщиков, мотивацию учителей).

7. В Приложении Б (стр. 180–194) приведен исходный код программы на языке Python, предназначенной, согласно тексту диссертации, для поддержки принятия решений руководителями образовательных организаций (подбор параметров функции полезности). Однако представленный код не сопровождается необходимыми комментариями и инструкциями, что существенно снижает, а в ряде случаев делает невозможным независимое воспроизведение заявленных результатов и практическое применение разработанного инструмента.

8. Из содержания диссертации остается неясным включает ли разработанная система поддержки принятия решений совершенно необходимый механизм адаптации (фазу настройки) данной системы к предпочтениям лица принимающего управленческие решения.

9. В подавляющем числе случаев в диссертации отсутствуют ссылки на рисунки и таблицы, а в списке литературы некоторые источники повторяются:

73. Debreu, G. Representation of a preference ordering by a numerical function. In *Mathematical Economics*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1954. – Pp. 159-165.

80. Debreu, G. Representation of a preference ordering by a numerical function. In *Mathematical Economics*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1954. – Pp. 159-165.

Заключение

В целом критические замечания не носят принципиального характера и не снижают оценки значимости работы. Диссертация Богданова Андрея Дмитриевича является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новые решения по важной научно-технической проблеме.

Автореферат диссертации в достаточной степени отражает ее содержание. Основные научные результаты по теме диссертации вполне отражены в публикациях автора, в т. ч. и по перечню ВАК, изложены в 11 печатных изданиях, один из которых издан в полнотекстовых материалах докладов на конференциях, индексируемых Scopus, 5 статей изданы в полнотекстовых материалах, индексируемых RSCI и ВАК, 2 полнотекстовых материала индексируются только в РИНЦ. Также по теме диссертации опубликовано 3 тезиса конференций, материалы которых индексируются в РИНЦ, а также зарегистрирован 1 результат интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ). Результаты работы доложены на 8 научных конференциях, а также на

научных семинарах.

Диссертация «Алгоритмизация процессов оптимального управления неоднородными объектами в мультиорганизационной системе общего образования» отвечает основным требованиям ВАК России, предъявляемым к научным диссертациям по специальности 2.3.4 Управление в организационных системах, а ее автор Богданов Андрей Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по данной специальности.

Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на заседании кафедры информационных систем и технологий ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» 14.05.2026 г., протокол №8.

Директор высшей школы электроники и компьютерных наук, заведующий кафедрой информационных систем и технологий, Южно-Уральского государственного университета (НИУ), доктор технических наук, доцент

Александр Владимирович Голлой

Доцент кафедры информационных систем и технологий, Южно-Уральского государственного университета (НИУ), кандидат технических наук, доцент

Владимир Николаевич Любицын

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Адрес: Россия, 454080 Челябинск, проспект Ленина, 76.

Сайт: www.susu.ru

Тел./факс: +7 (351) 267-99-00

Эл. почта: info@susu.ru

Подписи Голлая Александра Владимировича,
Любицына Владимира Николаевича удостоверяю

Начальник управления по работе
с кадрами Южно-Уральского
государственного университета

