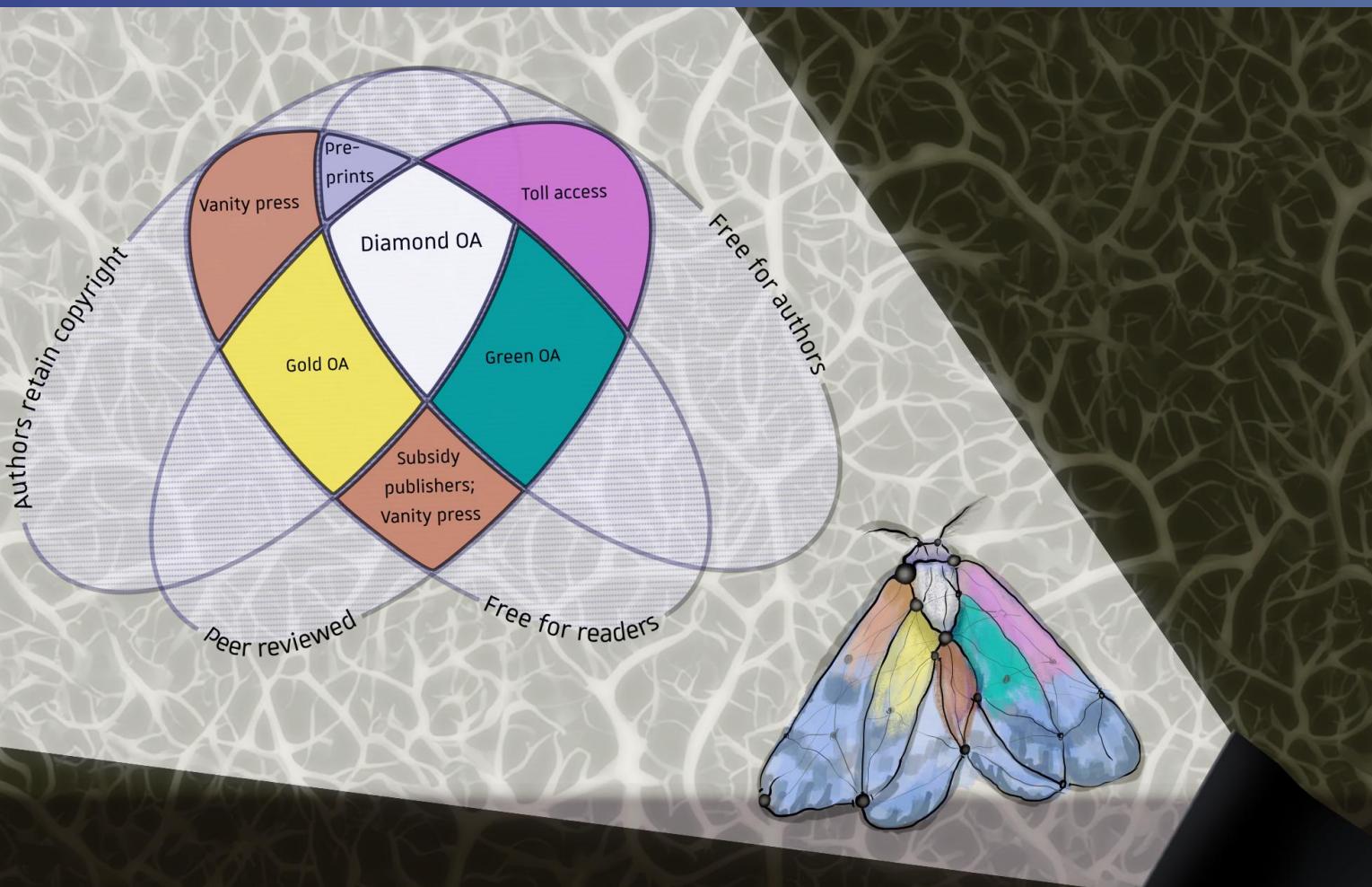


ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА



Редакционный совет электронного журнала «Цифровая экономика»

- Агеев Александр Иванович – д.э.н., генеральный директор Института экономических стратегий, заведующий кафедрой НИЯУ «МИФИ», профессор, академик РАЕН.
- Афанасьев Михаил Юрьевич – д.э.н. Заведующий лабораторией прикладной эконометрики ЦЭМИ РАН
- Бабаян Евгений Борисович – Генеральный директор НП «Агентство научных и деловых коммуникаций»
- Бахтизин Альберт Рауфович – член-корреспондент РАН, д.э.н., профессор РАН, директор ЦЭМИ РАН
- Войниканис Елена Анатольевна – д.ю.н. Ведущий научный сотрудник Института права и развития ВШЭ — Сколково.
- Волынкина Марина Владимировна – д.ю.н. Ректор НОЧУ ВПО «Институт гуманитарного образования и информационных технологий»
- Гурдус Александр Оскарович – д.э.н., к.т.н., президент группы компаний «21Company».
- Димитров Илия Димитрович – исполнительный директор НКО «Ассоциации Электронных Торговых Площадок».
- Ерешко Феликс Иванович – д.т.н. профессор, заведующий отделом информационно-вычислительных систем (ИВС) ВЦ РАН.
- Засурский Иван Иванович – к.ф.н. президент Ассоциации интернет-издателей, заведующий кафедрой новых медиа и теории коммуникации факультета журналистики МГУ имени М.В. Ломоносова
- Калятин Виталий Олегович – к.ю.н., профессор Исследовательского центра частного права при Президенте РФ им. С.С. Алексеева
- Китова О.В. – д.э.н., к.ф.-м.н. зав. кафедрой Информатики РЭУ им. Г.В. Плеханова.
- Козырь Юрий Васильевич – д.э.н., главный научный сотрудник ЦЭМИ РАН
- Ливадный Евгений Александрович – к.т.н., к.ю.н., Руководитель проектов по интеллектуальной собственности Государственной корпорации «Ростех».
- Макаров Валерий Леонидович – академик РАН, научный руководитель ЦЭМИ РАН
- Паринов Сергей Иванович – д.т.н., главный научный сотрудник ЦЭМИ РАН.
- Райков Александр Николаевич – д.т.н., профессор, ведущий научный сотрудник Института проблем управления РАН, Генеральный директор ООО «Агентство новых стратегий»
- Семячкин Дмитрий Александрович – к.ф.-м.н., директор Ассоциации «Открытая наука»
- Серго Антон Геннадьевич – д.ю.н., Профессор кафедры авторского права, смежных прав и частоправовых дисциплин Российской государственной академии интеллектуальной собственности (РГАИС)
- Соловьев Владимир Игоревич – д.э.н. руководитель департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий Финансового университета при Правительстве РФ
- Фролов Владимир Николаевич, – д.э.н., профессор, научный руководитель проекта «Copernicus Gold».
- Хохлов Юрий Евгеньевич – к.ф.-м.н., доцент, председатель Совета директоров Института развития информационного общества, академик Российской инженерной академии
- Терелянский Павел Васильевич, – д.э.н., профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского института "Управления цифровой трансформацией экономики", ФГБОУ ВО "Государственный университет управления".

Миссия журнала

Миссия журнала — поддерживать высокий научный уровень дискуссии о цифровой экономике, методах ее изучения и развития, вовлекая в этот процесс наиболее квалифицированных экспертов — исследователей и практиков; доносить научное знание о самых сложных ее аспектах до тех, кто реально принимает решения, и тех, кто их исполняет. Одновременно журнал направлен на обеспечение возможности для обмена мнениями между профессиональными исследователями.

Название и формат издания

Название «Цифровая экономика» подчеркивает междисциплинарный характер журнала, а также ориентацию на новые методы исследования и новые формы подачи материала, возникшие вместе с цифровой экономикой. В современном ее понимании цифровая экономика — не только новый сектор экономики, но и новые методы сбора информации на основе цифровых технологий, психометрия и компьютерное моделирование, а также иные методы экспериментальной экономики.

Тематика научных и научно-популярных статей

Основную тематику журнала представляют научные и научно-популярные статьи, находящиеся в предметной области цифровой экономики, информационной экономики, экономики знаний. Основное направление журнала — это статьи, освещающие применение подходов и методов естественных наук, математических моделей, теории игр и информационных технологий, а также использующие результаты и методы естественных наук, в том числе, биологии, антропологии, социологии, психологии.

В журнале также публикуются статьи о цифровой экономике и на связанные с ней темы, в том числе, доступные для понимания людей, не изучающих предметную область и применяемые методы исследования на профессиональном уровне. Основная тема — создание и развитие единого экономического пространства России и стран АТР. Сюда можно отнести статьи по обсуждаемым вопросам оптимизации использования ресурсов и государственному регулированию, по стандартам в цифровой экономике. Сегодня или очень скоро это стандарты — умный город, умный дом, умный транспорт, интернет вещей, цифровые платформы, BIM-технологии, умные рынки, умные контракты, краудсорсинг и краудфандинг и многие другие.

Журнал «Цифровая экономика», № 4(34) 2025

Выпуск № 4, 2025 год

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации № ЭЛ № ФС77-70455 от 20 июля 2017 г.

Редакционная коллегия

Козырев А. Н. – главный редактор, д.э.н., к.ф.-м.н., руководитель научного направления – математическое моделирование, г.н.с. ЦЭМИ РАН
Ведута Е. Н. – д.э.н., профессор, зав. кафедрой стратегического планирования и экономической политики факультета государственного управления имени М. В. Ломоносова
Гатауллин Т.М. – д.э.н., к.ф.-м.н., зам. директора Центра цифровой экономики Государственного университета управления
Китов Владимир Анатольевич, к.т.н., зам. Зав. кафедрой Информатики по научной работе РЭУ им. Г.В. Плеханова
Костин А.В. – к.э.н., ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН
Лугачев М.И. – д.э.н., заведующий кафедрой Экономической информатики Экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.
Макаров С.В. – к.э.н., ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН.
Неволин И.В. – к.э.н., ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН
Ноакк Н.В. – к.п.н., ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН
Скрипкин К.Г. – к.э.н., доцент кафедры Экономической информатики Экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.
Писарева О.М. – к.э.н., заведующий кафедрой математических методов в экономике и управлении, Директор Института информационных систем ФГБОУ ВО "Государственный университет управления" (ГУУ)
Чесноков А.Н. – руководитель проекта АН2

Все работы опубликованы в авторской редакции.

Композиция на обложке составлена Елизаветой Вершининой.

Подписано к опубликованию в Интернете 10.12.2025, Авт. печ. л. 9,7

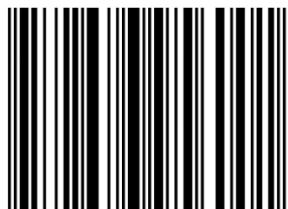
Сайт размещения публикаций: <http://digital-economy.ru/>

Адрес редакции: 117418 Москва, Нахимовский проспект, 47, комн. 520

При использовании материалов ссылка на журнал «Цифровая экономика» и на автора статьи обязательна (на условиях creative commons).

© Журнал «Цифровая экономика», 2025

I S S N 2 6 8 6 - 9 5 6 X



9 772686 956001 >

СОДЕРЖАНИЕ

Слово редактора.....	4
1. Научные статьи.....	5
1.1. Козырев А.Н. Совместимость стимулов и двойственность в условиях неполной информации	5
1.2. Варшавский Л.Е. Моделирование влияния искусственного интеллекта на динамику показателей крупных компаний (на примере компаний–гиперскейлеров)	18
1.3. Земцов А.Н., Кузнецов М.А., Гайс М.С. Применение цифровых технологий для предотвращения дорожно-транспортных происшествий.....	24
1.4. Костин А.В. Принудительное лицензирование и отраслевые ставки роялти.....	32
1.5. Ноакк Н.В., Костина Т.А., Ивлева А.Е. Динамика социальных представлений о будущем России: структурный сдвиг 2024-2025 годов.....	42
1.6. Ноакк Н.В., Костина Т.А., Ивлева А.Е. Технологический профиль проактивности как проявление трансформирующей агентности в условиях радикальной неопределенности.....	52
1.7. Аний Л.Л. Внедрение ИКТ и развитие общеобразовательных учреждений в регионах Крайнего Севера России	63
1.8. Никитчук С.С. Методика управления корпоративными данными для применения искусственного интеллекта в торговом-промышленном предприятии.....	71
1.9. Звягин Л.С. Прикладной системный анализ как инструмент обработки аналитической информации в информационных системах	81
1.10. Неволин И.В. Стоимостная оценка неторгуемого на рынке актива (программы для ЭВМ).....	89

Слово редактора

Дорогие читатели, перед вами тридцать четвертый с начала выпуска и четвертый в 2025 году номер журнала «Цифровая экономика». Всего за 7 лет мы выпустили 34 номера журнала, из них 32 по плану (4 выпуска в год) и 2 внеочередных выпуска. Возможно, в этом году будет еще один выпуск, поскольку остались интересные статьи, не вошедшие в данный выпуск, а дальше у нас возможны большие перемены. По этой же причине нет смысла напоминать о требованиях к статьям, они могут измениться. Более естественно поговорить о прошлом и будущем журнала. В определенном смысле он выполнил свою миссию, нужны новые цели, новые масштабы и, вероятно, новые методы работы.

Мы взяли на себя миссию — поддерживать высокий научный уровень дискуссии о цифровой экономике, методах ее изучения и развития в момент, когда в этом была необходимость. Она возникла по причинам от нас не зависящим, но не могла нас не задеть, по объективным обстоятельствам. Переход России к цифровой экономике или (точнее) к признанию нового для себя термина не без проблем.

Президент объявил переход России на «цифровую экономику» 2 декабря 2016 года в ежегодном послании, что объективно способствовало повышению внимания к современным (цифровым) информационным технологиям и их применению. Но, поскольку этот термин раньше не употреблялся в отечественной литературе, возникли обычные в таких случаях параллели и тупики. Кто-то этой темой занимался м раньше, обходясь другими терминами и не нуждаясь в новом, а кто-то ринулся выяснить, что такое «цифровая экономика», предполагая, что в этом есть потребность не только у него, а у всей страны. Такая неразбериха в проявлениях активности не вызывала оптимизма, и мы решились.

Первый номер журнала мы выпустили в 2018 году к столетию А.В. Китова — одного из пионеров отечественной вычислительной техники — автора многих ключевых публикаций по кибернетике и применению математических методов в экономике. С именем этого человека связаны многие достижения той эпохи, когда произошел переход от аналоговых вычислительных машин к цифровым, а также неординарные поступки, имевшие последствия и для него лично, и для страны. Соответственно, первый выпуск только родившегося журнала мы посвятили частично юбилею, частично текущим проблемам, а частично истории перехода от аналоговых технологий к цифровым в разных областях, начиная от секретной правительственный связи в начале тридцатых годов прошлого века до первых цифровых машин Конрада Цузе во второй половине тех же тридцатых и далее до наших дней.

В последующих выпусках мы в целом следовали тому же курсу, посвящая некоторые выпуски журнала кому-то из отечественных ученых, внесших наибольший вклад в развитие связанных между собой, но все же разных областей, ка то: кибернетики (В.М. Глушков) вычислительной техники (С.А. Лебедев), применение математических методов в экономике (Л.В. Канторович). При этом мы сохраняли обычные для научного журнала пропорции между чисто научной современной тематикой, обсуждением научных идей и методов, полученных нами от поколения родителей, а также сопутствующих фактов. Такой подход нам представляется нормальным, поскольку научные идеи живут не сами по себе, а пока их помнят. А чтобы помнили, надо иногда возвращаться к старым текстам, погребённым под «культурным слоем» из вторичных по времени и достоинству научных статей и монографий.

Публикация документов и писем из личных архивов открывают многие факты, ранее обсуждавшиеся многие годы как возможные, но не подтвержденные. В частности, это касается писем В.Л. Канторовича И.В. Сталину, Г. М. Маленкову и Н.А. Вознесенскому. Сегодня можно узнать не только, что такие письма были, но и кто на них реально отвечал. В семейном архиве Канторовичей все это было и ждало своего часа, но могло и не дождаться. Многое сохранилось в архиве семьи Китовых и было опубликовано. Но многие люди не вели архивов или уничтожали их по тем или иным причинами. Это потеряно.

Вместе с тем хочется рассказать читателям и то, что не вошло и, возможно, не могло войти в научные статьи, поскольку нет возможности сослаться не только на документальный источник, статью, или хотя бы на интервью. Многие факты не зафиксированы ни в каких источниках, поскольку никому не приходило в голову это сделать. Например, мне рассказывал Владимир Китов, как у них дома собирались и вместе обсуждали общие проблемы такие неординарные личности как Л.В. Канторович, В.М. Глушков, А.А. Ляпунов. Между ними были дружеские отношения и взаимопонимание. Это было во то время, которое принято называть «оттепель» и какое-то время после неё. Были великие планы, часть их была реализована, но очень небольшая. В принципе, все это можно воспринимать как быт, не имеющий отношения к науке. Но опыт подсказывает, что личные отношения в науке и над ней играют не меньшую роль, чем публикации. Слишком часто великие идеи пробиваются к свету не с первого раза, их находят в старых публикациях, когда они пробились в другом месте и стали известны многим, где-то реализованы. Отдельная тема — достучаться до верха, кому-то это удавалось, а кому-то доставалось (за это).

Сегодня мы опять в ситуации, когда плыть по течению просто скучно. А что касается содержания статей номера, то можно заглянуть внутрь выпуска и прочесть аннотации.

Всем потенциальным читателям желаю, как всегда, увлекательного и не всегда легкого чтения.

Главный редактор журнала

д.э.н. А. Н. Козырев

1. НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

УДК: 330.4, 519.8, 004.94

1.1. Совместимость стимулов и двойственность в условиях неполной информации

Козырев А. Н., ЦЭМИ РАН, г. Москва, Россия

Показаны возможности оптимизации плановых решений, достичимые за счет комбинации математической техники негладкого анализа и теории игр. Последовательно проводится тезис о необходимости отличать неполноту информации от наличия случайности при построении математико-экономических моделей и принятии управлений решений. Сочетание принципа двойственности, привнесенного в оптимальное планирование из функционального анализа, и принципа совместимости стимулов из теории экономических механизмов позволяет совместить роль цен как сигнала и как стимула, значительно ослабить требования к полноте информации при решении широкого класса оптимизационных задач. Если неполнота информации, обусловлена не её фатальным отсутствием как таковой, а организационными причинами и нежеланием экономических агентов раскрывать информацию о своих интересах и возможностях, то следует искать совместимые со стимулами экономические механизмы, а не вводить в модели случайные переменные. В сочетании с развитием современных информационных технологий это открывает путь к преодолению кризиса в области применения экономико-математических методов в современной экономике.

1. Введение

Центральная тема статьи – двойственные переменные (цены) как сигналы и стимулы, главная цель – показать принципиальную возможность преодоления кризиса в области применения математических методов в современной экономике, если грамотно использовать методы теории игр и оптимизации в сочетании с цифровыми технологиями. В этом смысле статья – развитие одной из тем, намеченных ранее в серии публикаций [Козырев, 2024, 2025a, 2025b]. Речь идет о необходимости поиска совместимых со стимулами экономических механизмов с опорой на принцип двойственности в том виде, как он используется в выпуклом анализе и негладкой оптимизации, т.е. несколько шире, чем в линейном программировании и теории предельных (маржинальных) цен. Принцип двойственности позволяет взглянуть на цены с позиций геометрии и функционального анализа, находить чисто аналитическим путем математические конструкции и только потом искать их экономическую интерпретацию как сигналов и стимулов. В определенном смысле тут есть аналогия с открытием планеты Плутона сначала аналитическим путем.

Термин совместимость стимулов (*incentive compatibility*) широко используется в теории экономических механизмов – относительно новом разделе теории игр. Механизм называется совместимым со стимулами, если каждый участник может достичь наилучшего результата для себя, просто действуя в соответствии со своими истинными предпочтениями. Теория экономических механизмов все активнее используется в реальной экономике, прежде всего, для разработки новых моделей аукционов. Множество занимательных и поучительных примеров можно найти в книге [Савватеев, Филатов, 2022] с ироничным названием «Занимательная экономика. Теория экономических механизмов от А до Я». Однако, за этим названием скрывается настоящая, хотя и относительно простая математика. Линия – от занимательности к реальности и более сложной математике достойна продолжения. Игроками могут быть не только физические или юридические лица, но и сельскохозяйственные культуры, одни и те же лица в разные периоды времени или какие-то абстракции. Важно лишь наличие у них «интересов» и «выбора» между разными «стратегиями». Кавычки здесь – не украшение и не каприз. Реальный набор стратегий может быть необозрим, хотя и конечен, реальные интересы могут, не подлежать раскрытию даже в тех случаях, когда они известны или просчитываемы. Об этом предстоит рассказать более подробно чуть позже.

Неполнота информации, учитываемой в процессе принятия решений, частично связана тем, что обладающие этой информацией лица не хотят её раскрывать, но проблема не только в этом. Дело может быть совсем не в мотивах сокрытия информации, а в том, что её слишком много, причем большая её часть заведомо не нужна для принятия решения. В частности, это может быть информация о возможных вариантах решения. Их может быть астрономически много, но большая часть из них должна быть отброшена и, чем раньше, тем лучше. Именно здесь очень полезным может оказаться принцип двойственности, привнесенный в линейное программирование и в экономику из функционального анализа – области чистой математики, куда без специальной подготовки не зайти. А для преодоления кризиса в применении математики к экономике это одно из необходимых условий, хотя заведомо недостаточное.

О кризисе и «непризнанном поражении экономико-математического направления» применительно к России много сказано в [Полтерович, 2024a, 2024b]. В цитируемой публикации и прошлых публикациях

того же автора речь идет также о кризисе экономической теории (в мире) и о признании невозможности строить экономическую науку по образцу естественных наук. Такая позиция на сегодняшний день типична не только для представителей либерального крыла экономической науки [Хайек, 2009], но и для многих математиков, пытающихся построить экономическую теорию по образцу физики Ньютона. Жесткая и справедливая критика этой позиции представлена в [Зиновьев, 2008], суть её в том, что подход был выбран принципиально неверным, неверно понят подход Ньютона – мысленный эксперимент, его соотношение с практикой. Не очень добрую службу сыграла и экономическая теория с её идеологическим подтекстом и табу. Надо признать, позиция А.А. Зиновьева заведомо покажется неадекватной всем, кто знакомился с его творчеством, начиная с антиутопии [Зиновьев, 1976], а не с [Зиновьев, 1972] и других классических работ по логике в разных областях науки и по теории логического вывода.

Не оставлял надежды на превращение экономической науки в точную науку (в смысле science) до конца жизни и Л.В. Канторович (далее – ЭЛВЭ, как он сам предлагал себя называть). О сохранении такой надежды свидетельствуют его последнее интервью, опубликованное под названием «Смотреть на правду открытыми глазами», а также надиктованный им в апреле 1986 года доклад «Мой путь в науке» для выступления на заседании Московского математического общества [Канторович, 1986]. Эти и многие другие документы опубликованы в вышедшем под редакцией В.Л. Канторовича, С.С. Кутателадзе и Я.И. Фета (далее – ККФ) двухтомнике [ККФ, 2002, 2004]. Ссылки на такие документы даны далее с указанием томов и страниц, ссылки на другие источники – в обычном порядке.

2. Интересы в математических моделях экономики

Интересы экономических агентов, будь то физические или юридические лица, в математических моделях могут описываться с использованием поверхностей безразличия, скалярных или векторных функций, векторных полей или, наконец, полей многогранников [Вершик, Черняков, 1983а, 1983б]. Именно этот (последний) вариант наилучшим образом подходит для демонстрации возможностей, обозначенных выше (во введении). К тому же он хорошо согласуется со схемой, предлагаемой в [Канторович, 1986] для описания экономических задач, решаемых предлагаемыми им методами. Показать универсальность подхода с представлением интересов в виде поля многогранников можно на достаточно простом примере обмена двумя условными ресурсами между двумя агентами. Схему с большим числом агентов и ресурсов на плоскости изобразить трудно, при этом достаточно легко показать, как те же принципы распространяются на общий случай, где число агентов и ресурсов произвольно.

Простейшая конструкция

На рисунке 1 представлена очень простая схема обмена ресурсами, допускающая интерпретацию и в терминах линейного программирования, и в терминах наличия конфликтов интересов у обоих участников обмена. Важно лишь то, что обмен описывается правилами обычной арифметики или бухгалтерии – если где-то прибыло, то где-то ровно столько же убыло.

Синий треугольник и красный отрезок можно трактовать либо как супердифференциалы вогнутых кусочно-линейных или кусочно-гладких функций. Векторы Δx и $\Delta y = -\Delta x$ обеспечивают направление возможного обмена, «выгодного» обеим сторонам в том смысле, что скалярные произведения Δx на векторы θ , θ' и θ'' строго положительны, как и скалярные произведения Δy на ϑ и ϑ' . При небольшом сдвиге в этом направлении в линейном случае векторы θ , θ' , θ'' и ϑ , ϑ' не изменятся, а в гладком изменятся мало, то есть все скалярные произведения останутся положительными.

Интерпретация этого факта может иметь разные варианты, при этом совсем не обязательно рассматривать случай 2×2 , когда участников обмена только 2, как и ресурсов. Столь простой вариант имеет одно важное достоинство – его можно изобразить в виде рисунка, почти не искажая пропорции. В остальном он проигрывает не только в убедительности, но и в возможности показать некоторые не совсем очевидные эффекты, а потому формальное описание в терминах двойственных переменных, когда они определяются неоднозначно, убедительнее при произвольном числе всех видов переменных, как это сделано в следующем подразделе.

Если говорить о содержательном понимании рисунка, то наборы векторов θ , θ' , θ'' и ϑ , ϑ' можно интерпретировать не только в терминах двойственных переменных, но и в терминах относительной значимости переменных x и y для каждой из сторон обмена. В этом случае векторы θ , θ' , θ'' и ϑ , ϑ' желательно нормировать, как это делается в моделях ОЭР, где нормируются цены, а желательные направления определяются как нормали к поверхностям безразличия. Но для нас это сейчас не особенно

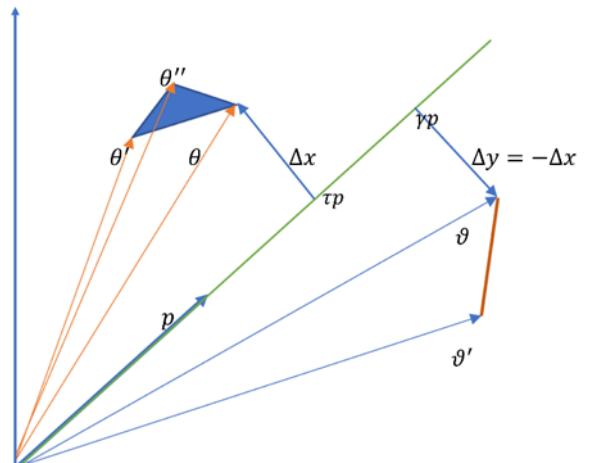


Рисунок 1. Синий треугольник и красный отрезок дают схематическое описание интересов двух разных сторон

важно. Кроме того, в качестве агентов могут выступать не физические или юридические лица, а, например, сельскохозяйственные культуры. Взаимовыгодный обмен посевными площадями в этом случае будет означать увеличение производства тех и других культур. Интересы физических лиц могут не особыенно афишироваться. Но, получив предложение в виде направлений обмена Δx и Δy , лица, чьи интересы скрыты за показателями θ , θ' , θ'' и ϑ , ϑ' должны либо сразу отказаться и дать обоснование для отказа, либо согласиться на обмен в каком-то объеме. Обоснование отказа должно сопровождаться демонстрацией новых пропорций обмена. Остается определиться с тем, кто формирует предложения.

В относительно недалеком прошлом в качестве демиурга, формулирующего предложение, теоретически мог выступать плановый орган. Сегодня это должен делать робот, действуя согласно формальному протоколу. Такие протоколы для решения задач связанных с обменом информацией и продажей информации существуют см. [Babaioff, Kleinberg, Leme, 2012, Smolin, 2019], а также [Неволин, 2023]. Это значит, что совместимый со стимулами механизм не только может быть создан теоретически, он может быть реально создан в виде компьютерной программы. Действующие образцы под конкретные задачи уже есть, например [Nevolin, Kozyrev, 2014]. В рамках той же идеальной парадигмы можно рассмотреть многомерную конструкцию, где число обмениваемых переменных равно l , а число участников обмена – m . Более того, совсем не обязательно, чтобы все участники обменивались всеми продуктами.

Многомерные варианты

В рамках той же идеальной парадигмы можно рассмотреть многомерную конструкцию, где число обмениваемых переменных равно l , а число участников обмена – m . Как и раньше возможны совершенно разные интерпретации переменных, термин «ресурсы» чисто условный. Пусть $x = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_l) \in \mathbb{R}_+^l$ – ресурсы, используемые всеми сторонами в каком-то производстве, достаточно хорошо описываемом в виде задачи линейного программирования (ЛП). Иначе говоря, помимо ограничений по этим ресурсам, есть и другие ограничения, которые ему не очень хочется демонстрировать публично, как все свои цели. У каждого агента $i = 1, \dots, m$ вектор потребления $x^i = (x_1^i, \dots, x_j^i, \dots, x_l^i) \in \mathbb{R}_+^l$ и вектор $\theta^i = (\theta_1^i, \dots, \theta_j^i, \dots, \theta_l^i) \in \mathbb{R}_+^l$ – известны ему самому двойственные переменные. Значение целевой функции задачи ЛП можно переписать как функцию от x^i , обозначим ее $f_i(x^i)$. Она уже не будет линейной в силу наличия других ограничений. Малое изменение вектора x^i обозначим как Δx^i . Тогда $\theta^i \cdot \Delta x^i = \Delta f_i(x^i)$ – уравнение вариации плана. Оно выполняется, если решение задачи ЛП устойчиво и остается устойчивым при небольшом изменении Δx . Вектор θ известен тому, кто решает задачу ЛП, как и другие ограничения, но раскрывать все ограничения и возможности нет смысла, как правило, это несет бизнесу вред, поскольку ставит конкурентов и партнеров в более выгодное положение. То же самое можно сказать и об отношениях бизнеса с государственными органами. Так было в СССР, так оно есть и сегодня. Но это не значит, что корректировка планов невозможна. Можно запрашивать не ограничения и реальные цели, включая имеющиеся конфликты интересов, а лишь значения θ^i , а потом предлагать корректировки планов. В общем случае, как на рисунке 1 набор интересов не определяется однозначно. В случае, когда речь идет о задачах ЛП, такая неоднозначность соответствует случаю, когда количество активных ограничений по обмениваемым ресурсом, больше числа ресурсов, тогда надо говорить не о векторе θ^i , а о многограннике Θ_i , вершины которого – двойственные переменные при небольших вариациях плана. В принципе ничего необычного в этом нет. Если корректировки в виде обмена идут последовательно, то такая неоднозначность появится. Но причины могут быть и другими, например, какие-то ограничения считали очевидными и не учли.

Формально направляющий вектор луча p и нужные проекции τ_i и γp находятся из решения задачи

$$\min_{\tau_i \in R_+, \theta^i \in \Theta_i, p \in S_+^l} \left[\sum_{i=1}^{ml} (\theta^i - \tau_i p)^2 \right].$$

Если луч, определяемый вектором p , имеет пересечение со всеми множествами Θ_i , то есть $\tau_i p \in \Theta_i$, то возможности взаимовыгодного обмена нет. Если это не так, то выгодный обмен возможен. Если при этом учитывались неафишируемые интересы, то обмен будет с учетом этих интересов. Но он будет!

Если за каждой из задач ЛП стоит некоторый агент, а вычислительную операцию производят роботы, то получается совместимый со стимулами механизм (протокол). Легко увидеть, что, сообщая правдиво свои θ и ϑ , агенты имеют шанс улучшить свое положение. Если кто-то из них дает искаженную информацию, можно упустить этот шанс. После того, как обмен в найденных пропорциях приведет к неустойчивому решению, протокол надо чуточку поправить, решаемая задача квадратичного программирования несколько усложняется. Двойственные оценки определяются неоднозначно, а потому вместо вектора θ надо рассматривать выпуклую комбинацию сначала двух, потом трех и так далее. В конечное число шагов достигается оптимальное по Парето решение (точка на границе Парето).

Наконец, необходимо отметить, что совсем необязательно, чтобы во всех обменах всеми продуктами участвовали все m экономических агентов. Для каждого агента i может быть свое множество ресурсов или продуктов $J_i \subset L = (1, \dots, l)$, которыми он готов обмениваться. Это значит всего лишь то, что множества Θ_i с самого начала должны будут включать в себя подпространства с координатами L/J_i , то есть с теми, которые соответствуют не обмениваемым агентом i продуктам (ресурсам). Тот же самый

алгоритм или реализуемый роботом протокол продолжает работать. Более того, можно реализовывать его в разных вариантах. Можно искать каждый раз общий луч, соответствующий единому для всех вектору r , а можно совершать обмены попарно или группами. Все это теоретически возможно, но количество шагов и, соответственно, вычислений не поддается воображению. Реально можно говорить о приближенных вычислениях и об учете специфики задач.

Класс задач, типичных для экономики

В докладе, надиктованном ЭЛВЭ незадолго перед смертью в самом общем виде описан класс задач, характерных для экономики и решаемых с применением методов, найденных им в 1939 году, а потом развитыми его учениками и последователями. Далее проще просто приводить цитаты.

Речь идет о классе задач на экстремум, в которых точка экстремума лежит на границе рассматриваемой области. Такие задачи характерны для экономики. Некоторый экономический процесс характеризуется двумя векторами: $x \in X$ — результаты процесса и $y \in Y$ — используемые ресурсы, X и Y — некоторые линейные пространства.

[Цитируется по [ЭЛВЭ, 1986, с. 200]

Отличительный признак – «точка экстремума лежит на границе рассматриваемой области» – важен с вычислительной точки зрения, а также для демонстрации принципа двойственности. В данном случае не менее важна экономическая сторона дела и, прежде всего, связь с интересами лиц, принимающих участие в постановке или решении задачи. Но продолжим цитату.

Рассматривается множество реализуемых процессов T . Каждому значению параметра $t \in T$ отвечает некоторый процесс, характеризуемый его затратами и результатом (x_t, y_t) . Множество $\{(x_t, y_t): T\}$ предполагается выпуклым, то есть вместе с каждой парой процессов в него входит и их усреднение. Точка (x_0, y_0) называется экстремальным состоянием процесса, если пересечение конуса положительных элементов с вершиной в этой точке с множеством $\{(x_t, y_t): T\}$ пусто. Экономически это означает, что не существует варианта процесса, в котором бы и результаты были больше $x \geq x_0$, и затраты меньше $y \leq y_0$.

[Цитируется по [ЭЛВЭ, 1986, с. 200]

В цитируемом тексте нет ни слова об интересах лиц, реализующих задачи экономики, и, тем более, о возможных конфликтах интересов, если не у всех из них, то у многих. В этом смысле речь идет о технических производственных задачах, но грань между техникой и экономикой здесь очень тонкая. Если речь идет не о физических величинах, а о целевых показателях, то её практически нет. В представленной выше конструкции при любом $t \in T$ значения x_t, y_t – элементы векторных пространств X и Y , их компоненты могут быть не только натуральными показателями, но и разного рода показателями эффективности отдельных лиц и целых коллективов. В отношении x_t это совсем очевидно, в отношении y_t ситуация чуть сложнее, но вполне исправима, как минимум, частично. Вместо показателя, который хочется снизить, надо рассматривать показатель снижения, то есть на какую величину или на какой процент показатель может быть снижен. Нечто подобное подразумевается в словах, – «пересечение конуса положительных элементов с вершиной в этой точке с множеством $\{(x_t, y_t): T\}$ пусто». «Конус положительных элементов» здесь определяется векторами, описывающими возрастание x или снижение y , то есть речь идет не об умножении x_t, y_t на положительное число. Тут есть недоговоренность.

Вместе с тем, предлагаемое описание задачи содержит намек на динамику, каждому $t \in T$ «отвечает некоторый процесс». Это вполне в духе функционального анализа, где функции становятся точками в пространстве функций определенного вида, можно их складывать и усреднять. Получается выпуклое множество, на границе которого находится точка экстремума, а тогда через нее можно провести опорную гиперплоскость и получить двойственные переменные в том или ином смысле.

3. Двойственность в теории оптимального планирования и предельные цены

В теории оптимального планирования, какой она сформировалась в советское время, двойственные переменные – это цены (они же объективно обусловленные оценки), рассчитываемые на основе предельных затрат плановыми органами, причем не только на уровне Госплана, но и на более низких уровнях, «поскольку необходимо учитывать конкретные условия на местах» [ЭЛВЭ, 1986].

3.1. Принцип двойственности в чистой математике и математическом программировании

Принцип двойственности в математике – рассмотрение в процессе решения задач одновременно пар объектов, связанных определенным образом (сопряженных). Он пронизывает практически всю математику, начиная от алгебраической топологии (гомологии и когомологии) до вычислительной математики, выпуклого анализа и линейного программирования, куда он был привнесен из функционального анализа. Самые близкие для нашей аудитории примеры – прямая и двойственная задачи линейного программирования, сопряженные выпуклые конусы и пространства, о них в основном и пойдет речь дальше, хотя список двойственных объектов, используемых в приложениях математики к экономике,

этим не исчерпывается. В теорию оптимального планирования как математическую теорию, связанную с планированием производственных процессов и не связанную с идеологией, принцип двойственности пришел, как уже говорилось выше, из функционального анализа и геометрии через выпуклый анализ и линейное программирование как набор вычислительных методов для решения определенного класса задач оптимизации. Главный отличительный признак таких задач – «точка экстремума лежит на границе рассматриваемой области» [ККФ, 2002, с 200]. Отсюда следует сразу два очень важных вывода. Во-первых, не работают традиционные методы поиска экстремума путем приравнивания нулю производных максимизируемой или минимизируемой функции. Во-вторых, не надо искать точку экстремума внутри рассматриваемой области, а это позволяет заметно сократить объем вычислений и необходимой для них информации, что в данном случае еще важнее. Ключ к успеху дает принцип двойственности в виде теорем отдельности и разрешающих множителей, несущих нужную для вычислений информацию, а точнее, позволяющих сразу исключить из рассмотрения львиную долю теоретически доступной информации за её ненужность для вычислений.

3.2. От разрешающих множителей к предельным ценам

Связь двойственных переменных с ценами обнаружилась достаточно быстро и не в последнюю очередь благодаря блюстителям чистоты советской идеологии. Все было относительно спокойно пока двойственные переменные (разрешающие множители), позже названных объективно обусловленными оценками, использовались для решения задач оптимального раскроя или оптимальной загрузки станков различного типа и разной производительности. Такие задачи воспринимались га всех уровнях скорее как технические производственные задачи, чем экономические. Начиная с 1939 года такие задачи достаточно успешно (хотя и не без организационных проблем) решались на предприятиях Ленинграда и Ярославля (во время войны), куда был переведен ВИТУ ВМФ¹. Как в Ленинграде, так и в Ярославле партийные органы достаточно активно содействовали этой работе.

Идеология дала о себе знать при первой же попытке (в 1943 году) распространить те же принципы на более высокий уровень, а именно, на уровень Госплана. Речь шла о повышении эффективности производства на 15%–25% в условиях войны, но идеология или боязнь отказаться от неё оказались сильнее, как минимум, для работников Госплана, которым тогда руководил легендарный впоследствии Н.А. Вознесенский. Свидетельства этих драматических событий можно найти в [ККФ, 2002, 2004], причем речь не только о воспоминаниях, но и о документах, сохранившихся в семейном архиве и предоставленных В.Л. Канторовичем для публикации в двухтомнике об отце. Обвинение в сходстве идей ЭЛВЭ с идеями «фашиста Парето» прозвучало впервые именно тогда и именно в Госплане. Потом это обвинение повторялось наряду с обвинениями в сходстве разрешающих множителей (они же впоследствии – объективно обусловленные оценки) с предельными (маржинальными) ценами. Не секрет, что уточнение «объективно обусловленные» понадобилось именно для защиты от агрессивных блюстителей чистоты тогдашней идеологии, очень быстро увидевших связь между такими оценками и предельными ценами из теории общего экономического равновесия (далее – ОЭР), а точнее, из модели обмена, откуда тянулась нить к теории предельной полезности и критике трудовой теории стоимости.

3.2. Исключение ненужной информации на возможно ранней стадии

Исключение ненужной информации на возможно ранней стадии – один из ключевых методов повышения эффективности вычислений в математическом программировании, включая не только линейное, но и выпуклое, целочисленное и геометрическое программирование. В выпуклом программировании принцип двойственности работает точно так же, как и в линейном, задачи геометрического программирования в принципе сводимы к выпуклым, хотя не всегда это нужно. Самое проблемное поле – задачи целочисленного программирования. В принципе они могут решаться простым перебором, так как количество возможных вариантов конечно. Однако оно может быть запредельно большим.

В известной задаче фанерного треста [ЭЛВЭ, 1939], которая изначально формулировалась как целочисленная, речь шла об оптимальном размещении заданий по раскрою фанеры на 8 станках разного типа и производительности, причем номенклатура деталей составляла всего 5 наименований, а произвести было нужно максимальное число комплектов. Количество возможных вариантов при кажущейся простоте задачи исчисляется миллиардами. В это трудно поверить, как в одой старой сказке королю было трудно оценить сумму, за которую он купил понравившегося ему коня, заплатив горохом всего королевства. В условиях, поставленных хозяином коня, платить надо было только за гвозди в подковах, за первый гвоздь полагалась одна горошина, но каждый следующий оплачивался по цене, вдвое больше, чем предыдущий. В итоге получилось много, точнее, невообразимо много, как это практически всегда бывает в реальных ситуациях с использованием комбинаторики. Задачи такого типа опасны своей обманчивой простотой. Суть сказки в том, как легко может ошибиться человек, считающий, что ему все по силам. Как вариант, то же самое может думать человек, имеющий в своем распоряжении вычислительную технику большой производительности и универсальное программное обеспечение для решения разного рода прикладных задач, например задач линейного программирования.

¹ Военно-инженерный технический университет ВМФ. Там работал Л.В. Канторович

Задачу линейного программирования можно понимать как решение задачи на экстремум (максимум или минимум) линейного функционала при наличии ограничений в виде равенств и неравенств, а можно как точку как крайнюю точку пересечения луча и выпуклого многогранника. В свою очередь, многогранник можно понимать как и как пересечение конечного числа полупространств, и как проекцию симплекса на пространство меньшей размерности. При проектировании часть вершин симплекса окажется внутри многогранника. И (внимание!) если известно, что точка экстремума останется на границе, то найти буде на много порядков проще, чем на исходном симплексе.

К сожалению, этот эффект уменьшения размерности задачи требует многомерного видения (воображения). Но нечто похожее можно показать на примере, когда вместо трехмерной задачи, решаемой на компьютере, можно решить двумерную задачу на листе бумаги. Такой урок в далеком уже 1972 году преподал д.ф.-м.н. Г.Ш. Рубинштейн, работавший тогда в Институте математики СО АН СССР группе физиков из Института ядерной физики СО АН СССР, а попутно своему дипломнику.¹ Физики попросили помочь в создании математической модели для оптимального размещения нового оборудования в одном из помещений. В ответ на эту просьбу Рубинштейн предложил нарисовать контуры агрегатов на бумаге, вырезать и подвигать по нарисованному же полу помещения, сохранив пропорции, а потом рассказал дипломнику про решение задачи о проводах и изоляции, решаемой с применением биллиардных шаров и ремня (рис 2). С точки зрения математики здесь важно только сечение, пропорции между наибольшим сечение биллиардного шара и сечением провода в идеале такие же, как между сечением застёгнутого ремня и изоляционной трубы. И в этом соль.

И дело тут не только в замене цифрового решения аналоговым, которое оказалось проще и эффективнее в конкретном случае, а в том, как происходит сокращение размерности задачи, если понимать её геометрию, то есть переходить от реальной задачи к абстракции, отбрасывая ненужную информацию, а вместе с ней лишние условия. Компьютеры тогда (в 1972) были и активно использовались в институтах СО АН СССР, но тут нужно другое. При решении задач с применением компьютеров эта проблема никуда не уходит.

Своеобразный парадокс заключается в том, что математикам такие задачи, как правило, малоинтересны. Гораздо престижнее заниматься теоретическими изысканиями, не имеющими приложений. На эту тему не так уж мало написано. Есть знаменитое высказывание Гильберта «Математика – это единая симфония бесконечного». А все остальное – не симфония. К третьему курсу мехмата снобизм в крови. А для тех, кто с такими задачами реально сталкивается, ловушка открыта, король из сказки не одинок.

Задача фанерного треста была решена (при отсутствии вычислительной техники) с применением многомерной геометрии, теорем от делимости и принципа двойственности из функционального анализа. Так родилось линейное программирование, но с тех пор многие навыки, связанные с эффективным использованием появившихся еще тогда и потенциально заложенных в нем идей почти утрачены.

Появление все более мощной вычислительной техники и готовых пакетов программ для решения прикладных задач в значительной мере обесценили умения, которыми обладали прежние поколения специалистов. Уже давно нет перфокарты, еще раньше исчезли соревнования по написанию программ, размещенных на одной перфокарте. Мало кому может прийти в голову, что задачу по размещению зданий по производству проката для всего СССР можно было решать на машине Минск-22. Но это было, а написавший программу для решения этой задачи – Владимир Александрович Булавский – прекратил заниматься численными методами и тем более программированием еще в середине 70-х годов прошлого века. Он и ближайшие коллеги выпустили монографию [Булавский, Звягина, Яковлева, 1977].

4. Цена как «сигнал, обернутый в стимул»

Представление о ценах как сигналах и стимулах в равной мере присуще и теории оптимального планирования в том виде, как она сформировалась к концу 80-х годов, и теории общего экономического равновесия (далее – ОЭР), и либеральному направлению экономической мысли, продолжающим традиции австрийской школы под лозунгом «маржинальной революции». Именно с ней связан слоган “A Price Is a Signal Wrapped up in an Incentive”. Принципиальные различия между этими тремя направлениями экономической мысли заключаются в уровне формализации, и в том, как трактуется происхождение оптимальных, равновесных или маржинальных цен. Теория оптимального планирования отличается от двух других направлений в части, связанной с идеологией, а именно, предполагает возможность построение оптимальных цен путем математических расчетов на основе объективных данных о затратах труда, а также невоспроизводимых или временно дефицитных ресурсов. Две остальные теории различаются между собой в части формализации и применения математики. Теория ОЭР в активно использует математический аппарат и где-то, возможно, заигралась в эту игру. В этом смысле ей противостоит либеральная теория [Хайек, 2009], принципиально отвергающая формализацию как нечто чуждое гуманитарным наукам. При этом обе эти направления экономической мысли привержены идеям свободного рынка и формирования цен как сигналов, посылаемых рынком. И все это в той или иной мере сказка.

¹ Автору данной статьи



Рисунок 2. Одинаковое сечение – ключ к решению

4.1. Теория оптимального планирования для строителей коммунизма

На внеочередном XXI съезде КПСС, созванном в январе 1959 года для утверждения 7-летнего плана, Н.С. Хрущевым было заявлено, что социализм в СССР полностью построен, страна вступает в период развернутого строительства коммунистического общества. Им же тогда была провозглашена знаменитая фраза: «Нынешнее поколение советских людей будет жить при коммунизме». Тогда даже назывался конкретный срок 1980 год, то есть через 20 лет. Говорить об утопичности срока и самой идеи было не очень удобно, но для кардинальных перемен в экономической науке, как тогда казалось, наступил очень благоприятный момент. Президент АН СССР, выступавший на этом съезде с речью о задачах науки, особо остановился на проблемах экономики.

Мне хотелось бы особенно подчеркнуть важность задач, встающих перед экономической наукой. Нужно прямо сказать, что в этой области знаний наши ученые в долгую перед страной. Решение проблем экономической науки явно отстает от запросов бурно расширяющегося народного хозяйства, от актуальных задач строительства коммунизма. Чтобы решить поставленные перед ней задачи, экономическая наука должна усовершенствовать свои методы, изучать жизнь, стать точной наукой в полном смысле этого слова, широко использовать новейшие средства вычислительной техники, стать прожектором в планировании народного хозяйства.

Стенограмма Т.2. с. 215

Стать точной наукой в полном смысле этого слова экономическая наука не смогла или, если смотреть на вещи открытыми глазами, не захотела. На практике все уперлось в реальные интересы причем отнюдь не высшего руководства, а «едва ли не всех». В кавычки взят фрагмент из последнего интервью Л.В. Канторовича под названием «Смотреть на правду открытыми глазами» в апреле 1986 года (уже в больнице). Оно опубликовано в [ККФ, 2002, с. 76–82]. Полностью фраза выглядит так.

В свое время Ленин прозорливо заметил, что, если бы геометрические аксиомы задевали интересы людей, то они, наверное, опровергались бы. Наши модели как раз и затронули интересы множества, едва ли не всех. [ККФ, 2002, с. 77].

В числе тех чьи интересы были задеты, оказались представители разных слоев общества, но, прежде всего, многие или, точнее, почти все экономисты, включая академиков. На общем собрании АН СССР того же 1959 года ЭЛВЭ произнес речь, испугавшую даже тогдашнего академика-секретаря отделения – В.С. Немчинова – одного из лидеров экономико-математического направления в СССР того времени. В своем выступлении ЭЛВЭ высмеял «открытия» представителей отечественной экономической мысли, сравнивая их с гипотетическими открытиями типа «сталевар стале не варит, а плавит, или даже в некотором смысле кипятит» [ККФ, 2004, с. 96], а ожидающие решения «проблемы с поиском величины 2+2 в квадрате. Но возглавляемое тогда Немчиновым отделение подчинялось тогда не Президиуму АН СССР, а идеологическому отделу ЦК КПСС. А потому выступление ЭЛВЭ вызвало очень неоднозначную реакцию со стороны коллег, кого-то оно напугало, а у кого-то вызвало горячее одобрение.

В том же 1959 году под редакцией, с предисловием и послесловием Немчинова выходит книга [Немчинов, 1959], где представлены достижения отечественной (ленинградской) школы оптимального планирования во главе с ЭЛВЭ. В этой книге есть большой раздел, написанный В.В. Новожиловым, где он доказывает отсутствие противоречия между трудовой теории Маркса и ценообразованием на основе предельных издержек. В предисловии Немчинов назвал некоторые идет Новожилова спорными, а в послесловии [Немчинов, 1959, с. 481] высказался об этом подробно, но ни в предисловии, ни в послесловии не высказал критики в адрес ЭЛВЭ. Однако после выступления ЭЛВЭ на общем собрании позиция Немчинова изменилась. Он не только выступил с критикой позиции ЭЛВЭ непосредственно на собрании, но и изменил свое предисловие к самой известной книге ЭЛВО об оптимальном использовании ресурсов. Из полностью хвалебного оно превратилось в довольно «кислое», пришлось рассыпать уже готовый набор и набирать все снова (цифровой печати тогда не было).

История этой размолвки важна по той причине, что история всего направления и, возможно, советской экономики могла бы пойти существенно иным путем, если бы не личностный фактор. Противоречия между практикой и идеологией в СССР снимались неоднократно и вознаграждались очень щедро. Противоречие между общенародной или государственной собственностью в теории и хозяйственными отношениями между государственными предприятиями на практике были примирены путем введения понятий хозяйственного ведения и оперативного управления. Награда автору идеи – Сталинская премия. Также Сталинская премия была выдана за основной экономический закон социализма. Считается, что его сформулировал сам Сталин, на самом деле он его оценил и озвучил от своего имени. Это было абсолютно правильное решение. Иначе началась бы затяжная дискуссия с непредсказуемыми последствиями, что и произошло после 1969 года. Был очень жаркие и интересные дискуссии, но реальные результаты достигались через личные обращения к Н.С. Хрущеву, а он не всегда выбирал лучшее. Здесь надо заметить, что при проведении реформ Дэн Сяопин в Китае, им был выдвинут лозунг, – «Никаких

дискуссий!». Об этом и о других деталях реформ довольно подробно (хотя и тенденциозно) рассказано в [Коуз, 2013]. У нас в СССР все происходило диаметрально противоположным образом.

Уже в 1960 году на Первом Всесоюзном научном совещании по применению математических методов в экономических исследованиях и планировании разгорелась ожесточенная дискуссия между её участниками. Материалы совещания в семи томах изданы и находятся в открытом доступе (в РГБ). Само по себе это очень хорошо, есть что читать тем, у кого хватит терпения. Дьявол, как всегда, в деталях.

Все участники совещания выступали за применение вычислительной техники, а вот с применением математики мнения разошлись в диапазоне от полной поддержки идей ЭЛВЭ до полного отрицания всей математики, кроме арифметики. Последнее означало использование любых ЭВМ лишь в качестве калькуляторов. Принципиальные расхождения были и среди тех, кто по праву считался сторонниками применения математики в экономических исследованиях и планировании. Расхождения касались самого главного – методов расчета цен. Сторонникам цен на основе предельных издержек противостояли не только сторонники цен на основе межотраслевого баланса, среди которых были свои противоречия, но и профессиональные борцы с буржуазным влиянием. Они находили параллели и с маржиналистской теорией, и с идеями Вильфредо Парето. Разумеется, никто не говорил открыто о невидимой руке рынка, но сторонники этой теории тоже были и вносили свой вклад в дискуссию, создавая повод для обвинения в продвижении буржуазных идей под видом математики, делая дискуссию менее ясной.

Если бы тогда работники идеологического фронта получили четкий сигнал вождя – поддерживать наиболее продвинутые подходы, уже опробованные на предприятиях Ленинграда в довоенные и послевоенные годы, то результат мог быть совсем иной. Идеологически подкованные экономисты открывали бы все новые отличия наших методов, *статья* цены являются считают на основе предельных издержек, а не на основе предельной полезности, как у них (буржуев). А желающие сделать что-то реально полезное продвигали бы методы, отработанные на ленинградских заводах, по предприятиям страны. Такого вождя не нашлось и получилось так как получилось. Созданную за последующие 20 с лишним лет теорию оптимального планирования сам ЭЛВЭ называл теорией для коммунистического общества. Но коммунизм здесь – мысленный образ, а не реальность. Для социалистического общества теория требовала приспособления, как механика Ньютона для практического применения к реальным задачам нуждалась в долгой и трудной работе инженеров. Она тоже не могла быть получена непосредственно из опыта и не могла быть проверена опытом непосредственно, но допускало опыты приближения к заявленным идеальным условиям типа перемещения биллиардных шаров на столе все более высокого качества.

4.2. Сказка о невидимой руке рынка

В теории общего экономического равновесия принцип двойственности или его призрак присутствует в виде сказки о невидимой руке рынка и равновесных ценах, предельных (маржинальных) для каждого участника. Как вариант вместо невидимой руки рынка можно обсуждать процесс «нащупывания» (*tâtonnement*) по Вальрасу. На практике оба варианта оказываются именно сказкой, причем с очень существенным идеологическим подтекстом, от которого необходимо абстрагироваться. Идеологии в теории равновесия и необходимости избавления от неё посвящена статья [Козырев, 2024]. Здесь же уместно сделать акцент на иных аспектах, прежде всего на информационном и вычислительном. А тут более естественно обратиться к работам Фридриха Августа фон Хайека (далее – Хаек) получившего в 1974 г. нобелевскую премию «За основополагающие работы по теории денег и экономических колебаний и глубокий анализ взаимозависимости экономических, социальных и институциональных явлений».

Последнее произведение Хайека, написанное им в 1988 году по итогам одной дискуссии о социализме, вышло в переводе на русский язык [Хайек, 1992] под бескомпромиссным (далеким от всякой двусмысличности) названием «Пагубная самонадеянность» и не менее бескомпромиссным подзаголовком «Ошибки социализма». В этой книге идея социализма не подвергается сомнению, а объявляется ошибочной в самой своей сути, хотя и красивой. Одной из причин называется невозможность получить те самые (оптимальные, маржинальные, равновесные) цены иначе как оставляя эту заботу свободному рынку, для которого любое регулирование вредно. В подтверждение этого утверждения есть резон привести несколько цитат из этой работы, где упоминают «сигналы, именуемые ценами».

Термин «сигнал» используется в ней 13 раз. В каких-то случаях это относится непосредственно к ценам. Так, с самого начала появление цен связывается с развитием индивидуальной собственности.

Решающим моментом можно считать то, что развитие индивидуализированной собственности является необходимым предварительным условием развития торговли и, следовательно, формирования более крупных, основанных на взаимном сотрудничестве структур, а также появления сигналов, которые мы называем ценами.

Хаек, 1992, С. 13

Еще одно очень показательное высказывание

Информация, используемая индивидами или организациями для приспособления к неизвестному, может быть только частичной и передается сигналами (т. е. ценами) по длинным цепочкам от индивида к индивиду, причем каждый передает комбинацию потоков абстрактных рыночных сигналов в несколько измененном виде. Тем не менее, с

помощью этих частичных и фрагментарных сигналов к условиям, которых ни один отдельный человек не в состоянии предвидеть или знать, приспосабливается структура деятельности в целом (пусть даже такое приспособление не бывает вполне совершенным). Вот почему выживает эта структура, а те, кто ее используют, еще и процветают.

Там же С.134

А дальше, идет большой абзац, где возражения вызывает каждое предложение.

Сознательно спланированной замены такому самоупорядочивающемуся процессу приспособления к неизвестному быть не может.

Тут хочется прервать цитирование и возразить. На сегодняшний день процесс пошел совсем не так, как это представлялось либералам в 1988 году (время написания книги). Цены формируются крупными корпорациями с применением техники и сплужения за покупателями. Но продолжим цитату.

По пути приспособления ведет человека не разум, не врожденное "естественное добро", а только горькая необходимость подчиняться неприятным ему правилам, чтобы сохранить себя в борьбе с конкурирующими группами, которые уже начали расширяться благодаря тому, что раньше натолкнулись на эти правила.

И здесь все далеко не так просто. Очень многие личные качества врожденные

Если бы мы целенаправленно строили или сознательно перекраивали структуру человеческой деятельности, нам достаточно было бы просто выяснить у индивидов, зачем они вступили во взаимодействие с той или иной конкретной структурой. Между тем в действительности все новые поколения исследователей из различных областей обнаруживают, что объяснить эти вещи чрезвычайно трудно, и не могут прийти к согласию в вопросе о причинах или вероятных последствиях различных событий. У экономической науки есть курьезная задача – показывать людям, сколь мало на деле знают они о том, что, как им кажется, они умеют создавать.

Там же с.133–134

Тут хочется пожелать «экономической науке» найти себе другое, более полезное занятие.

4.3. От метафор и благих намерений к реализму и pragmatizmu

Но вернемся к основному вопросу – ценам как сигналам и стимулам в условиях отечественной экономики вчера, сегодня и, возможно, в будущем. В ранее цитируемом интервью ЭЛВЭ говорит о том, что цены будут необходимы даже в совершенном обществе без денег (при коммунизме),

Даже если в коммунистическом обществе не будет денег и хозрасчета, то цены все-таки останутся. Цены нужны будут для того, чтобы знать, как поступить целесообразно, в соответствии с интересами общества, то есть они сохранят информационное значение.

И далее там же.

Итак, понятно, что самого факта создания плана недостаточно, — нужен механизм, который обеспечит возможность и заинтересованность в его осуществлении. Важно создать такую систему стимулирования, чтобы хозяйственник раскрыл и реализовал все свои резервы. Стимулы должны быть не только выгодными, они должны дойти до сознания. Очень важен подбор кадров, активных, предпримчивых. И государственная их поддержка.

Здесь необходимо добавить необходимость добиться выполнения активными и предпримчивыми кадрами своих обязанностей. А для этого уместно сделать небольшое отступление о трех опорах любого государства и, в частности, его экономики. Государство или власть, если брать шире, обеспечивает, как минимум, законность сделок и защиту от бандитов. Согласно Максу Веберу, всякая власть опирается на легитимное насилие, интересы и авторитет, связанные между собой, достаточно сложным образом. Полностью воспроизвести рассуждения [Вебер, 2020, с. 44–47] не представляется возможным, но несколько отдельных высказываний процитировать необходимо. Итак, на старице 44 читаем.

Государство, равно как и политические союзы, исторически ему предшествующие, есть отношение господства людей над людьми, опирающееся на легитимное (то есть считающееся легитимным) насилие как средство. Таким образом, чтобы оно существовало, люди, находящиеся под господством, должны подчиняться авторитету, на который претендуют те, кто теперь господствует. Когда и почему они так поступают? Какие внутренние основания для оправдания господства и какие внешние средства служат ему опорой?

А дальше речь идет о сложном

В принципе имеется три вида внутренних оправданий, то есть оснований легитимности (начнем с них). Во-первых, это авторитет «вечно вчерашнего»: авторитет нравов, освященных исконной значимостью и привычной ориентацией на их соблюдение, — «традиционное» господство, как его осуществляли патриарх и патrimonиальный князь старого типа.

Тут сразу напрашивается мысль о том, как создавалась, а потом рушилась мифология, на которой строился авторитет советской власти, и как теперь эта мифология возрождается. Далее следует вызывающий не меньше ассоциаций фрагмент о харизме и личном авторитете вождя.

Наконец, господство в силу «легальности», в силу веры в обязательность легального уставновления (Satzung) и деловой «компетентности», обоснованной рационально со-здаными правилами ...

Вебера во всем этом тексте интересует именно харизма, остальное – контекст. Об интересах он говорит вскользь и только в самом конце довольно длинного абзаца (более страницы). Ниже фрагмент.

Понятно, что в действительности подчинение обусловливают чрезвычайно грубые мотивы страха и надежды — страха перед местью магических сил или властителя, надежды на поступороннее или посюстороннее вознаграждение — и вместе с тем самые разнообразные интересы.

Надо признать, что интересы здесь понимаются несколько шире, чем у Хайека. Впрочем, Вебер интересен не только этим. В свое время он написал несколько эссе о России, Александр Донде (Кустарев) перевел их с немецкого, сокращенные варианты представлены в [Вебер, 2020]. Там и про слабости российского капитализма есть что почитать, хотя написано давно.

5. Эпилог.

Завершая тему о ценах и двойственности хочется еще раз вернуться к центральному вопросу о возможности построения системы оптимальных цен и перспективах использования идейного наследия ЭЛВЭ в интересах страны. Повод для этого дают, в частности, проводимые фондом «Кристалл роста» мероприятия¹ и монография [Галушка, Ниязметов, Окулов, 2021], получившая всероссийскую известность не в последнюю очередь благодаря составу авторов. С темой настоящей статьи эти события связаны не только упоминанием имени ЭЛВЭ. Упоминание его имени и популяризация его идей на публичных мероприятиях не может не радовать его учеников, она вселяет надежду, что допущенные в прошлом ошибки можно частично исправить. А упомянутая монография без всяких натяжек интересна. Тем не менее, трактовка в ней событий, повлекших снижение темпов роста экономики СССР, и ошибок, допущенных руководством страны, представляется несколько легковесной. Авторы монографии сознательно не упоминали авторов некоторых документов, чтобы не давать оценок действиям отдельных личностей, а давать их лишь самим поступкам и их результатам. Такой подход, вероятно, оправдан в конкретном контексте, но отнюдь не гарантирует от повторения прошлых ошибок. В чем-то он повторяет историю «коттепели», когда жертвами культа личности оказались и те, на кого писали доносы, и те, кто их писал из самых лучших побуждений или, возможно, ради освобождения жилплощади в коммуналке.

В контексте обсуждения проблем планирования, затрагиваемых в настоящей статье, роль конкретных личностей и мотивов их решений, напротив, очень важна, а потому необходимо уточнить некоторые обстоятельства того периода. В статье [Воробьев, 2021] приведены конкретные цифры, послужившие основанием для изменения строительной программы 1953 года. Они были приведены в записке Берия, на которую дана ссылка. В частности, из неё следует, что для реализации ряда проектов необходимо было, как минимум, вдвое увеличить число заключенных, привлекаемых для выполнения работ, а это – новые аресты. Они могли быть проведены, например, путем вторичных посадок лиц, уже отсидевших свое по тому же делу. Такая практика существовала, но Берия не хотел её продолжать. Был ли он так уж неправ? Из бесед с Молотовым, собранных в [Чуев, 2019] вырисовывается картина всеобщей усталости от напряжения предшествующих лет. Молотов обращается к этой теме дважды, один раз в связи с усталостью Сталина, другой – с усталостью товарищей по партии и, что не менее важно, народа.

Много подчас неожиданных фактов можно узнать из работы [Колесников, 2014], где опубликованы достаточны откровенные интервью с Е.Г. Ясиным – одним из героев катастрофы «святых девяностых» (в том числе для Ясина), которого Колесников называет интеллектуалом. Сам Ясин их таковыми и считал, хотя термин не его. Но речь не о том. В одном из интервью Ясин фактически называет авторов доносов, послуживших причиной или (возможно) лишь катализатором репрессий среди статистиков. Он пересказывает давние беседы со своим бывшим научным руководителем – едва ли не самым главным противником ЭЛВЭ – А.Я. Боярским. В рассказах Ясина его учитель предстает умным и очень неординарным человеком, который делает добрые дела, «замаливая старые грехи». Впрочем, это не мешало

¹ https://vk.com/video-212627977_456239161

ему делать ЭЛВЭ гадости, разумеется, чисто по убеждению как марксисту, отстаивающему чистоту теории. Например, он предложил сотрудникам ЭЛВЭ решить задачу ЛП, где одно из ограничений не было активным. Содержательная интерпретация задачи была скрыта. Естественным образом, соответствующий избыточный ресурс получил оценку ноль. Потом Боярский рассказывал на разных трибунах, что «труд» получил нулевую цену от учеников ЭЛВЭ. В частности, эта провокация озвучивалась на совещании 1994 года и получило широкий резонанс. Тем удивительнее повествование Ясина о двух событиях, изменивших его мировоззрение, бывшее до того марксистским. Одно из них – знакомство с идеями ЭЛВЭ, второе – события в ЧССР 1968 года. Второе понятно, но первое?!

Обращение к документам советской эпохи и глубинным интервью с реальными участниками переломных событий в судьбе научного направления и страны в целом заставляет смотреть на эти события и давать им оценки, часто не совпадающие с современными шаблонами, а порой ломающие их. Если говорить конкретно об экономико-математическом направлении, то решающие ошибки были совершены, как ни странно это звучит, в период с 1956 по 1964 год или раньше в 1943 году, когда в Госплане работали выдающиеся (без преувеличения) личности, а инициатива применения уже проверенных на ленинградских и ярославских заводах методов исходила от руководства ВИТУ ВМФ, что-то им помешало найти общий язык. Потом, как было принято после 1956 года, все свалили на Сталина.

В конце пятидесятых годов желанием применять вычислительную технику и математические методы в экономике буквально заболели многие, если не все. Но уже на всесоюзном совещании 1960 года ясно просматривается раскол между сторонниками оптимальных методов и цен на основе двойственности, с одной стороны, и сторонниками цен на основе межотраслевого баланса, с другой стороны. А среди них, в свою очередь, свои противоречия. Принципиальная проблема здесь заключалась в том, что в балансе любые продукты представлялись в агрегированном виде, агрегация осуществлялась в стоимостном выражении. Для этого использовались цены, но цены же предполагалось рассчитывать. Здесь достаточно ясно проглядывает зацикленность. Об этом ЭЛВЭ разговаривал в том числе с Василием Леонтьевым, которые приезжал в Москву и тогда и позже. Внятного ответа ЭЛВЭ не получил и от него, а в восьмидесятых тон задавали идеологи свободного рынка, кто-то осторожно, кто-то без всяких недоговорок, таким был Ясин. Из теории ЭЛВЭ он вынес идею предельных цен, но скорее в духе Хайека.

Возможно, именно сейчас, когда либеральные идеи терпят практически полное фиаско, есть новый шанс воспользоваться сложными в применении, но продуктивными идеями и методами, вызвавшие когда-то ожесточенное сопротивление «едва ли не всех» [ККФ, 2002, с.77]. Тут важно не упрощать.

Литература

1. Булавский В.А. (1973) Один специальный алгоритм квадратичного программирования. - В кн.: Оптимизация. Вып. 5(22), Новосибирск, 1973, - . 23–36.
2. Булавский В.А., Звягина Р.А., Яковleva M.A. Численные методы линейного программирования (специальные задачи), М.: Наука, 1977. - 368 с.
3. Вебер М. (2020) Политика как призвание и профессия / М. Вебер; [пер. с нем. и вступит. ст. А. Ф. Филиппова]. — М.: РИПОЛ классик, 2020. — 292 с. — (Librarium). IS BN 978- 5-386-10496-2
4. Вебер М. (2007) Вебер М. О России: Избранное / Перевод А. Куста рева. - М.: «Российская политическая энциклопедия» (РОССПЭН), 2007. - 159 с
5. Вершик А. М., Черняков А.Г. (1982а) Критические точки полей выпуклых многогранников и оптимум по Парето-Смейлу // Доклады АН СССР. – 1982. – Т. 266, № 3. – С. 342–345.
6. Вершик А. М., Черняков А.Г. (1982б) Поля выпуклых многогранников и оптимум по Парето-Смейлу. // Оптимизация: Сб. статей. Новосибирск, 1982. Вып. 28 (45): Проблемы выпуклого анализа и теории экстремальных задач, 1982. – С. 112–145.
7. Воробьева Е.Е. (2021) Трансформация лагерной системы МВД СССР в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР «Об изменении строительной программы 1953 года» // Исторический журнал: научные исследования. – 2021. – № 1. DOI: 10.7256/2454-0609.2021.1.34874 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=34874
8. Галушка А.С., Ниязметов А.К., Окулов М.О. (2021) Кристалл роста к русскому экономическому чуду. — М., 2021. — 360 с., илл.
9. Демьянов В.Ф. Васильев Л.В. (1981) Недифференцируемая оптимизация. М.: Наука, 1981. – 384 с.
10. Зиновьев А.А. (2008) На пути к сверхобществу. М.: Издательство АСТ» 2008, 449с.
11. Зиновьев А.А. (1972) Логическая Физика, М.: Наука, 1972. – 194с.
12. Зиновьев А.А. (1976) Зияющие высоты. Издательство L'Age d'Homme. 1976. – 436с.
13. Канторович Л.В. (1939) Математические методы организации и планирования производства. Л.: Изд-во ЛГУ. 1939. – 68 с.
14. Канторович Л.В. (1986) Мой путь в науке. Успехи математических наук, 1987, [том 42, выпуск 2\(254\)](#), страницы 183–213
15. Канторович В.Л., Кутателадзе С.С., Фет Я.И. Леонид Витальевич Канторович человек и учёный. Новосибирск: Издательство СО РАН, Филиал «Гео», 2002. — Т. 1. — 544 с., ил. 48 с. ISBN 5-7692-0641-1.
16. Козырев А. Н. (2024) Принцип двойственности в математической теории общего равновесия // Цифровая экономика № 4(30), 2024 – с. 5–13. DOI: [10.34706/DE-2024-04-01](https://doi.org/10.34706/DE-2024-04-01)

17. Козырев А. Н. (2025а) Принцип двойственности и вычисления в математических моделях экономики // Цифровая экономика № 3(33), 2025 – с. 5–16. DOI: 10.34706/DE-2025-03-01
18. Козырев А. Н. (2025б) Параллели: Леонид Канторович и Джон фон Нейман // Цифровая экономика № 2(32), 2025 – с. 5–25. DOI: 10.34706/DE-2025-02-01
19. Колесников А. В. (2014) Диалоги с Евгением Ясиным. Новое литературное обозрение. 2014. – 240с. ISBN 978-5-4448-0161-1
20. Коуз Р. (2013) Как Китай стал капиталистическим «Новое издательство» 2013 — (Библиотека свободы) ISBN 978-5-98379-204-3
21. Неволин И.В., (2023) Перспективы развития модуля CRIS для передачи технологий // Цифровая экономика № 3(24), 2023 – с. 19–22. DOI: 10.34706/DE2023-03-03.
22. Немчинов В.С. (1959) Применение математики в экономических исследованиях. Под ред. [и с послесл.] акад. В. С. Немчинова. - Москва: Соцзгиз, 1959. – 495с.
23. Полтерович В.М., (2024а), Математическая экономика в эпоху социализма и переход к рынку (часть I) // Проблемы прогнозирования. 2024. № 5 (206). С. 6–19. DOI: 10.47711/0868-6351-206-6-19.
24. Полтерович В.М., (2024б), Математическая экономика в эпоху социализма и переход к рынку (часть II) // Проблемы прогнозирования. 2024. № 6 (207). С. 6–15. DOI: 10.47711/0868-6351-207-6-15.
25. Хайек Ф.А. (1992) Пагубная самонадеянность. Ошибки социализма. — Пер. с англ. — М.: Издво „Новости“ при участии изд-ва „Cattallaxy“, 1992. — 304 с.
26. Хайек Ф.А. (2009) Судьбы либерализма в XX веке / Фридрих фон Хайек ; пер. с англ. Б. Пинскера под ред. Т. Даниловой и А. Куряева. — М., Челябинск: ИРИСЭН, Мысль, Социум, 2009. 337 с. (Серия: «История») ISBN 978-5-91066-028-5 (ИРИСЭН) ISBN 978-5-244-01113-5 (Мысль) ISBN 978-5-91066-027-8 (Социум)
27. Чуев Ф. И. (2019) 140 бесед с Молотовым. Второй после Сталина / Ф. И. Чуев — «Алисторус», 2019 — (Великие вспоминают) ISBN 978-5-907149-23-6
28. Babaioff. M., Kleinberg, R. and Leme, R. Paes (2012): “Optimal Mechanisms for Selling Information,” in Proceedings of the 13th ACM Conference on Electronic Commerce, EC ’12, pp. 92–109.
29. Nevolin I., Kozyrev A. (2014) Developing CRIS Module for Technology // Procedia Computer Science, Rome, 13–15 мая 2014 года. – Rome, 2014. – P. 158–162. – DOI 10.1016/j.procs.2014.06.026.
30. Smolin, A. (2019) Disclosure and Pricing of Attributes, Munich Personal RePEc Archive. Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/91583/> MPRA

References in Cyrillics

1. Bulavskij V.A. (1973) Odin special'nyj algoritm kvadratichnogo programmirovaniya. - V kn.: Optimizaciya. Vy'p. 5(22), Novosibirsk, 1973. – 23–36.
2. Bulavskij V.A., Zvyagina R.A., Yakovleva M.A. Chislenny'e metody' linejnogo programmirovaniya (special'ny'e zadachi), M.: Nauka, 1977. - 368 s.
3. Veber M. (2020) Politika kak prizvanie i professiya / M. Veber; [per. s nem. i vstupit. st. A. F. Filippova]. — M.: RIPOL klassik, 2020. — 292 s. — (Librarium). IS BN 978- 5-386-10496-2 Veber M. (2007)
4. Veber M. O Rossii: Izbrannoe / Perevod A. Kusta reva. - M.: «Rossijskaya politicheskaya e'nciklopediya» (ROSSPE'N), 2007. - 159 s
5. Vershik A. M., Chernyakov A.G. (1982a) Kriticheskie tochki polej vy`puklyx mnogogrannikov i optimum po Pareto-Smejlu // Doklady AN SSSR. – 1982. – T. 266, № 3. – S. 342–345.
6. Vershik A. M., Chernyakov A.G. (1982b) Polya vy`puklyx mnogogrannikov i optimum po Pareto-Smejlu. // Optimizaciya: Sb. statej. Novosibirsk, 1982. Vy'p. 28 (45): Problemy` vy`puklogo analiza i teorii e'kstremal'nyx zadach, 1982. – S. 112–145.
7. Vorob'eva E.E. — Transformaciya lagernoj sistemy` MVD SSSR v sootvetstvii s Postanovleniem Soveta Ministrov SSSR «Ob izmenenii stroitel'noj programmy` 1953 goda» // Istoricheskij zhurnal: nauchny'e issledovaniya. – 2021. – № 1. DOI: 10.7256/2454-0609.2021.1.34874 URL: https://nbpubish.com/library_read_article.php?id=34874
8. Galushka A.S., Niyazmetov A.K., Okulov M.O. (2021) Kristall rosta k russkomu e`konomicheskому chudu. — M., 2021. — 360 s., ill.
9. Dem'yanov V.F. Vasil'ev L.V. (1981) Nedifferenciuemaya optimizaciya. M.: Nauka, 1981. – 384 s.
10. Zinov'ev A.A. (2008) Na puti k sverxobshhestvu. M.: Izdatel'stvo AST» 2008, 449s.
11. Zinov'ev A.A. (1972) Logicheskaya Fizika, M.: Nauka, 1972. – 194s.
12. Zinov'ev A.A. (1976) Ziyayushchie vy`soty'. Izdatel'stvo LAge dHomme. 1976. – 436s.
13. Kantorovich L.V. (1939) Matematicheskie metody` organizacii i planirovaniya proizvodstva. L.: Izd-vo LGU. 1939. – 68 s.
14. Kantorovich L.V. (1986) Moj put` v nauke. Uspexi matematicheskix nauk, 1987, tom 42, vy`pusk 2(254), stranicy 183–213
15. Kantorovich V.L., Kutateladze S.S., Fet Ya.I. Leonid Vital`evich Kantorovich chelovek i ucheny'j. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, Filial "Geo", 2002. — T. 1. — 544 s., il. 48 s. ISBN 5-7692-0641-1.

16. Kozyrev A. N. (2024) Princip dvojstvennosti v matematicheskoy teorii obshhego ravnovesiya // Cifrovaya ekonomika № 4(30), 2024 – s. 5–13. DOI: 10.34706/DE-2024-04-01
17. Kozyrev A. N. (2025a) Princip dvojstvennosti i vychisleniya v matematicheskix modelyax ekonomiki // Cifrovaya ekonomika № 3(33), 2025 – s. 5–16. DOI: 10.34706/DE-2025-03-01
18. Kozyrev A. N. (2025b) Parallel: Leonid Kantorovich i Dzhon fon Nejman // Cifrovaya ekonomika № 2(32), 2025 – s. 5–25. DOI: 10.34706/DE-2025-02-01
19. Kolesnikov A. V. (2014) Dialogi s Evgeniem Yasiny'm. Novoe literaturnoe obozrenie. 2014. – 240s. ISBN 978-5-4448-0161-1
20. Kouz R. (2013) Kak Kitaj stal kapitalisticheskim «Novoe izdatel'stvo» 2013 — (Biblioteka svobody) ISBN 978-5-98379-204-3
21. Nevolin I.V., (2023) Perspektivnye razvitiya modulya CRIS dlya peredachi tekhnologij // Cifro-vaya ekonomika № 3(24), 2023 – s. 19–22. DOI: 10.34706/DE2023-03-03.
22. Nemchinov V.S. (1959) Primenenie matematiki v ekonomicheskix issledovaniyax. Pod red. [i s poslesl.] akad. V. S. Nemchinova. - Moskva: Socze'kgiz, 1959. – 495s.
23. Polterovich V.M., (2024a), Matematicheskaya ekonomika v epoxu socializma i perexod k ry'nnu (chast' I) // Problemy prognozirovaniya. 2024. № 5 (206). S. 6–19. DOI: 10.47711/0868-6351-206-6-19.
24. Polterovich V.M., (2024b), Matematicheskaya ekonomika v epoxu socializma i perexod k ry'nnu (chast' II) // Problemy prognozirovaniya. 2024. № 6 (207). S. 6–15. DOI: 10.47711/0868-6351-207-6-15.
25. Xajek F.A. (1992) Pagubnaya samonadeyannost'. Oshibki socializma. — Per. s angl. — M.: Izd-vo „Novosti pri uchastii izd-va „Cattalaxy, 1992. — 304 s.
26. Xajek F.A. (2009) Sud'by liberalizma v XX veke / Fridrix fon Xajek ; per. s angl. B. Pinskera pod red. T. Danilovoj i A. Kuryaeva. — M., Chelyabinsk: IRISE'N, My'sl', Socium, 2009. 337 s. (Seriya: «Istoriya») ISBN 978-5-91066-028-5 (IRISE'N) ISBN 978-5-244-01113-5 (My'sl') ISBN 978-5-91066-027-8 (Socium)
27. Chuev F. I. 140 besed s Molotovy'm. Vtoroj posle Stalina / F. I. Chuev — «Alistorus», 2019 — (Velikie vspominalyut) ISBN 978-5-907149-23-6

Ключевые слова

двойственность, квазидифференциал, критическая точка, многообразие, равновесие

Козырев Анатолий Николаевич, к.ф.-м.н., д.э.н
Центральный экономико-математический институт РАН
ORCID 0000-0003-3879-5745,
kozyrevan@yandex.ru

Anatoly Kozyrev, The principle of duality and computation in mathematical models of economics

Keywords

duality, quasidifferential, critical point, manifold, equilibrium.

DOI: 10.34706/DE-2025-04-01

JEL classification: C65-Разнообразные математические инструменты; C71 Кооперативные игры

Abstract

The possibilities of optimizing planned solutions are shown, achievable through a combination of mathematical techniques of non-smooth analysis and game theory. The thesis on the need to distinguish incompleteness of information from the presence of randomness in the construction of mathematical and economic models and managerial decision-making is consistently carried out. The combination of the principle of duality, introduced into optimal planning from functional analysis, and the principle of incentive compatibility from the theory of economic mechanisms makes it possible to combine the role of prices as a signal and as an incentive, and significantly weaken the requirements for completeness of information when solving a wide class of optimization problems. If the incompleteness of information is caused not by its fatal absence as such, but by organizational reasons and the unwillingness of economic agents to disclose information about their interests and opportunities, then economic mechanisms compatible with incentives should be sought, rather than introducing random variables into models. Combined with the development of modern information technologies, this opens the way to overcoming the crisis in the application of economic and mathematical methods in the modern economy.

УДК 336.71, 005.584

1.2. Моделирование влияния искусственного интеллекта на динамику показателей крупных компаний (на примере компаний–гиперскейлеров)

Варшавский Л. Е. г. Москва, Россия.

В статье рассматриваются основные этапы в развитии элементной базы информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Исследуется роль разработок ведущих микроэлектронных компаний, а также компаний–гиперскейлеров в развитии рынка искусственного интеллекта (ИИ). Рассматривается экономико-математическая модель влияния уровней распространения генеративных ИИ на показатели компаний–гиперскейлеров. Исследуются прогнозные сценарии развития компаний–гиперскейлеров при разных уровнях использования генеративных ИИ.

1. Особенности развития элементной базы ИКТ на современном этапе

В настоящее время процесс миниатюризации интегральных схем (ИС) вступает в завершающий этап. Перестают действовать факторы и тенденции, влиявшие с 1960–1970 гг. на повышение степени интеграции и производительность полупроводниковых схем, в частности: «закон Мура», предусматривающий двукратное увеличение степени интеграции интегральных схем через каждые 1,5–2 года; «закон Деннарда», состоящий в том, что в чипах на основе КМОП-технологии (CMOS) плотность рассеиваемой энергии сохраняется постоянной при одинаковом уменьшении топологического размера, подводимого к транзистору напряжения, а также при увеличении во столько же раз внутренней частоты устройства. Обострились проблемы отвода тепла, выделяемого из-за непрерывно повышающейся температуры по мере повышения плотности монтажа элементов и частоты, а также возникновения в чипах токов утечки (как из-за работы на высоких частотах, так и за счет проявления квантовых эффектов, в частности, туннельного эффекта). В связи с усложнением условий развития компания Intel, бывшая долгое время лидером в создании процессоров, уже в середине прошлого десятилетия отказалась от двухгодичного цикла в производстве (tick-tock) и перешла к трехгодичному циклу (освоение нового технологического процесса—выпуск микропроцессора с новой архитектурой—повышение производительности и энергоэффективности процессоров) [Варшавский Л, 2022].

Ряд возникших проблем удалось решить к началу 2010–х гг. В частности, в это время был осуществлен переход от производства традиционной планарной к энергоэффективной трехмерной структуре транзисторов (плавниковая конструкция FinFET см. [Щука, 2007]), достигнуты определенные успехи в разработке кремний-фотонных приборов на одном чипе, в которых проводящие металлические соединения заменяются на оптические [Варшавский Л, 2022]. В 2020 г. появились сообщения о разработке нового поколения транзисторов GAA, ещё более эффективного, чем FinFET.

В последние годы на процессы миниатюризации ИС большое влияние оказывает использование экономически эффективных установок экстремальной ультрафиолетовой фотолитографии (EUV-сканеров), позволяющих производить ИС с топологическим размером менее 7 нм. Благодаря использованию EUV-сканеров, производимых компанией ASML Holding NV, компании TSMC, лидеру в производстве ИС, удалось наладить производство схем с топологическим размером 5 нм и 3 нм (на такие ИС приходится свыше 50% доходов TSMC [Варшавский Л, 2023],¹). В ближайшее время предполагается начать выпуск ИС с топологическим размером 2 нм. Вместе с тем прогресс в области миниатюризации ИС сопровождается резким ростом капитальных затрат. В результате потребителями высокотехнологичного оборудования, в частности EUV-сканеров, могут быть только мощные компании, лидирующие на отдельных сегментах рынка ИС [Варшавский Л, 2022].

Интересно отметить, что ещё в 2015 г. участники последней Международной технологической дорожной карты по полупроводникам (ITRS) сочли неэкономичным уменьшение топологического размера микросхем ниже уровня 5 нм после 2021 г. (даже этот размер ненамного больше размера атома кремния, который составляет 0.546 нм!). Дальнейшие методы повышения плотности элементов в чипах связывались с переходом к трехмерным структурам, многослойности и др. Драйверами дизайна чипов, по мнению разработчиков дорожной карты, должны были стать такие области применения, как центры обработки данных (ЦОД), Интернет вещей (IoT) и мобильные устройства².

Во многом эти прогнозы участников ITRS оправдались по мере расширения распространения мобильных устройств (смартфонов) и методов искусственного интеллекта (ИИ) (особенно, начиная с 2016–2017 гг., языковых моделей – LLM). Усилился интерес к использованию специализированных схем типа FPGA (Field-Programmable Gate Array – программируемая пользователем вентильная матрица), ASIC (specific integrated circuit— интегральная схема специального назначения. Специализированные схемы

1 URL: <https://www.digitimes.com/news/a20250116VL206/tsmc-revenue-2025-capex-2024.html> (Дата обращения 15.07.2025).

2 URL: <https://spectrum.ieee.org/semiconductors/devices/transistors-could-stop-shrinking-in-2021> (Дата обращения 13.12.2015).

типа FPGA и ASIC могут быть эффективно использованы при решении многих задач в области искусственного интеллекта (ИИ), так как обеспечивают более высокое быстродействие, большую энергоэкономичность при меньших затратах (они, в частности, могут быть реализованы на микросхемах с большим топологическим размером)^{3,4}.

Быстрому распространению методов ИИ, в частности LLM и генеративных ИИ (Chat GPT), требующих обучения на огромных массивах данных, способствовал прогресс в создании высокопроизводительных графических процессоров (GPU). Уже в начале 2010-х гг. GPU компании Nvidia использовались как в качестве ускорителей в суперкомпьютерах и серверах в ЦОД, так и при решении различных задач в области ИИ (в частности, при проведении машинного обучения). Прогресс в области создания высокоэффективных графических чипов, достигнутый компанией Nvidia, в значительной степени способствовал ускоренному распространению языковых моделей и генеративных ИИ в последние годы. В 2022 г. в компании были созданы чипы с архитектурой GPU Hopper (H100), а в 2024 г. — чипы B200 с архитектурой Blackwell, нацеленной на повышение эффективности решения задач ИИ. При этом ускорители GB200 на основе чипов B200 существенно более производительны, чем предыдущие ускорители ИИ от Nvidia — чипы HGX H100⁵.

Особая роль NVIDIA состоит в том, что компания доминирует на рынке графических ИИ чипов для ЦОДов, в облачных сервисах которых проводятся основные работы по машинному обучению. За счёт выпуска новых чипов и ускорителей GPU, доходы компании Nvidia стремительно возросли с 27 млрд долл. в 2022 г. до 130.5 млрд долл.. в 2024 г. (имеются в виду календарные годы). В текущем, 2025 г., рыночная стоимость NVIDIA превысила 4 трлн. долл., что сделало её самой дорогой компанией мира⁶.

Одним из основных производителей современных чипов GPU, разрабатываемых NVIDIA, является мировой лидер в сегменте фабричных компаний — компания TSMC. По некоторым оценкам, в текущем 2025 г., доля чипов NVIDIA, в объёме продаж компании TSMC может достигнуть 20%⁷. TSMC производит также ИИ-чипы на основе FPGA и ASIC, разрабатываемые некоторыми компаниями-гиперскайлераами. В настоящее время TSMC активно продвигает технологию упаковки CoWoS (Chip-on-Wafer-on-Substrate) packaging), которая, обеспечивает эффективную интеграцию графических процессоров и ускорителей с модулями высокобыстродействующей памяти HBM, что важно для реализации приложений ИИ⁸.

2. Влияние компаний-гиперскайлеров на развитие рынка ИИ

Следует отметить особую роль 4-х компаний-гиперскайлеров (Amazon; Meta Platforms; Inc. —признана в РФ экстремистской организацией и запрещена; Alphabet Inc. (Google); Microsoft Corporation) в распространении ИИ. Основная часть доходов этих компаний связана с предоставлением своих цифровых платформ с персональными данными пользователей — для ритейла, рекламы, социальных сетей и др. [Оверби, Одестад, 2022]. Инфраструктуру этих платформ представляют ЦОДы, укомплектованные мощными серверами с графическими процессорами. Гиперскайлеры контролируют более 40% мировых мощностей ЦОД, в которых сосредоточены облачные сервисы⁹. В то же время на GPU и другие акселераторы для ИИ, по некоторым оценкам, приходится треть капитальных вложений ЦОД¹⁰. Поэтому неслучайным является то, что указанные выше гиперскайлеры, заинтересованные в дальнейшем экспоненциальному росте за счёт использования ИИ, обеспечивают свыше 40% доходов компаний Nvidia¹¹. Кроме того, эти компании ведут активную работу в области создания ИИ-чипов на основе FPGA и ASIC. Интенсификация использования ИИ, в частности языковых моделей после 2017 г., обеспечила стремительный рост гиперскайлеров, называемых иногда «бегемотами». Если в середине 2010-х гг. объёмы доходов 4-х отмеченных выше гиперскайлеров не превышали объёмов продаж на глобальном рынке полупроводников, то в 2024 г., после начала распространения LLM и Chat GPT, они превышали последние почти в 2.5 раза (рис. 1).

3 URL: <https://spectrum.ieee.org/computing/hardware/expect-deeper-and-cheaper-machine-learning> (Дата обращения 19.07.2018).

4 URL: <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/hardware/lowbudget-chip-design-how-hard-is-it>. Дата обращения 19.07.2018).

5 URL: <https://serverflow.ru/blog/stati/anons-blackwell-proryv-v-oblasti-ii-anons-gb200-i-rtx5090/> (Дата обращения 19.07.2025).

6 URL: https://www.rbc.ru/quote/news/article/686e72379a7947ccc74b056c?from=from_main_15/ (Дата обращения 11.09.2025).

7 URL: https://finance.yahoo.com/news/whos-bigger-customer-tsmc-nvidia-103000663.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAABRxbv7Ygne7x5-VV-wZYIQ9qbQVPOBHeV1IjnCB9JciBarTe7oXTNMCThSmDkc17_qg0dy9g-xPda2QDn2o3V2YzKppn4AnyMPb07MPlGacHJ9MRZ-mJtHH5F4UMtHbMyJK1A7OWXt3NSG1Q4ebllxc2iy_j2FDtNnVZp1/ (Дата обращения 21.08.2025).

8 URL: <https://acomsupply.com/tehnologiya-upakovki-cowos/> (Дата обращения 19.08.2025).

9 URL: <https://www.ciodive.com/news/hyperscale-cloud-data-center-capacity-eclipses-on-prem/723995/> (Дата обращения 11.09.2025).

10 URL: <https://www.electronicsweekly.com/news/business/datacentre-capex-on-a-21-cagr-roll-2025-08/> (Дата обращения 19.08.2025).

11 https://www.rbc.ru/quote/news/article/686e72379a7947ccc74b056c?from=from_main_15/ (Дата обращения 19.08.2025).

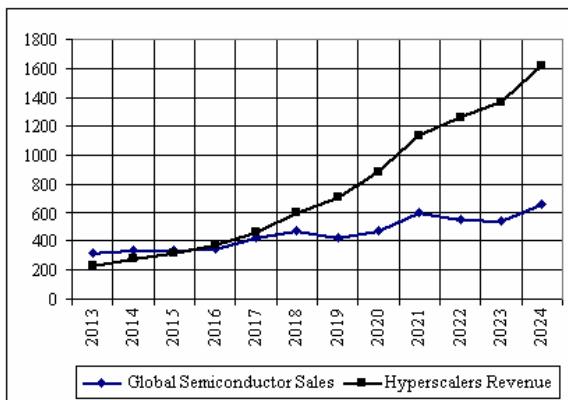


Рис. 1. Динамика объемов продаж 4-х гиперскейлеров и на глобальном рынке полупроводников (в млрд долл. (построено на основе данных годовых отчетов компаний, а также данных в ¹²).

В связи с возрастающим влиянием гиперскейлеров на мировую экономику, представляет актуальность исследование дальнейшей взаимосвязи уровней распространения ИИ и динамики показателей этих ключевых игроков рынка искусственного интеллекта.

3. Модель влияния уровней распространения искусственного интеллекта на динамику показателей компаний-гиперскейлеров.

Ниже рассматривается модель влияния распространения ИИ на динамику показателей группы из 4-х гиперскейлеров, в которых концентрируются основные мощности ЦОД для ИИ. Модель состоит из следующих блоков, представленных ниже в операторной форме.

1. Блока взаимосвязи логарифмов капитальных вложений I_t и логарифмов доходов Rev_t компаний (в млрд долл.):

$$LN(Rev_t) = W_R(z)LN(I_t) = \frac{a_0 z^2 + a_1 z}{(z - \lambda_1)} LN(I_t) \quad (1)$$

2. Блока взаимосвязи логарифмов доходов Rev_t и логарифмов рыночной капитализации MC_t компаний (в млрд долл.):

$$LN(MC_t) = W_{MC}(z)LN(Rev_t) = \frac{b_0 z^2 + b_1 z}{(z - \lambda_2)} LN(Rev_t) \quad (2)$$

3. Блока взаимосвязи логарифмов рыночной капитализации MC_t в млрд долл., прироста пользователей Chat GPT – dU_t (в млрд пользователей в неделю) с одной стороны и логарифмов капитальных вложений I_t компаний в млрд долл.— с другой:

$$LN(I_t) = W_I(z)[yLN(MC_{t-1}) + xdU_t] = \frac{z}{(z - \lambda_3)} [yLN(MC_{t-1}) + xdU_t] \quad (3)$$

В соотношениях (1)–(3) z представляет собой оператор сдвига показателей во времени, т.е. $zx_t = x_{t+1}$; $W_i(z)$, $i = R, MC, I$ — передаточные функции, характеризующие соответствующие распределенные запаздывания. Экзогенной переменной в модели является прирост пользователей генеративного ИИ (Chat GPT) – dU_t .

Оценки значений параметров зависимостей (1)–(3), полученные на основе данных годовых отчетов компаний за 2013–2024 гг., а также данных о еженедельном числе пользователей Chat GPT в ^[13], приведены в таблицах 1–2.

Таблица 1. Оценки параметров зависимостей (1)–(2)

Зависимость	λ_1	λ_2	a_0	a_1	b_0	b_1	Коэффициент вариации v
(1)	0,811		0,615	-0,580			0,005
(2)		-0,252			4,064	2,198	0,016

Таблица 2. Оценки параметров зависимости (3)

λ_3	γ	χ	Коэффициент вариации v
0,810	0,127	0,296	0,021

Модель (1)–(3) представляет собой динамическую систему с положительной обратной связью. Передаточная функция замкнутой системы $W_t(z)$, связывающая входную переменную dU_t с выходной $LN(MC_t)$ имеет следующий вид:

¹² <https://www.nextplatform.com/2025/04/21/the-chips-are-definitely-not-down///> (Дата обращения 15.05.2025).

¹³ URL: <https://www.demandsage.com/chatgpt-statistics///> (Дата обращения 29.08.2025).

$$W_t(z) = \frac{\chi W_I(z) W_K(z) W_{MC}(z)}{1 - \gamma z^{-1} W_I(z) W_R(z) W_{MC}(z)} = \frac{0.296(0.7398z^5 - 1.098z^4 + 0.3775z^3)}{z^5 - 2.245z^4 + 1.28z^3 + 0.1448z^2 - 0.1433z^1 - 0.03383} \quad (4)$$

Значения ненулевых корней многочлена (полюсов) в знаменателе (4) для рассматриваемой системы составляют $1.0047 \pm 0.0679i$; $-0.2026 \pm 0.1051i$; $0.6405i$ (i — мнимая единица). Ненулевые корни числителя (4) равны соответственно 0.9436 и 0.5409.

Интересно отметить, что реакция построенной системы на постоянное воздействие $dU_t \equiv const$ (в млрд пользователей в неделю) имеет максимум, величина и время достижения которого зависят от интенсивности входного сигнала. Так, при $dU_t \equiv 0.5$ максимум показателя Rev_t достигается при $t = 2040$, а при $dU_t \equiv 0.3$ — при $t = 2034$ (рис. 2). Таким образом, при большей интенсивности подключения пользователей к генеративному ИИ следует ожидать более интенсивного и длительного роста показателей компаний до момента спада, т.е. более насыщенного пузыря.

4. Результаты прогнозных расчётов динамики показателей компаний–гиперскейлеров

На основе разработанной модели проведены вариантовые прогнозные расчеты на период до 2040 г. Ниже рассматриваются результаты расчётов для трёх сценариев изменения интенсивности использования Chat GPT компании OpenAI (в млрд пользователей в неделю) в соответствии с законом $dU_t = dU(0)\mu^{t-2025}$:

1). $\mu = 0.9$; 2). $\mu = 0.8$; 3). $\mu = 0.7$. Предполагалось, что в 2025 г. величина $dU(0)$ составит 0,7 млн.: Динамика использования Chat GPT — U_t и остальных анализируемых показателей при этих сценариях представлена на рис. 3–6.

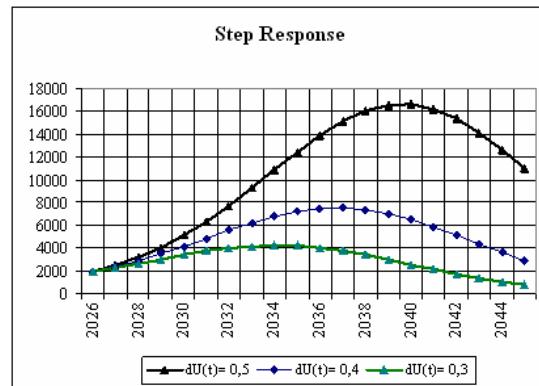


Рис. 2. Динамика объёмов продаж 4-х гиперскейлеров Rev_t в млрд долл. при вариантах постоянного прироста пользователей Chat GPT — dU_t (в млрд

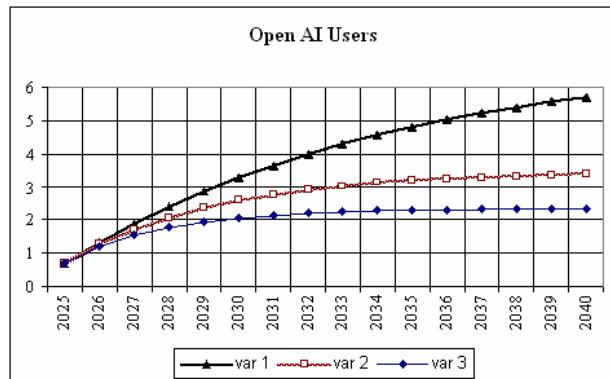


Рис. 3. Динамика использования Chat GPT — U_t при разных сценариях (var 1–var 3) в млрд пользователей в неделю.

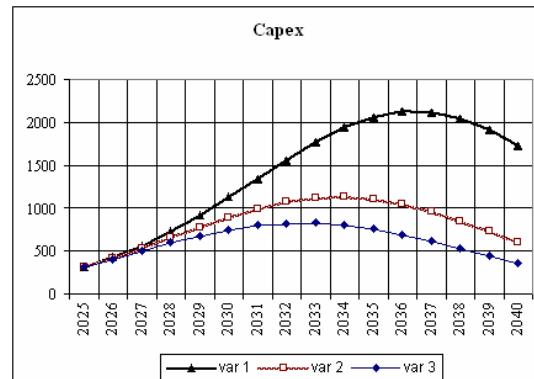


Рис. 4. Динамика капитальных вложений 4-х гиперскейлеров — I_t (в млрд долл.) при разных сценариях использования Chat GPT (var 1–var 3).

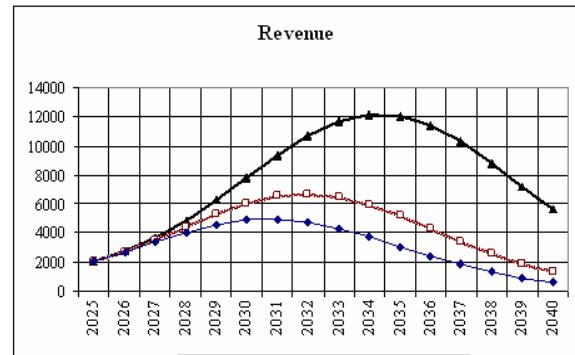


Рис. 5. Динамика доходов 4-х гиперскейлеров — Rev_t (в млрд долл.) при разных сценариях использования Chat GPT (var 1–var 3).



Рис. 6. Динамика рыночной капитализации 4-х гиперскейлеров — MC_t (в млрд долл.) при разных сценариях использования Chat GPT (var 1–var 3).

Расчёты показывают, что даже при и достаточно высоком устойчивом росте интенсивности использования Chat GPT уже с начала 2030– гг. следует ожидать снижения объёмов доходов и рыночной капитализации компаний гиперскейлеров (рис. 5, 6). Вместе с тем падение объёмов капитальных вложений начнётся несколько позднее (рис. 4).

На основе разработанной модели проводилась укрупнённая оценка эффективности капитальных вложений компаний гиперскейлеров ROI (англ. Return on Investments) при трёх рассмотренных сценариях использования Chat GPT (относительно нулевого варианта, т.е. $U_t \equiv 0$; $t = 2025\dots T$).

$$ROI = \frac{\sum_{t=0}^T \beta^t NI_t}{\sum_{t=0}^T \beta^t I_t}, \quad \beta = \frac{1}{1+r} \quad (5)$$

при $T=2030$ и $T=2040$. Предполагалось, что величина чистой прибыли группы из 4–х компаний– NI_t , как и в 2024 г., составит 0,192 от объёмов выручки Rev_t , а значение дисконт–фактора — $r = 0.03$. Расчёты показывают, что распространение Chat GPT может привести к дополнительным существенным объёмам затрат и прибыли. Однако, если в среднесрочной перспективе (2025–2030 гг.) эффективность (доходность) инвестиций ROI в трёх сценариях может составить почти 38%–41%, то в целом за период 2025–2040 гг. этот показатель снизится примерно до 10%–15% (табл. 5).

Таблица 5. Усредненные оценки эффективности (доходности) инвестиций ROI*

Период времени	№ сценария	I, млрд долл..	NI, млрд долл..	ROI
2025-2030	1	2081	2871	0,379
	2	1671	2334	0,397
	3	1386	1959	0,413
2025-2040	1	13490	15456	0,146
	2	6974	7700	0,104
	3	4658	5109	0,097

*) $r = 0,03$

Следует отметить достаточно высокий уровень неопределенности при прогнозировании показателей рассмотренных компаний, что во многом связано с обострившимися проблемами в экономике США и западных стран. Имеет место высокая чувствительность динамики показателей компаний к изменениям параметров и входной переменной модели dU_t . Так, расчёты показывают, что максимальное влияние на уменьшение величин показателей гиперскейлеров оказывают изменения параметров первого и третьего блоков модели: $\lambda_1, \alpha_0, \alpha_1, \lambda_3$. В частности, повышение капиталоёмкости и энергоёмкости проектов гиперскейлеров (например, ввиду планируемого ввода атомных электростанций гигаваттной мощности) может существенно уменьшить показатель ROI и величину доходов компаний. Большое влияние на динамику показателей оказывает и уровень использования ИИ, что проиллюстрировано на рис. 3–6.

Во многом значения этих параметров и уровней входной переменной dU_t зависят от эффективности использования ИИ. Так, исследования последних месяцев показывают, что большая доля проектов ИИ в бизнесе и на производстве заканчивается неудачей. Так, по данным обследования, проведенного в 2024 г. компанией RAND Corporation, 80% проектов ИИ оказываются провальными, что в 2 раза превосходит долю неудачных проектов, не связанных с ИИ. Причинами провалов являются рост затрат, разного рода риски, связанные с безопасностью и качеством данных.¹⁴ Из-за этих факторов агентство Gartner предсказывает, что к концу 2027 г. более 40% проектов, связанных с генеративным ИИ, будет закрыто.¹⁵ Выборочное обследование, проведенное в середине текущего года в Массачусетском технологическом институте (MIT), показало, что только 5% проектов, связанных с генеративным ИИ, оказались успешными¹⁶.

Аналитики отмечают, слабую интеграцию методов ИИ с решением проблем компаний, недостоверную оценку эффективности инвестиций (ROI) в формируемый проектах, стремление бизнеса и ИТ–специалистов оседлать формируемый хайп (hype) в распространении ИИ. Отмечается также то, что исследователи из университетов, заинтересованные в первую очередь в повышении публикационной активности по этой модной теме, не занимаются решением реальных задач, стоящих перед бизнесом и производством¹⁷.

В связи с вышеуказанными причинами разрыв ИИ–пузыря может произойти раньше, чем в рассмотренных выше сценариях. Однако для его поддержания, гиперскейлерами и финансовым сектором будет

14 URL: <https://workos.com/blog/why-most-enterprise-ai-projects-fail-patterns-that-work> // (Дата обращения 13.09.2025).

15 URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-06-25-gartner-predicts-over-40-percent-of-agentic-ai-projects-will-be-canceled-by-end-of-2027>// (Дата обращения 15.08.2025).

16 URL: <https://loris.ai/blog/mit-study-95-of-ai-projects-fail/>// (Дата обращения 31.08.2025).

17 URL: <https://www.tomshardware.com/tech-industry/artificial-intelligence/research-shows-more-than-80-of-ai-projects-fail-wasting-billions-of-dollars-in-capital-and-resources-report>// (Дата обращения 19.05.2025).

использован широкий арсенал методов, включая пропаганду преимуществ использования ИИ даже в тех случаев, когда его применение неэффективно.

5. Выводы

В настоящее время одним из главных драйверов развития производства интегральных схем является искусственный интеллект.

Концентрация мощностей ЦОД в компаниях-гиперскейлерах во многом определяет интенсивность распространения ИИ.

При сохранении сложившихся тенденций эффективность капитальных вложений гиперскейлеров будет снижаться уже с первой половины 2030-х гг..

Литература

1. Варшавский Л.Е. Социально-экономические проблемы развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [Монография]. — М.: ЦЭМИ РАН. —2022. —160 с.
2. Варшавский Л.Е. Моделирование взаимосвязанного развития смежных производств//Концепции. — 2023. — №1 (42). С. 35–44.
3. Оверби Х., Одестад Я.А. Цифровая экономика: как информационно-коммуникационные технологии влияют на рынки, бизнес и инновации. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2022. — 288 с.
4. Щука А.А. Наноэлектроника. — М.: Физматкнига. . — 2007. . — 464 с

References in Cyrillics

5. Varshavskij L.E. 2022. Sotsial'no-ekonomicheskie problemy razvitiya informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii (IKT) [Monografiya]. M.: TSEHMI RAN. – 160 s.
6. Varshavsky L.E. 2023. Modelirovanie vzaimosvyazannogo razvitiya smezhnykh proizvodstv//Kontseptsii,. — №1 (42). S. 35–44.
7. Overbi H., Odestad YA.A. Cifrovaya ekonomika: kak informacionno-kommunikacionnye tekhnologii vliyayut na rynki, biznes i innovacii.— M.: Izdatel'skij dom «Delo» RANHiGS, 2022. — 288 s.
8. SHCHuka A.A. Nanoelektronika. — M.: Fizmatkniga. . — 2007. . — 464 s.

Ключевые слова

Ключевые слова: интегральные схемы, искусственный интеллект, гиперскейлеры, моделирование.

Варшавский Леонид Евгеньевич – д.э.н., главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Центральный экономико-математический институт Российской академии наук" г. Москва, Россия.

E-mail: hodvar@yandex.ru

Leonid Varshavsky. Modeling the impact of artificial intelligence on the dynamics of indicators of hyperscale companies

Central Economics and Mathematics Institute, RAS, (CEMI RAS) Moscow, Russian Federation

E-mail: hodvar@yandex.ru

Keywords

Sustainable Development goals; harmonious development; economy of communications.

DOI: 10.34706/DE-2025-04-02

JEL classification: C02 – Математические методы; M15 Управление информационными технологиями.

Abstract

The article discusses the main stages in the development of the element base of information and communication technologies (ICT). The role of the new products of leading microelectronic companies, as well as hyperscale companies in the development of the artificial intelligence (AI) market is being investigated. The economic and mathematical model of influence of generative AI propagation levels on economic indicators of hyperscalers is considered. Scenarios of hyperscalers development for different levels of use of generative AI are investigated.

УДК: 338.1

1.3. Применение цифровых технологий для предотвращения дорожно-транспортных происшествий

Земцов А.Н.¹, Кузнецов М.А.¹, Гайс М.С. Аль-Мерри¹, Садек Сажжад¹, Тахтаров Э.Р.¹

¹Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград

Интеллектуальные транспортные самоорганизующиеся сети в последние годы привлекают все большее внимание как со стороны академических исследователей, так и представителей промышленности, благодаря широкому спектру потенциальных приложений в реальных условиях эксплуатации. В результате высоких темпов роста автомобильного парка и объемов грузовых перевозок проблемы, связанные с управлением дорожным движением, растут экспоненциально. В последние годы наметилась тенденция к уменьшению количества дорожно-транспортных происшествий, но необходимо отметить, что рост трафика негативно влияет на количество дорожно-транспортных происшествий и безопасность движения в целом. В статье описаны архитектура, особенности интеллектуальных транспортных самоорганизующихся сетей и пути решения проблемы безопасности городского движения с помощью цифровых технологий.

Введение

Интенсивное расширение автомобильного парка и рост объемов грузовых перевозок в условиях преобладания зон с исторически сложившейся застройкой в крупных городах Российской Федерации приводят к перманентному увеличению интенсивности транспортных заторов [Киселев, 2018], которые стали серьезной проблемой транспортной системы мегаполисов не только в Российской Федерации, но и во всем мире. Как следствие, по различным оценкам большая часть граждан, проживающих, например, в г. Москве, проводит в среднем около 1.5 часов в день в транспортных заторах. В декабре 2024 г. Центр организации дорожного движения (ЦОДД) столичного департамента транспорта сообщал о падении средней скорости транспорта до 27 км/ч.

Производители транспортных средств стремятся сделать это ежедневное испытание более комфорtnым, интегрируя в транспортное средство современные мультимедийные устройства, а также различные интерфейсы беспроводной и проводной связи, в том числе для спутникового позиционирования и организации голосовой радиосвязи. Для взаимодействия, мониторинга внутренних устройств, управления и уведомления о критических процессах используется широкий класс беспроводных технологий: сетевые технологии группы стандартов Wireless Local Area Network [Gupta, 2018], сверхширокополосная радиосвязь UWB [Wang, 2021], IEEE 802.11p [Arena, 2020], технологии стандартов Long-Term Evolution (LTE) [Kwon, 2017], 5G NR [Tabassum, 2023] и др. Среди проводных технологий применяется, например, электрическая CAN-шина [Pham, 2022]. Она была разработана Robert Bosch GmbH в Германии, стала стандартным коммуникационным протоколом в автомобильной промышленности [Patsakis, 2014] и описана в спецификации Международной организации по стандартизации ISO 11898-1:2015 «Road Vehicles – Controller Area Network (CAN): Data Link Layer and Physical Signalling».

Кроме того, производители транспортных средств отмечают важность создания эффективной транспортной инфраструктуры для безопасного передвижения транспортных средств, которая помогает, прежде всего, сократить количество дорожно-транспортных происшествий. По данным Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Российской Федерации, как показано на рисунке 1, за сутки фиксируется порядка 350–400 дорожно-транспортных происшествий, в которых погибает порядка 40–50 человек. В 2024 г. были зафиксированы 132037 дорожно-транспортных происшествия, в которых погибли 14403 человека, а 164754 человека получили травмы различной степени тяжести.

Концепция интеллектуальных транспортных самоорганизующихся сетей

Для удовлетворения требований безопасности были разработаны современные интеллектуальные методы многомодального взаимодействия социокиберфизических систем в составе интеллектуальной транспортной сети [Шилов, 2016], а также методы приобретения знаний в таких системах в процессе информационного взаимодействия ресурсов [Смирнов, 2017]. Эти методы предлагают несколько архитектурных решений для разного типа сетевого взаимодействия. Подключенные к интеллектуальной транспортной сети транспортные средства станут важными элементами будущего Интернета вещей. С увеличением количества социокиберфизических систем в интеллектуальной транспортной сети могут наблюдаться сбои при передаче сигналов между сетевыми интерфейсами социокиберфизических систем, поэтому к интеллектуальной транспортной сети выдвигаются дополнительные требования, связанные с обеспечением ее отказоустойчивости [Zemtsov, 2019].

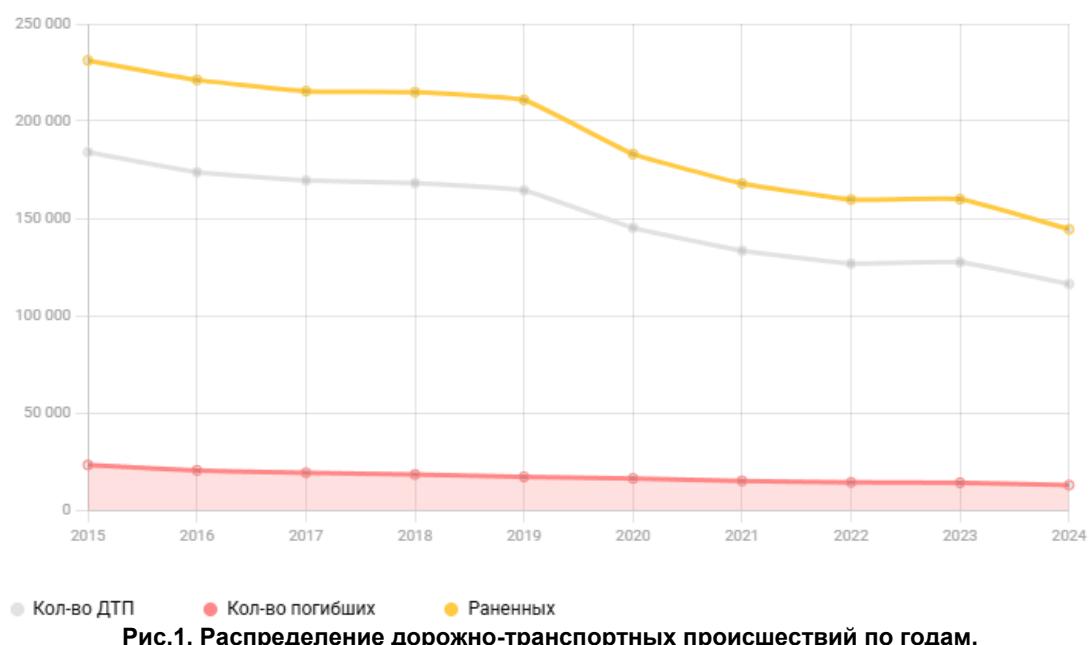


Рис.1. Распределение дорожно-транспортных происшествий по годам.

Традиционно в интеллектуальных транспортных сетях выделяют 3 модели сетевого взаимодействия [Sewalkar, 2019]: взаимодействие оборудования транспортных средств друг с другом (Vehicle-to-Vehicle, V2V), взаимодействие оборудования транспортных средств с элементами сетевой инфраструктуры (Vehicle-to-Infrastructure, V2I) и с пешеходами (V2P), которое рассматривается как отдельное архитектурное решение. С первыми двумя моделями взаимодействия связано наибольшее количество исследований, поскольку в таком случае транспортное средство обменивается данными с другими транспортными средствами, располагающимся поблизости, в зависимости от особенностей протокола организации беспроводной сети [Земцов, 2024], который решает, сколько переходов может пройти сообщение. Сценарий взаимодействия оборудования транспортных средств друг с другом, как показано на рисунке 2, не включает никаких существ, кроме транспортных средств.

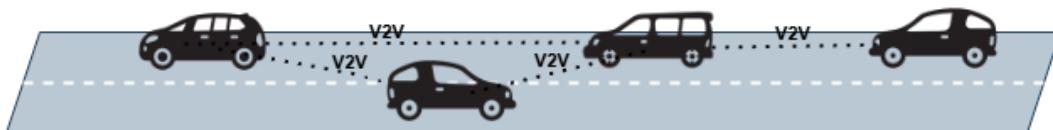


Рис. 2. Модель взаимодействия V2V.

В случае взаимодействия оборудования транспортных средств с элементами сетевой инфраструктуры транспортные средства могут обмениваться данными со стационарными антенно-мачтовыми сооружениями, в том числе умными светофорами, представляющими собой элементы телекоммуникационной инфраструктуры RSU (Road-Side Unit), размещенной на обочине дороги. В гибридной архитектуре объединяются функции нескольких моделей взаимодействия. Пешеходы и пассажиры могут также использовать средства радиосвязи для предоставления дополнительных услуг. Используя свои смартфоны с беспроводными интерфейсами, они могут легко подключаться к элементам телекоммуникационной инфраструктуры RSU и могут использовать различные сервисы путешествий, просмотра видеоконтента и т.п.

Преимущества внедрения интеллектуальных транспортных самоорганизующихся сетей

Развитием интеллектуальных транспортных сетей стали самоорганизующиеся сети. Представленная на рисунке 3 архитектура интеллектуальной транспортной самоорганизующейся сети учитывает модели взаимодействия V2V и V2I, между бортовыми блоками OBU (On-Board Unit) транспортных средств и стационарными телекоммуникационными станциями дорожной инфраструктуры RSU.

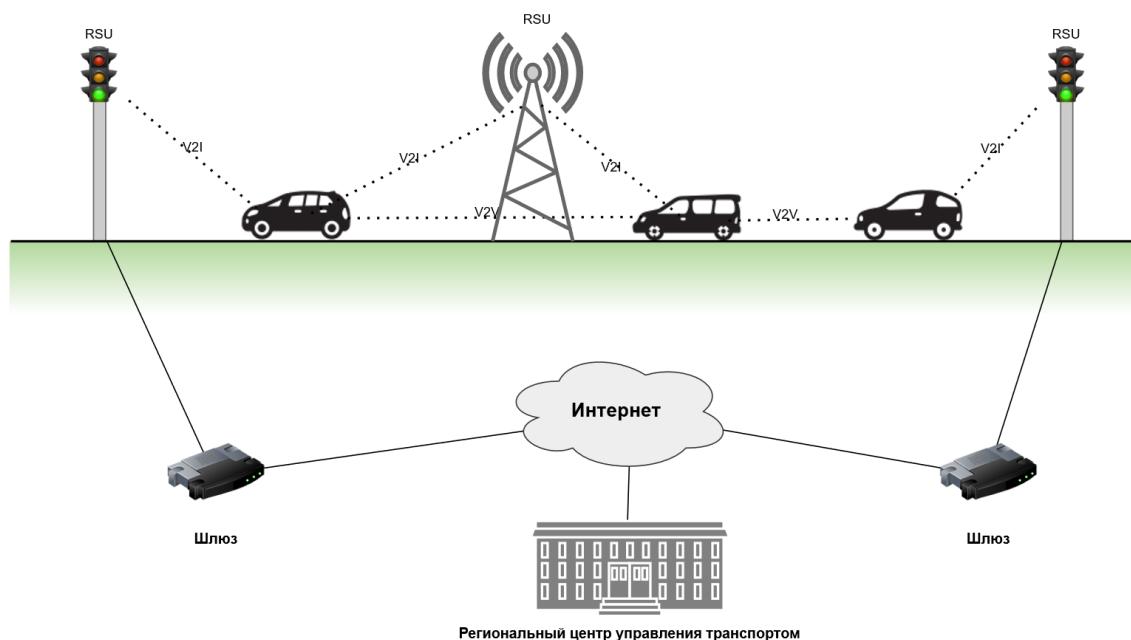


Рис. 3. Архитектура интеллектуальной транспортной самоорганизующейся сети.

Можно выделить основные преимущества внедрения интеллектуальных транспортных самоорганизующихся сетей.

Самоорганизующиеся сети лучше подходят для обеспечения безопасного вождения, повышения комфорта пассажиров и улучшения эффективности дорожного движения в целом за счет обеспечения прямого сетевого взаимодействия между транспортными средствами, движущимися в одном или противоположном направлении в случае, когда они попадают в активную зону, где могут оказать влияние на дорожную ситуацию.

Узел OBU интеллектуальных транспортных самоорганизующихся сетей обеспечивается практически неограниченным электропитанием, т.к. в последние годы наметилась тенденция к увеличению габаритов, как показано на рисунке 4. Эта тенденция, в отличие, например, от беспроводных децентрализованных самоорганизующихся сети MANET [Veeraiah, 2021], привела к появлению избыточного пространства для размещения различных датчиков, сенсоров, вычислительных блоков с высокой производительностью, антенн и модулей связи, что в совокупности с удешевлением вычислительных средств позволило существенно нарастить функциональные возможности каждого узла сети и обеспечить его надежной и высокоскоростной связью.

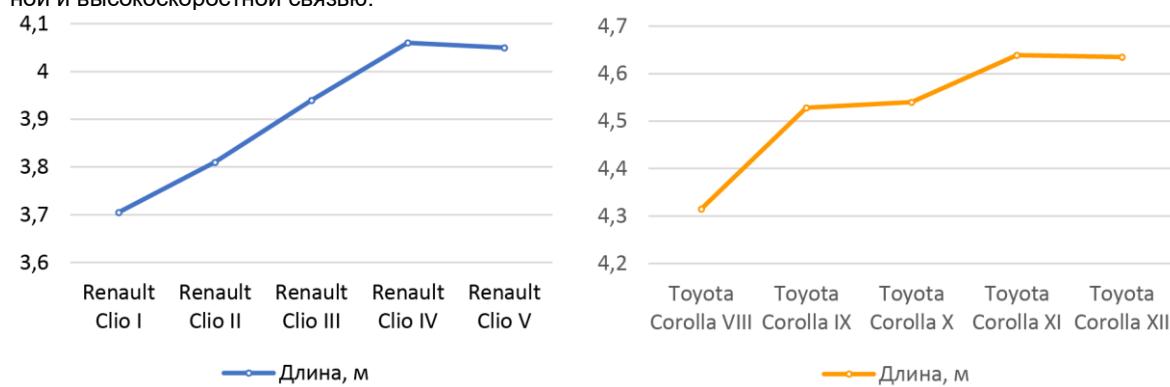


Рис. 4. Тенденция увеличения габаритов транспортных средств.

Кроме того, стоимость транспортных средств с установленным новым оборудованием может удерживаться на привлекательном для потребителя уровне. Это может быть достигнуто за счет государственных субсидий.

Появление и внедрение новых стандартов средств связи позволяют эффективно взаимодействовать узлам сети, оперативно отправлять уведомления об изменении дорожной ситуации [Ярцев, 2018] (например, о необходимости экстренного торможения), а также способствуют повышению качества принятия решений водителями, предоставляя им более полную картину дорожных условий. Кроме того, повышается уровень комфорта водителя и пассажиров, их информированности о точках интереса, таких как ближайшая заправочная станция, торговые центры, аптеки и организации общественного питания, предоставляются услуги мультимедиа, а также персональной цифровой мобильной радиосвязи. Для

качественной организации персональной цифровой мобильной радиосвязи и просмотра видеоконтента необходимо обеспечивать передачу трафика с минимальными задержками с учетом уровня обслуживания QoS [Антоненко, 2020]. Для этого в современных интеллектуальных транспортных самоорганизующихся сетях могут применяться стратегии диспетчеризации трафика [Земцов, 2019].

Развитие вычислительных средств привело к появлению возможности осуществлять интеллектуальное управление трафиком, благодаря чему стало возможным увеличить среднюю скорость и безопасность движения.

Необходимо отметить, что к особенностям интеллектуальных транспортных самоорганизующихся сетей можно отнести динамически изменяющуюся топологию: мобильные узлы сети по своей природе очень подвижны, особенно относительно стационарных RSU, скорость транспортных средств также постоянно изменяется, что существенно затрудняет управление сетью и организацию взаимодействия ее узлов.

Обеспечение безопасности в интеллектуальных транспортных сетях

Подавляющее количество дорожно-транспортных происшествий происходит по вине водителей. По данным Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Российской Федерации в качестве трех основных факторов, чаще других приводящих к дорожным катастрофам, можно выделить следующие: превышение скорости, выезд на встречную полосу движения и управление транспортом в нетрезвом виде. К другим причинам следует отнести проезд на запрещающий сигнал светофора, а также ошибки вождения, вызванные снижением внимания.

Сервисы и приложения обеспечения безопасности интеллектуальных транспортных самоорганизующихся сетей используются для защиты транспортных средств и жизней пассажиров путем интеллектуального управления дорожным движением с помощью обмена служебными сообщениями посредством соединений типа V2V и V2I. Сообщения формируются после интеллектуального анализа данных с сенсоров транспортного средства и, в случае необходимости, например, с целью уклонения от столкновения, отправляется предупреждающее уведомление транспортному средству по принципу пространственной локальности.

При построении подобных уровневых систем выделяют несколько классов обеспечения безопасности. Основным критерием для классификации является оценка степени угрозы для жизни пассажиров и пешеходов, когда наличие высокого класса обслуживания может предотвратить опасные для жизни дорожные ситуации. В этом случае необходимо использовать специализированные математические подходы к распознаванию [Земцов, 2011]. Этот класс обеспечения безопасности имеет наивысший приоритет, надлежащая работа любого сервиса или приложения этого класса должна быть гарантирована с вероятностью 99.99%.

Умное торможение

В условиях плохой видимости, в том числе в сложных погодных условиях, в вечернее время, когда расстояние до движущегося впереди транспортного средства может быть неправильно оценено, водителю сложнее реагировать на изменения дорожной ситуации. Ряд производителей внедряет в свои разработки автоматическую систему экстренного торможения (automated emergency brake system), принцип работы которой основан на функциях оптической системы и лазерного радара [Kong, 2024]. Необходимо отметить, что автоматическая система экстренного торможения анализирует скорость расположенных впереди объектов на расстоянии до 10 м, а в условиях плохой видимости их эффективность значительно снижается.

В случае многомодального взаимодействия социокиберфизических систем в автомобильной самоорганизующейся сети эта проблема решается взаимодействием с OBU движущегося впереди транспортного средства, которое отсылает уведомление о торможении соседним транспортным средствам в потоке движения.

Рассмотрим ситуацию, когда три транспортных средства движутся в одной полосе. Водитель последнего транспортного средства, как и автоматическая система экстренного торможения, не может видеть транспортное средство, движущееся первым, из-за промежуточного транспортного средства.

Если водитель транспортного средства, движущегося первым, применит торможение по какой-либо причине, водитель последнего из трех, особенно в условиях плохой видимости, не сможет это своевременно увидеть и среагировать соответствующим образом, что может привести к серьезной аварии с жертвами. Аналогично автоматическая система экстренного торможения не позволит избежать аварии, т.к. механизм визуального контроля позволяет зафиксировать лишь торможение промежуточного транспортного средства. Протоколы взаимодействия OBU транспортных средств позволяют легко решить эту задачу, поскольку последнее транспортное средство получит своевременное предупреждение о торможении движущегося впереди транспортного средства.

Один из основных типов аварий по ходу следования транспортных средств – это столкновение с транспортным средством, остановившимся в полосе движения в результате какого-либо отказа. При движении в этой полосе движущееся впереди транспортное средство также будет перекрывать обзор полосы. В результате смены полосы движения водителем движущегося впереди транспортного средства, следующий за ним водитель может не успеть осуществить торможение, т.к. расстояние между ним и стоящим транспортным средством (например, грузовым автомобилем) будет сокращаться значительно интенсивнее, чем в случае, когда до осуществления торможения два автомобиля двигались с одинаковой скоростью. В случае самоорганизующейся транспортной сети все транспортные средства,

движущиеся в данной полосе, получат своевременные уведомления о препятствии и заблаговременно перейдут в безопасный скоростной режим, позволяющий избежать столкновения.

Необходимо отметить, что одной из ключевых задач применения цифровых технологий в системе управления дорожным движением является распознавание автомобильных номерных знаков. Эта технология служит для предотвращения дорожно-транспортных происшествий, последующего расследования их причин, установления виновных лиц и привлечения их к ответственности. Она также применяется при поиске и отслеживании транспортных средств, автоматическом взимании платы за проезд по платным автодорогам, а также при оказании услуг платной парковки [Земцов, 2023].

Контроль слепых зон

При движении часто возникают ситуации, когда водитель принципиально не сможет видеть другое транспортное средство из-за того, что оно находится в слепой зоне водителя. Современные оптические системы контроля слепых зон также имеют ряд существенных ограничений: не работают при прохождении крутых поворотов и движении задним ходом, не обнаруживают велосипедистов и водителей мопедов, а также перестают функционировать при использовании прицепа, поскольку он перекрывает обзор видеокамерам системы на соседние полосы.

Кроме того, в условиях плохой видимости (дождь, снегопад, туман, темное время суток) эффективность использования видеокамер значительно снижается.

Необходимо отметить, что в оптических системах возможны ложные срабатывания, когда система контроля слепых зон принимает за транспортное средство отражения света от дорожного полотна или тени [Bektache, 2021].

В случае самоорганизующейся транспортной сети протокол межсетевого взаимодействия транспортных средств уведомляет водителя о нахождении препятствия в слепой зоне, а также вырабатывает управляющие сигналы, блокирующие возможность выполнения маневра в сторону транспортного средства, располагающегося в слепой зоне.

Интеллектуальная поддержка при обгоне

Обгон является одним из наиболее опасных маневров. При выполнении этого маневра водитель должен убедиться, что транспортное средство, движущееся во встречном направлении, находится на достаточном расстоянии. Если в зоне обгона появляется встречное транспортное средство, обоим водителям выводится предупреждение, которое информирует их об опасности столкновения. Если опасность сохраняется, предупреждение сменяется строгим сигналом, побуждающим водителя прекратить обгон и вернуться на свою полосу. Водители, выполняющие обгон, не должны игнорировать предупреждение системы о том, что их маневр опасен.

Если водители транспортных средств, движущихся во встречном по отношению друг к другу направлении, не реагируют на предупреждение, бортовые компьютеры транспортных средств автоматически запускают процесс экстренного торможения.

Интеллектуальная поддержка при движении

Этот набор сервисов позволяет осуществлять поддержку при движении. Например, если водитель транспортного средства имеет намерение сменить полосу движения, по которой он едет, на другую полосу, которую вскоре займет другое транспортное средство, возникает необходимость в автоматическом предотвращении их столкновения. Еще одним примером опасной типовой дорожной ситуации, приводящей к дорожно-транспортному происшествию, является маневр обгона. ОВУ транспортного средства осуществляет мониторинг других транспортных средств в контактной зоне движения с помощью взаимодействия V2V. Если в зоне возможного обгона обнаружено встречное или попутное транспортное средство, водителю направляется предупреждающий сигнал об опасности выполнения маневра. Интенсивность сигнала автоматически увеличивается по мере уменьшения дистанции между транспортными средствами, что позволяет своевременно предотвратить аварийную ситуацию. Аналогичные ситуации возникают при нарушении правил поворота, разворота или движения на перекрестке, в том числе когда водитель нарушил правила дорожного движения, например, осуществляя поворот из полосы, для которой поворот не разрешен.

В случае, когда транспортное средство движется к перекрестку, а водитель пересекающего транспортного средства пренебрегает остановкой и, выезжая на перекресток, продолжает движение, также заблаговременно выдается предупреждающее уведомление о нарушении правил дорожного движения и выполняется последующее экстренное торможение.

Автоматическое уведомление о дорожно-транспортном происшествии

Этот сервис имеет наивысший приоритет при отправке уведомлений. В результате дорожно-транспортного происшествия осуществляется отправка автоматического уведомления в специализированные службы, в том числе в систему управления городским движением для принятия решений об эвакуации транспортных средств и пассажиров. Транспортное средство, попавшее в аварийную ситуацию, передает предупреждающие сообщения о своем местоположении ближайшим транспортным средствам и системам дорожного мониторинга, что позволяет вовремя среагировать на происшествие и организовать безопасную эвакуацию с участка дороги.

Уведомление водителя о рискованных ситуациях

Этот сервис осуществляет своевременное уведомление о наличии различных препятствий на дороге, таких как: разрушенное дорожное полотно, открытый люк, оползни, а также о рискованных ситуациях при управлении транспортным средством: наличии резкого поворота дороги, неожиданного спуска и т.п. В условиях плохой видимости (дождь, снегопад, туман, темное время суток) эффективность использования видеокамер в данном случае значительно снижается.

Повышение бдительности с помощью системы дорожного видеонаблюдения

Камеры могут быть размещены на стационарных антенно-мачтовых сооружениях критической телекоммуникационной инфраструктуры самоорганизующейся транспортной сети, которые располагаются на обочине дороги. RSU могут осуществлять сбор данных о дорожной ситуации, для чего используются специализированные математические подходы к распознаванию [Земцов, 2017]. Например, в случае сближения пешехода с пешеходным переходом или в любом другом месте дороги такое поведение может интерпретироваться как намерение осуществить переход дороги. В этом случае на монитор водителя может выводиться информация о намерении пешехода пересечь проезжую часть, а также транслируется видео с изображением пешехода, осуществляется сигнализация направления, откуда следует ожидать пешехода. В случае, если пешеход продолжает сближаться с дорогой в непредназначенном для этого месте и существует вероятность наезда, производится автоматическое снижение скорости транспортного средства.

Интеллектуальное управление светофорами

Интеллектуальное управление светофорами, которое является одной из основных задач самоорганизующейся транспортной сети, основано на идее динамического адаптивного изменения их работы в зависимости от дорожной ситуации. Традиционные светофоры с фиксированным временем переключения работают неэффективно, что может вызвать заторы на дорогах, которые являются серьезной проблемой в крупных городах, а также причиной значительного загрязнения воздуха [Cassini, 2010].

Умные светофоры и другие стационарные антенно-мачтовые сооружения относят к критической телекоммуникационной инфраструктуре самоорганизующейся транспортной сети. В связи с этим вопросы отказоустойчивости телекоммуникационной инфраструктуры являются особенно важными, т.к. обеспечение требуемого уровня доступности тождественно интеллектуальному обеспечению сервиса, для которого выдвигаются требования обеспечения доступности 99,99% и выше [Земцов, 2019].

С помощью сетевого протокола бортовые компьютеры участников движения заблаговременно получают соответствующие уведомления о моменте времени переключения режима светофоров на перекрестке, что позволяет осуществить плавное торможение, в том числе в автоматическом режиме, чтобы избежать аварии при выезде на перекресток. Работа умного светофора основана на диспетчеризации для поддержания потока транспортных средств на эффективной скорости [Astarita, 2020]. Для получения достоверных данных о плотности дорожного движения умный светофор взаимодействует с бортовыми модулями транспортных средств, что повышает эффективность функционирования транспортной инфраструктуры. Решить проблему транспортных заторов с помощью традиционных методологий не представляется возможным.

Заключение

С ростом автотранспортного парка в целом в последние годы, появлением маркетплейсов, таких как Ozon и Wildberries, и, как следствие, увеличением объемов грузоперевозок, в крупных городах Российской Федерации резко возросла сложность управления дорожным движением. Качественная логистика, являясь одним из стимулов развития экономики, обеспечивает высокий уровень обслуживания потребителей и, как следствие, качество жизни граждан.

Урбанисты отмечают, что характер роста трафика имеет экспоненциальную зависимость. Для предотвращения роста количества дорожно-транспортных происшествий государственным органам приходится прикладывать все большие усилия. При этом показатель смертности в дорожно-транспортных происшествиях за последние десятилетия снижается малозначительно.

Интенсивное развитие средств вычислительной техники и средств связи, а также методов искусственного интеллекта на их основе позволяет создавать новые интеллектуальные транспортные сети. В современных условиях транспортные сети с интенсивным трафиком и динамически изменяющейся топологией уже не могут обойтись без внедрения интеллектуальных цифровых технологий. Особенно активное внедрение подобных элементов цифровой экономики требуется в крупных городах с доминирующей транспортной инфраструктурой. Сеть бортовых компьютеров транспортных средств может реализовывать широкий спектр приложений безопасности на дорогах, которые дают многообещающие результаты в сфере безопасности дорожного движения и решения задачи предотвращения катастроф и других дорожно-транспортных происшествий. Они также могут быть эффективными для хранения информации о водителях и транспортных средствах в целях более эффективного управления и контроля.

Литература

1. Антоненко, А.С. Оценка параметров QoS для бесперебойной работы IPTV // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2020. – Т.14(10). – С. 33-38.

2. Земцов, А.Н., Чан, З.Х. Анализ эффективности алгоритмов планирования передачи пакета в сетях LTE // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 4(55).
3. Земцов, А.Н. Алгоритмы распознавания лиц и их применение в системах биометрического контроля доступа. – Saarbruecke: LAP LAMBERT, 2011. – 119 с.
4. Земцов, А.Н. Протокол организации децентрализованной беспроводной сети связи для обеспечения взаимодействия социокиберфизических систем // Современные научно-исследовательские технологии. – 2024. – № 3. – С. 22-28.
5. Земцов, А.Н. Анализ математических подходов к идентификации лиц / А.Н. Земцов, Х.Ч. Зунг // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 3(46). – С. 39.
6. Земцов, А.Н. Автоматическое распознавание автомобильных номерных знаков в автомобильной самоорганизующейся сети / А.Н. Земцов, М.А. Кузнецов, С. Садек // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 12(108). – С. 135-143.
7. Земцов, А.Н. Моделирование и оценка показателей надежности и отказоустойчивости систем связи / А.Н. Земцов, Р.С. Ньяти // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 5(56). – С. 26.
8. Смирнов, А.В., Левашова, Т.В. Приобретение знаний в социокиберфизических системах в процессе информационного взаимодействия ресурсов // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 6(91). – С. 113-122.
9. Шилов, Н.Г., Ермолаев, В.И. Методологические основы интеллектуальной поддержки социально-ориентированных решений в гибких транспортных системах // Научный вестник НГТУ. – 2016. – № 3. – С. 59-72.
10. Ярцев, С.В. Исследование структуры потоков широковещательного трафика в сетях VANET // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 7-19.
11. Оптимизация транспортной инфраструктуры городов / В. А. Киселев, А. В. Шемякин, С. Д. Поплищук [и др.] // Транспортное дело России. – 2018. – № 5. – С. 138-140.
12. Campos-Ferreira, A.E., Lozoya-Santos, J.d.J. Tudon-Martinez, J.C. Vehicle and Driver Monitoring System Using On-Board and Remote Sensors // Sensors. – 2023. – T.23. – 814.
13. Gupta, S., Hamzin, A., Degbelo, A. A Low-Cost Open Hardware System for Collecting Traffic Data Using Wi-Fi Signal Strength // Sensors. – 2018. – T. 18(11). – 3623.
14. Wang, M., Chen, X., Jin, B. A Novel V2V Cooperative Collision Warning System Using UWB/DR for Intelligent Vehicles // Sensors. – 2021. – T. 21(10). – 3485.
15. Arena, F., Pau, G., Severino, A. A Review on IEEE 802.11p for Intelligent Transportation Systems // Journal of Sensor and Actuator Networks. – 9(2). – 22.
16. Kwon, D., Park, S., Ryu, J.-T. A Study on Big Data Thinking of the Internet of Things-Based Smart-Connected Car in Conjunction with Controller Area Network Bus and 4G-Long Term Evolution // Symmetry. – 9(8). – 152.
17. Tabassum, M., Bastos, F.H., Oliveira, A. NR Sidelink Performance Evaluation for Enhanced 5G-V2X Services // Vehicles. – 5(4). – pp. 1692-1706.
18. Pham, N.N., Leuchter, J., Pham, K.L. Battery Management System for Unmanned Electric Vehicles with CAN BUS and Internet of Things // Vehicles. – 2022. – 4(3). – pp. 639-662.
19. Patsakis, C., Dellios, K., Bourouche, M. Towards a distributed secure in-vehicle communication architecture for modern vehicles. Comput. Secur. – 2014. – T.40. – pp. 60-74.
20. Zemtsov, A. Performance Evaluation of First Hop Redundancy Protocols for a Computer Networks of an Industrial Enterprise // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). – 2019. – pp. 1-5. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934315.
21. Sewalkar, P., Seitz, J. Vehicle-to-Pedestrian Communication for Vulnerable Road Users: Survey, Design Considerations, and Challenges // Sensors. – 19(2). – 358.
22. Veeraiah, N. Trust Aware Secure Energy Efficient Hybrid Protocol for MANET // IEEE Access. – 2021. – T. 9. – pp. 120996-121005.
23. Kong, A., Hang, P., Tang, Yu. A comprehensive high-level automated driving assistance system with integrated multi-functionality // IET Smart Cities. – 2024.
24. Bektache D., Yakoubi M.A., and Ghoulami N. Forecasting approach for Blind Spot Collision Alert // Proc. of the 10th International Conference on Information Systems and Technologies (ICIST '20). Association for Computing Machinery. – 2021. – pp. 1-5.
25. Cassini, M. Traffic lights: Weapons of mass distraction, danger and delay // Economic Affairs. – 2010. – T. 30. – pp. 79-80.
26. Astarita, V., Giofre, V.P., Festa, D.C. Floating Car Data Adaptive Traffic Signals: A Description of the First Real-Time Experiment with Connected Vehicles // Electronics. – 2020. – T. 9(1). – 114.

References in Cyrillics

1. Antonenko, A.S. Ocenka parametrov QoS dlya besperebojnoj raboty IPTV // T-Comm: Telekomunikacii i transport. – 2020. – T.14(10). – S. 33-38.
2. Zemcov, A.N., Chan, Z.X. Analiz effektivnosti algoritmov planirovaniya peredachi paketa v setyakh LTE // Inzhenernyj vestnik Dona. – 2019. – № 4(55).

3. Zemczov, A.N. Algoritmy` raspoznavaniya licz i ix primenenie v sistemax biometricheskogo kontrolya dostupa. – Saarbruecke: LAP LAMBERT, 2011. – 119 s.
4. Zemczov, A.N. Protokol organizacii decentralizovannoj besprovodnoj seti svyazi dlya obespecheniya vzaimodejstviya sociokiberfizicheskix sistem // Sovremenny'e naukoemkie texnologii. – 2024. – № 3. – S. 22-28.
5. Zemczov, A.N. Analiz matematicheskix podxodov k identifikacii licz / A.N. Zemczov, X.Ch. Zung // Inzhenerny'j vestnik Dona. – 2017. – № 3(46). – S. 39.
6. Zemczov, A.N. Avtomaticheskoe raspoznavanie avtomobil'ny'x znakov v avtomobil'noj samoorganizuyushhejsya seti / A.N. Zemczov, M.A. Kuznecsov, S. Sadek // Inzhenerny'j vestnik Dona. – 2023. – № 12(108). – S. 135-143.
7. Zemczov, A.N. Modelirovanie i ocenka pokazatelej nadezhnosti i otkazoustojchivosti sistem svyazi / A.N. Zemczov, R.S. N'yati // Inzhenerny'j vestnik Dona. – 2019. – № 5(56). – S. 26.
8. Smirnov, A.V., Levashova, T.V. Priobretenie znanij v sociokiberfizicheskix sistemax v processe informacionnogo vzaimodejstviya resursov // Informacionno-upravlyayushchie sistemy'. – 2017. – № 6(91). – S. 113-122.
9. Shilov, N.G., Ermolaev, V.I. Metodologicheskie osnovy` intellektual'noj podderzhki social'no-orientirovanny'x reshenij v gibkix transportny'x sistemax // Nauchny'j vestnik NGTU. – 2016. – № 3. – S. 59-72.
10. Yarcev, S.V. Issledovanie struktury` potokov shirokoveshhatel'nogo trafika v setyax VANET // Nauchno-texnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politexnicheskogo universiteta. Informatika. Telekommunikacii. Upravlenie. – 2018. – Т. 11, № 3. – S. 7-19.
11. Optimizaciya transportnoj infrastruktury` gorodov / V. A. Kiselev, A. V. Shemyakin, S. D. Polishhuk [i dr.] // Transportnoe delo Rossii. – 2018. – № 5. – S. 138-140...

Ключевые слова:

мобильная связь, фрагментация мировой экономики, парадигма целевых задач,

Земцов Андрей Николаевич, к.т.н,
доцент Волгоградского государственного технического университета, Волгоград
E-mail: azemtsow@mail.ru

Кузнецов Михаил Андреевич, к.т.н,
доцент Волгоградского государственного технического университета, Волгоград
E-mail: 35km@mail.ru

Аль-Мерри Гаис Мухаммед Салех,
аспирант Волгоградского государственного технического университета, Волгоград
E-mail: gaismr2009@mail.ru

Садек Сажжад,
аспирант Волгоградского государственного технического университета, Волгоград

Тахтаров Эльдар Рифатович,
программист ООО "ВолгаБлоб", Волгоград
E-mail: takhtarov2016@yandex.ru

Andrey Zemtsov, Mikhail Kuznetsov, Al-Merry Gais, Sadiq Sajjad, Eldar Takhtarov, Application of digital technology to prevent road accidents

Keywords:

VANET, intelligent transportation network, urban traffic management system, road safety, Internet of Things, LTE, Long-Term Evolution, digital economy, digital technologies

DOI: 10.34706/DE-2025-04-03

JEL classification: M15 – Управление информационными технологиями; L91 – Транспорт: общие сведения; L96 – Телекоммуникации; R41 – Транспортное сообщение: спрос, предложение, перегруженность дорог, временные затраты на дорогу, безопасность и аварии.

Abstract

Intelligent transport self-organizing networks have increasingly been considered by academic researchers and industry representatives as potential applications in real life. As a result of the high growth rate of the vehicle fleet and freight volumes, the problems associated with traffic management are growing exponentially. In recent years, there has been a tendency to reduce the number of traffic accidents, but it should be noted that the growth of traffic has a negative impact on the number of traffic accidents and traffic safety in general. The article describes the architecture, features of intelligent transport self-organizing networks and ways to solve the problem of urban traffic safety using digital technologies

УДК: 338.5, 330.45, 347.77, 347.94

1.4. Принудительное лицензирование и отраслевые ставки роялти

Костин А.В.

ЦЭМИ РАН, Москва, Россия

Статья развивает метод LABRATE ROYALTY PRO (LRP) и демонстрирует его применимость к задачам принудительного лицензирования в условиях экономики данных. В отличие от подходов, опирающихся на «стандартные» ставки роялти и локальную судебную или договорную практику, LRP трактует ставку роялти как отраслевой инвариант, вычисляемый на основе больших массивов бухгалтерской отчётности, распределений рентабельности (ROS, EBIT-маржа) и интервальных значений параметра LS (доля лицензиара в прибыли лицензиата). Показано, что такая постановка позволяет задать единый формализованный протокол расчёта роялти для разных правовых режимов (добровольная лицензия, принудительная лицензия, компенсация и убытки), встроенный в требования российского гражданского законодательства. Соглашения ТРИПС и стандартов оценки нематериальных активов. На примере вида деятельности по ОКВЭД 72.11 демонстрируется, как очищенные пятилетние выборки данных формируют устойчивые отраслевые инварианты RoS и как процедура очистки влияет на согласованные значения ставки роялти. На теоретическом уровне статья вносит вклад в формирование алгоритмически реализуемого критерия «adequate remuneration» при принудительном лицензировании: алгоритмическая справедливость понимается как свойство архитектуры метода (качество данных, выбор центральной тенденции, диапазон LS), а не как декларативный принцип. В более широкой рамке цифровой экономики LRP рассматривается как прототип глобально применимого стандарта расчёта ставок роялти и как основа для цифровых сервисов поддержки решений по вопросам интеллектуальной собственности, объединяющих инструменты IP-оценки и современный аппарат справедливого алгоритмического ценообразования.

Введение: цифровая экономика, данные и роялти

Переход к цифровой экономике означает, что данные, алгоритмы и нематериальные активы становятся ключевыми факторами производства и конкуренции. Институты интеллектуальной собственности, изначально ориентированные на регулирование патентов, товарных знаков и авторских прав, сталкиваются с новыми вызовами: многократным использованием цифровых объектов, высокой скоростью обновления технологий и необходимостью выработки механизмов, обеспечивающих баланс между интересами правообладателей и общественными потребностями. На этом фоне одним из наименее разработанных вопросов остаётся определение соразмерной ставки роялти при принудительном лицензировании — ситуации, при которой государство допускает использование охраняемого результата без согласия правообладателя, сохраняя при этом обязанность выплаты адекватной компенсации.

В более ранних публикациях автора метод LABRATE ROYALTY PRO (LRP) был представлен как аналитический инструмент расчёта ставок роялти, основанный на распределениях отраслевой рентабельности по данным бухгалтерской отчётности, интервальных значениях доли лицензиара в прибыли лицензиата (LS) и использовании аппарата нечеткой логики. Показано, что применение LRP способствует повышению объективности оценки ставок, поскольку настройки модели зависят от структуры выборки и способов использования объекта, а не от переговорной позиции конкретных участников. Настоящая статья развивает эти положения, формируя концептуальную рамку применения LRP к задачам принудительного лицензирования в цифровой экономике и опирается на результаты исследований по оценке ИС и нематериальных активов [Азгальдов & Карпова, 2006; Лев, 2003; Костин, 2025].

Принудительное лицензирование: нормативный контекст и вызовы цифровой экономики

Гражданское законодательство Российской Федерации предусматривает механизм принудительных лицензий для защиты публичных интересов (ст. 1362, 1239 ГК РФ). В международном измерении ключевое значение имеет статья 31 Соглашения ТРИПС, допускающая производство или использование запатентованного продукта без согласия патентообладателя при условии сохранения за правообладателем права на адекватное вознаграждение. Общие требования ТРИПС включают ограничение принудительной лицензии по цели и сроку, неэсклюзивный характер предоставляемых прав и возможность судебного пересмотра решений о её выдаче.

В условиях цифровой экономики вопросы о ставках роялти приобретают дополнительные измерения:

- **Многоразовое использование и модульность.** Один и тот же цифровой объект может быть встроен в различные продукты и сервисы, что усложняет привязку ставок к конкретной цепочке создания стоимости. Отраслевые ориентиры, сформированные на основе исторической рентабельности, позволяют снизить зависимость от произвольных «процентных норм».
- **Алгоритмическая справедливость.** Решения о ставках и компенсациях становятся входными данными для регуляторных, судебных и корпоративных систем. Прозрачность исходных

данных, воспроизводимость процедур и возможность верификации параметров LRP делают метод совместимым с современными представлениями о fairness в алгоритмических системах.

- **Баланс стимулов и доступности.** Исследования показывают, что принудительное лицензирование повышает доступность технологий и лекарственных средств, но потенциально влияет на стимулы к НИОКР; центральной задачей становится формирование таких диапазонов ставок роялти, которые одновременно поддерживают инновационную активность и обеспечивают приемлемый уровень доступа.

Принудительное лицензирование как вызов алгоритмической справедливости

Нормы части четвертой ГК РФ о распоряжении исключительными правами, лицензионных договорах, компенсации и убытках, а также сложившаяся практика рассмотрения споров в сфере интеллектуальной собственности показывают, что ставка роялти — это не только параметр конкретного договора, но и механизм распределения выгод от использования охраняемых результатов интеллектуальной деятельности (РИД) между ключевыми стейкхолдерами: правообладателем, лицензиатом, государством и конечными потребителями.

В цифровой экономике, где:

- данные и алгоритмы многоократно используются в различных комбинациях;
- принятие решений в возрастающей степени делегируется автоматизированным системам;
- судебно-экспертные выводы превращаются во входные параметры регуляторных и бизнес-процессов, — вопрос о том, как устроен алгоритм расчёта ставок роялти, становится не менее значимым, чем вопрос о том, какая ставка получена в конкретном деле.

Принудительное лицензирование выступает «предельным тестом», в котором одновременно актуализируются:

- **юридические критерии** (основания для выдачи принудительной лицензии, соразмерность вмешательства в исключительное право, гарантии защиты публичных интересов и прав правообладателя);
- **экономические критерии** (сохранение стимулов к НИОКР, устойчивость бизнес-моделей, доступность технологий и лекарственных средств для населения и системы здравоохранения);
- **алгоритмические критерии** (прозрачность, воспроизводимость и проверяемость метода, отсутствие скрытых и дискриминационных настроек, возможность независимой экспертизы).

В этой рамке метод LRP переводит обсуждение размеров роялти с уровня произвольных «процентных мнений» на уровень отраслевых инвариантов, вычисляемых на основе больших массивов данных. Тем самым в механизме принудительного лицензирования институционально встраиваются элементы алгоритмической справедливости: размер вознаграждения становится результатом формализованной процедуры, опирающейся на воспроизводимые правила обработки данных и явно заданные допущения, а не продуктом непрозрачных переговорных практик.

В литературе по алгоритмической справедливости и алгоритмическому ценообразованию подчеркивается, что нечетко заданные критерии fairness и непрозрачные модели ценообразования могут вести как к скрытой дискриминации, так и к ошибочным результатам [Dwork et al., 2012; Calvano et al., 2020; OECD, 2023]. Для судебной и регуляторной практики по спорам об ИС это уже не абстрактные риски, а предмет анализа судебных органов [Петров & Марков, 2024; Sidak, 2013].

Метод LABRATE ROYALTY PRO: напоминание и связь с предыдущими работами

В базовой постановке метод LRP опирается на три ключевые величины: 1) **ROS** — рентабельность продаж по отрасли (Return on Sales); 2) **EM** — рентабельность по EBIT (EBIT Margin); 3) **LS (Licensor's Share)** — доля лицензиара в прибыли лицензиата, приходящейся на использование соответствующего РИД или средства индивидуализации (СИ). Ставка роялти от продаж (**RoS, Royalty on Sales price**) для конкретного вида деятельности k и сценария использования σ определяется как

$$RoS_{k,\sigma} = F_{k,\sigma}(ROS, EM) \cdot LS,$$

где $F_{k,\sigma}(ROS, EM)$ — агрегированный показатель отраслевой рентабельности, вычисляемый на основе медианы, квартилей или других устойчивых показателей центральной тенденции по широким выборкам предприятий релевантных видов деятельности и сопоставимых способов использования технологии (изобретения, ноу-хау, комплекса РИД и СИ). Тем самым в модели изначально «прошивается» два измерения: отрасль (вид деятельности) и экономически значимый сценарий использования результата интеллектуальной деятельности.

В более ранних работах автора был показан предел применимости классических подходов к расчету ставок роялти — метода аналогов, использования «стандартных ставок роялти» и субъективного задания диапазонов ставок, не опирающихся на репрезентативные отраслевые данные. В рамках LRP предложен алгоритм, использующий массивы бухгалтерской отчетности и аппарата нечеткой логики для построения распределений ROS и EM, выбора центральной тенденции и расчета RoS на этой основе. Отдельно обосновано понимание ставки роялти как **отраслевого инварианта**, который может

последовательно использоваться в IP-сделках, судебных экспертизах и регуляторных моделях, что подробно рассмотрено в работах [Костин, 2024а; 2024б; Zadeh, 1965].

Часть публикаций была посвящена адаптации метода LRP к задачам судебной экспертизы: разработке многоступенчатых процедур проверки качества данных, формированию распределений ROS/EM по ОКВЭД-2, согласованию результатов разных подходов с использованием нечеткого согласования и установлению диапазонов LS для различных правовых режимов (добровольная лицензия, принудительная лицензия, исключительная лицензия, компенсация и убытки).

Настоящая статья опирается на указанные результаты и переносит акцент на ситуацию принудительного лицензирования и споры о компенсации в условиях цифровой экономики. В центре внимания — то, как выбор вида деятельности, сценарии использования и диапазона LS влияет на формируемые отраслевые инварианты ставок роялти и на качество моделей, применяемых в судебной и регуляторной практике.

Экономико-математические модели принудительного лицензирования и место метода LRP

Экономическая литература по принудительному лицензированию традиционно рассматривает ставку роялти как один из ключевых параметров, влияющих на баланс между доступностью технологий и стимулами к инновациям. В ряде работ ставка роялти формализуется как параметр ϕ , входящий в функции прибыли правообладателя и лицензиата, в ограничения по доступности лекарственных средств и в условия безубыточности НИОКР.

Как показано, в частности, в модели [Sarmah, De Giovanni & De Giovanni, 2020], ставка роялти ϕ при принудительном лицензировании может выступать инструментом настройки компромисса между доступностью технологий и инвестиционными стимулами: изменение ϕ позволяет перераспределять доли ренты между правообладателем, производителем дженериков и системой здравоохранения. При этом анализ проводится в терминах сравнительной статистики и оптимизации прибыли при разных значениях ϕ , заданных *ex ante* регулятором или предполагаемых как результаты переговоров.

Однако даже в развитых моделях данного типа ставка ϕ трактуется как экзогенный или полу-экзогенный параметр: формализуется её влияние на поведение агентов и результаты (цены, объёмы, уровни НИОКР), но **не задаётся операционализированный метод расчёта самой ϕ** из наблюдаемых отраслевых данных и правовых ограничений. Иными словами, модель отвечает на вопрос «что будет, если регулятор выберет ту или иную ставку?», но не на вопрос «каким образом количественно обосновать эту ставку на основе эмпирических данных и критериев адекватного вознаграждения».

Предлагаемый в настоящем исследовании подход на основе метода LRP восполняет этот разрыв. В LRP ставка роялти фактически моделируется как отраслевой инвариант RoS, определяемый на основе показателей рентабельности (ROS, EM) по репрезентативным выборкам предприятий релевантных видов деятельности и интервальных значений LS (доли лицензиара в прибыли лицензиата, приходящейся на использование результата интеллектуальной деятельности). Таким образом, вместо постулирования ϕ как параметра, выбираемого регулятором или судом, метод LRP выводит величину RoS из совокупности:

- эмпирических данных (распределения ROS и EM по отрасли с учётом процедур очистки и отбора наблюдений);
- правовых ограничений (требование «adequate remuneration» при принудительном лицензировании, баланс между допустимым ограничением исключительного права и сохранением стимулов к НИОКР);
- нормативно задаваемого диапазона LS, согласованного с правовой природой ситуации и общественно значимыми целями (здравоохранение, критические технологии и т. д.).

В этой рамке метод LRP может рассматриваться как **операционализирующее звено** между экономико-математическими моделями принудительного лицензирования и правоприменительной практикой. Модели типа Sarmah et al. задают качественные и количественные зависимости между ϕ , ценами, объёмами и НИОКР-стимулами, но оставляют открытым вопрос о происхождении нормативно приемлемых значений ϕ . LRP, напротив, строит ϕ (в форме отраслевого RoS) из наблюдаемых отраслевых инвариантов рентабельности и LS-диапазонов, после чего полученные значения могут быть подставлены в такие модели для анализа последствий регуляторных решений.

Тем самым достигается двусторонняя связь:

1. **сверху вниз** — экономические модели показывают, как выбранная ставка роялти влияет на инновационную активность, цены и доступность технологий;
2. **снизу вверх** — метод LRP задаёт обоснованный диапазон ставок роялти, выведенный из данных и норм права, а не из произвольных «процентных мнений».

В совокупности это создает основу для интегрированной рамки, в которой принудительное лицензирование анализируется не только как юридический механизм ограничения исключительных прав, но и как алгоритмически реализуемый инструмент настройки баланса между доступностью технологий и устойчивостью НИОКР-инвестиций.

Архитектура исследования для задач принудительной лицензии

С учетом требований законодательства об оценочной деятельности, о государственной судебно-экспертной деятельности и международных стандартов оценки [IVS, 2025] исследование, основанное на

LRP, должно иметь четко структурированную архитектуру. В обобщенном виде (без привязки к конкретным объектам) она включает следующие этапы.

1. Идентификация объекта и способов использования

- Описывается РИД и объём прав, подлежащих передаче по принудительной лицензии.
- Для каждого способа использования, предусмотренного гражданским законодательством (изготовление, применение, предложение к продаже, продажа/введение в оборот, хранение, импорт, передача права по лицензии), устанавливается связь с видами экономической деятельности по ОКВЭД-2 (производство, услуги, оптовая и розничная торговля, логистика, медицинские услуги и т. д.).
- Фиксируется перечень кодов ОКВЭД-2, технологически сопоставимых с использованием соответствующего РИД.

2. Правовой и экономический граф использования

- Строится ориентированный граф, где вершины — способы использования РИД, а ребра — нормативно и экономически обоснованные переходы между стадиями (например, от изготовления к оптовой продаже, далее к розничной реализации и т. д.).
- Центральной вершиной, как правило, является стадия, на которой генерируется выручка лицензиата по объекту лицензии (продажа/введение в оборот либо оказание услуг с использованием РИД).
- Для каждой вершины определяется топологическое расстояние до центральной, что используется при конструировании LS и весов для согласования результатов разных подходов.

3. Формирование и очистка пятилетнего массива наблюдений

Формируется репрезентативный массив данных за пятилетний период (2020–2024 гг.) по юридическим лицам Российской Федерации, у которых основной код ОКВЭД-2 относится к видам деятельности, определённым на этапе 1 (в качестве примера возьмем вид деятельности, соответствующий коду ОКВЭД 72.11 «Научные исследования и разработки в области биотехнологии»).

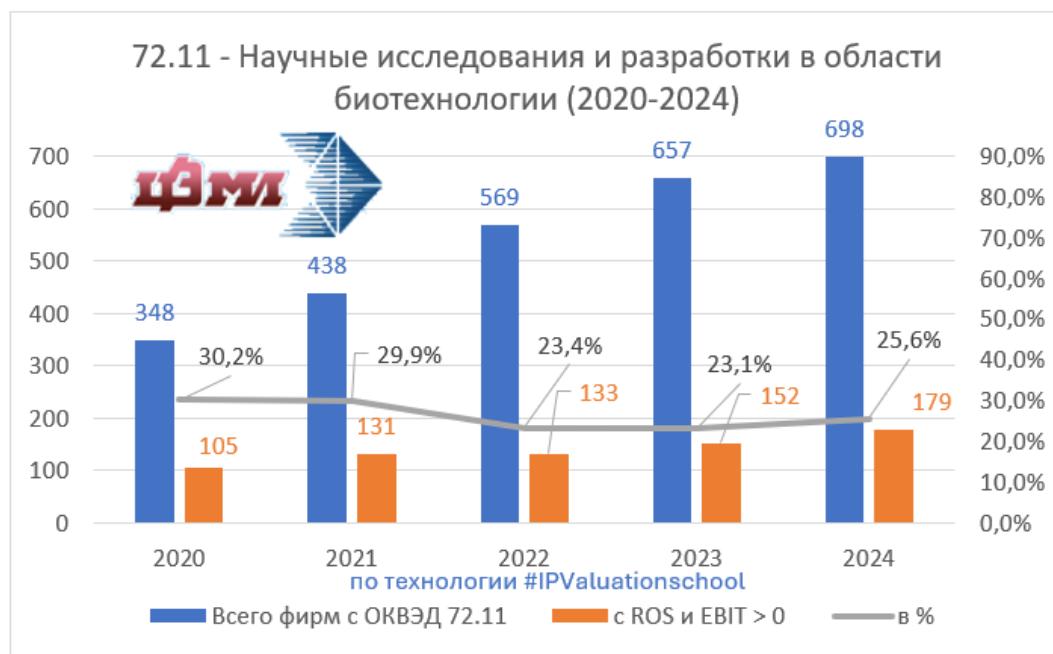


Рисунок 1. Статистика по предприятиям отрасли с основным кодом ОКВЭД 72.11
Для каждого субъекта и года в массив включаются:

- выручка от обычных видов деятельности;
- прибыль от продаж;
- EBIT¹ (при наличии этого показателя в отчётности);
- основной код ОКВЭД-2.

К сформированному массиву данных применяется регламент очистки:

¹ По данным СПАРК показатель прибыли компании до вычета процентов и налогов (EBIT - Earnings Before Interest and Taxes) рассчитывается по формуле EBIT = стр.2300 + стр.2330 - стр.2320 - стр.2310

1. Исключаются записи с неполной или недостоверной отчётностью, техническими ошибками, отрицательной выручкой.
2. Исключаются наблюдения, по которым невозможно корректно рассчитать ROS или EM.
3. Проводится унификация формата данных и проверка согласованности показателей «выручка – прибыль от продаж – EBIT».
4. Для каждого вида деятельности и года определяется минимальный порог выручки как максимум из двух величин: 5-го перцентиля распределения выручки; значения, равного 5 % медианы выручки.
5. Все наблюдения, у которых выручка не превышает рассчитанный порог, исключаются как статистически нестабильные и экономически несущественные.

При недостаточной численности валидных наблюдений на уровне детализированного кода ОКВЭД-2 допускается укрупнение до более агрегированного уровня при сохранении технологической сопоставимости с использованием рассматриваемого РИД.

Результатом этапа является очищенный пятилетний массив «предприятие–год», пригодный для расчёта отраслевых показателей рентабельности и последующего применения метода LRP.

Пример по виду деятельности 72.11

Для демонстрации влияния качества данных на результат расчёта по виду деятельности 72.11 последовательно анализируются два сценария: (1) расчёт на исходном пятилетнем массиве данных без применения процедуры очистки; (2) нормативный для метода LRP расчёт на очищенном пятилетнем массиве наблюдений. Сопоставление этих сценариев позволяет оценить чувствительность отраслевого инварианта *RoS* к процедуре очистки исходных данных.

Для вида деятельности 72.11 «Научные исследования и разработки в области биотехнологии» сформирован пятилетний массив данных за 2020–2024 гг. по юридическим лицам РФ с основным кодом ОКВЭД 72.11. Исходный массив¹ включает 700 предприятий (табл. 1, рис.1). После применения регламента очистки (исключение неполной, недостоверной и статистически нестабильной отчётности) объём выборки снижается до 642 предприятий при сопоставимом суммарном объёме выручки (табл. 2). Это означает, что из массива преимущественно исключаются малые и экономически несущественные наблюдения, практически не влияющие на агрегированные характеристики отраслевой рентабельности.

Таблица 1. Результаты обработки отчетности по отрасли 72.11 (без очистки данных)

Период в отраслевой выборке (72.11)	ROS — отраслевая рентабельность продаж на выборке 700 предприятий (без очистки данных)				EM - отраслевая рентабельность по EBIT на выборке 700 предприятий (без очистки данных)				Объем выборки (72.11)	Выручка, $\Sigma[2110]$, млрд.руб
	1-й квартиль	Медиана	3-й квартиль	Среднее арифметическое	1-й квартиль	Медиана	3-й квартиль	Среднее арифметическое		
2020	6,8%	22,6%	46,1%	31,0%	4,3%	18,0%	43,0%	28,2%	105	5,2
2021	7,6%	22,8%	46,7%	30,0%	5,1%	20,4%	44,3%	29,3%	131	16,4
2022	6,7%	18,7%	41,7%	27,2%	6,6%	17,9%	37,0%	34,4%	133	6,5
2023	8,6%	21,8%	49,9%	31,5%	7,9%	21,1%	50,8%	32,8%	152	7,2
2024	9,0%	19,5%	45,0%	29,7%	7,9%	19,1%	42,9%	28,8%	179	12,1
мин	6,7%	18,7%	41,7%	27,2%	4,3%	17,9%	37,0%	28,2%	Всего -	5,2
макс	9,0%	22,8%	49,9%	31,5%	7,9%	21,1%	50,8%	34,4%		700
										16,4

Источник - <https://clck.ru/3QSDeB>

Таблица 2. Результаты обработки отчетности по отрасли 72.11 (с очисткой данных)

Период в отраслевой выборке (72.11)	ROS — отраслевая рентабельность продаж на выборке 642 предприятий (с очисткой данных)				EM - отраслевая рентабельность по EBIT на выборке 642 предприятий (с очисткой данных)				Объем выборки (72.11)	Выручка, $\Sigma[2110]$, млрд.руб
	1-й квартиль	Медиана	3-й квартиль	Среднее арифметическое	1-й квартиль	Медиана	3-й квартиль	Среднее арифметическое		
2020	7,1%	25,5%	46,5%	31,2%	4,7%	22,2%	44,3%	28,9%	98	5,2
2021	7,7%	23,5%	46,6%	30,5%	5,5%	22,7%	42,0%	28,8%	123	16,4
2022	5,4%	18,1%	36,1%	26,0%	6,3%	17,7%	34,8%	25,4%	122	6,5
2023	8,5%	24,5%	52,3%	33,0%	7,8%	23,8%	51,1%	32,0%	138	7,2
2024	8,6%	19,5%	45,6%	30,5%	7,6%	19,3%	44,1%	28,7%	161	12,1
мин	5,4%	18,1%	36,1%	26,0%	4,7%	17,7%	34,8%	25,4%	Всего -	5,2
макс	8,6%	25,5%	52,3%	33,0%	7,8%	23,8%	51,1%	32,0%		642
										16,4

Источник - <https://clck.ru/3QSDeB>

На основе очищенного массива для каждого года рассчитываются квартильные характеристики ROS и EM (первый квартиль, медиана, третий квартиль, среднее арифметическое), затем формируется совокупное пятилетнее распределение, используемое в методе LRP.

Для иллюстрации рассмотрим расчёт ставки роялти за использование результата интеллектуальной деятельности, применяемого в рамках вида деятельности по ОКВЭД 72.11. Предположим, что по

¹ Исходные данные за 2020-2024 г.г. для обработки по отрасли 72.11 доступны по ссылке - <https://clck.ru/3QSDeB>

итогам правового и экономического анализа для данного сценария использования принят диапазон $LS \in [0,20; 0,30]$ и в качестве центральной тенденции отраслевой рентабельности используются медианные значения ROS и EM , рассчитанные по пятилетнему массиву данных.

Расчёт RoS без очистки данных (700 предприятий). Применение метода LRP к совокупности данных по ROS за 2020–2024 гг. по виду деятельности 72.11 (при $LS \in [0,20; 0,30]$) даёт следующие ориентиры:

- ставка роялти на основе¹ ROS :
 $RoS_{72.11,Q2(ROS)}^{\min} \approx 3,74\%, RoS_{72.11,Q2(ROS)}^{\text{avg}} \approx 5,27\%, RoS_{72.11,Q2(ROS)}^{\max} \approx 6,84\%$;
- ставка роялти на основе EM :
 $RoS_{72.11,Q2(EM)}^{\min} \approx 3,58\%, RoS_{72.11,Q2(EM)}^{\text{avg}} \approx 4,82\%, RoS_{72.11,Q2(EM)}^{\max} \approx 6,33\%$.

В результате процедуры нечткого согласования, в которой используются нечткие числа, заданные тройками $(RoS_{72.11,Q2(ROS)}^{\min}, RoS_{72.11,Q2(ROS)}^{\text{avg}}, RoS_{72.11,Q2(ROS)}^{\max})$ и $(RoS_{72.11,Q2(EM)}^{\min}, RoS_{72.11,Q2(EM)}^{\text{avg}}, RoS_{72.11,Q2(EM)}^{\max})$. Пересечение соответствующих нечтных множеств даёт согласованное значение ставки роялти около **5,0 %** от выручки лицензиата, тогда как решение, основанное на объединении этих нечтных множеств, даёт значение порядка **5,2 %** и рассматривается как альтернативный ориентир при отсутствии области пересечения.

Расчёт RoS после очистки данных (642 предприятия). Для очищенного массива по виду деятельности 72.11 (при том же диапазоне $LS \in [0,20; 0,30]$) метод LRP формирует нечтные числа для ставок роялти на основе показателей ROS и EM . Параметризация нечтных чисел задаётся тройками (min ; avg; max), где центральное значение avg соответствует расчёту при усредненных за пять лет медианных значениях ROS и EM и $LS = 0,25$.

- ставка роялти на основе ROS :
 $\widetilde{RoS}_{72.11,Q2(ROS)} = (RoS_{72.11,Q2(ROS)}^{\min}, RoS_{72.11,Q2(ROS)}^{\text{avg}}, RoS_{72.11,Q2(ROS)}^{\max}) = (3,62\%; 5,56\%; 7,64\%)$;
- ставка роялти на основе EM :
 $\widetilde{RoS}_{72.11,Q2(EM)} = (RoS_{72.11,Q2(EM)}^{\min}, RoS_{72.11,Q2(EM)}^{\text{avg}}, RoS_{72.11,Q2(EM)}^{\max}) = (3,54\%; 5,29\%; 7,15\%)$.

В процедуре нечтного согласования используются именно эти нечтные числа, а не отдельные точечные значения. Пересечение соответствующих нечтных множеств, построенных по $RoS_{72.11}^{ROS,Q2}$ и $RoS_{72.11}^{EM,Q2}$ даёт согласованное значение ставки роялти $RoS_{72.11,\text{н}}^{(ROS,EM)} = 5,4\%$ от выручки лицензиата, а решение, основанное на объединении этих нечтных множеств, даёт значение $RoS_{72.11,\text{н}}^{(ROS,EM)} = 5,5\%$.

В качестве итогового результата для очищенного массива принимается ставка $RoS_{72.11,\text{н}}^{(ROS,EM)} = 5,4\%$. По сравнению с расчётом на исходных («сырых») данных (5,0 % при пересечении и 5,2 % при объединении) это означает увеличение согласованной ставки на 0,4 процентного пункта (примерно на 8 % относительно базового уровня 5,0 %), что отражает влияние процедуры очистки и повышение устойчивости отраслевого инварианта RoS по виду деятельности 72.11.

4. Расчет отраслевых показателей ROS и EM

- На основе официальной финансовой отчтности формируются распределения показателей рентабельности продаж (ROS) и EBIT-маржи по релевантным кодам ОКВЭД-2 за пятилетний период; в выборку включаются только те предприятия, у которых по итогам соответствующих лет зафиксированы положительная рентабельность продаж и положительное значение EBIT ($EBIT > 0$).
- Проводится очистка выборки (исключение статистических аномалий и некорректных данных) с обязательным протоколированием критериев, чтобы обеспечить воспроизводимость и возможность последующей проверки (например, табл. 2).

5. Выбор центральной тенденции

- В зависимости от вида распределения и устойчивости временных рядов выбирается медиана (Q_2), 1-й квартиль (Q_1), 3-й квартиль (Q_3) или среднее арифметическое значение.
- Принципиально важно, что выбор определяется свойствами данных, а не «желаемой» ставкой роялти в конкретном споре. Это один из ключевых элементов алгоритмической справедливости: модель «подстраивается» под структуру выборки и показатели стейххолдеров, а не под интерес конкретного участника (сделки или судебного спора).

6. Определение диапазона LS

- Для принудительной лицензии выбор центральной тенденции и LS должны балансировать интересы:
 - быть выше, чем при обычной простой (неисключительной) лицензии, чтобы учитывать принудительный характер вмешательства в исключительное право;
 - быть ниже, чем при расчёте полной компенсации убытков, чтобы принудительная лицензия не превращалась в эквивалент конфискации всей прибыли лицензиата.

¹ По данным табл. 1: $RoS_{72.11,min}^{ROS,Q2} = 0,2*18,7\% \approx 3,74\%$, $RoS_{(72.11,avg)}^{ROS,Q2} = 0,25 * \frac{22,6+22,8+18,7+21,8+19,5}{5} \approx 5,27\%$; $RoS_{72.11,max}^{ROS,Q2} = 0,3*22,8\% \approx 6,84\%$

- В модели LRP это реализуется через интервальные значения LS, согласуемые с правовой природой ситуации, общественными интересами и отраслевой практикой.

7. Расчёт RoS и диапазона ставок роялти

- На основе выбранной центральной тенденции $F(ROS, EM)$ и диапазона LS вычисляется диапазон ставок роялти RoS.
- При необходимости результаты согласуются с рыночным методом (по данным о лицензионных сделках) с помощью аппарата нечеткой логики (fuzzy logic).

8. Проверка на нормативную и экономическую согласованность

- Рассчитанный диапазон ставок сопоставляется с критериями разумности и соразмерности в свете гражданского законодательства, стандартов, норм и правил оценочной деятельности и судебно-экспертной практики.
- Дополнительно анализируются последствия для стимулов к НИОКР, устойчивости ключевых бизнес-моделей, доступности технологии и лекарственных средств для населения.

В совокупности эти этапы превращают метод LRP в структурированный протокол обработки данных, а не только в формулу расчета ставок роялти, что критично и важно для его использования в делах о принудительном лицензировании.

Отраслевые инварианты и алгоритмическая справедливость

Отраслевой инвариант RoS в методе LRP служит инструментом разграничения роли эмпирических данных и экспертных суждений. Вместо субъективного выбора «процента» ставка роялти трактуется как функция наблюдаемой отраслевой рентабельности (ROS, EM) и нормативно задаваемого либо эмпирически обоснованного диапазона LS (доли лицензиара в прибыли лицензиата). В результате формируется единый методологический каркас, применимый как к добровольным и принудительным лицензиям, так и к расчёту компенсации, убытков и вознаграждения по обычным IP-сделкам.

Привязка метода LRP к большим массивам данных и использованию аппарата нечеткой логики согласуется с принципами алгоритмической справедливости, обсуждаемыми в современной литературе. Прозрачность исходных данных и параметров модели (критерии очистки выборки, выбор формы центральной тенденции, границы интервала LS) делает расчёты воспроизводимыми и поддающимися независимой проверке. Получаемые отраслевые инварианты RoS и соответствующие им диапазоны ставок могут быть встроены в цифровые сервисы — калькуляторы роялти, экспертные системы для судов и регуляторов, корпоративные модули оценки IP-активов, — обеспечивая единство и сопоставимость решений.

Нормы ТРИПС (в части требования «adequate remuneration») акцентируют не величину произвольного «процента от оборота», а адекватность и соразмерность вознаграждения при принудительном лицензировании. В методе LRP это требование реализуется через согласованное определение двух ключевых элементов:

- центральной тенденции отраслевых показателей ROS и EM;
- диапазона LS, отражающего баланс между интересами правообладателя и общественными потребностями.

При выборе центральной тенденции в методе LRP используется двухуровневая процедура, учитывающая как форму выборочного распределения, так и положение показателей ROS и EM стейкхолдеров сделки или судебного спора относительно квартирней. На первом уровне анализируется характер распределения годовых значений ROS и EM: при выраженной асимметрии и наличии выбросов эталонным ориентиром служит медиана (Q_2) как более устойчивая оценка; при умеренно симметричных распределениях допустимо применение среднего арифметического, главным образом для задач сопоставления со средневзвешенными величинами и усреднёнными финансовыми рядами. На втором уровне учитывается позиция предприятия-пользователя изобретений: если его показатели устойчиво лежат в верхнем квартирильном диапазоне (Q_2-Q_3), в качестве эталона принимается Q_3 ; при сосредоточении значений около медианы используется Q_2 ; при пониженных значениях либо при моделировании консервативных сценариев — Q_1 . Тем самым выбор центральной тенденции в LRP опирается не на заранее фиксированную «правильную» статистическую характеристику, а на согласованный учёт формы распределения и фактического положения лицензиата в отраслевой структуре рентабельности (ROS и EM).

В итоге центральная тенденция задаёт объективированный уровень отраслевой рентабельности, от которого «отталкивается» ставка роялти как функция ROS и LS.

Диапазон LS в методе LRP конструируется таким образом, чтобы обеспечивать нормативно значимый баланс:

- с одной стороны, вознаграждение должно оставаться достаточно высоким, чтобы не подрывать стимулы к НИОКР и поддерживать инвестиции в нематериальные активы;
- с другой стороны, оно не должно трансформировать принудительную лицензию в механизм сохранения монопольной ренты, противоречащий целям ТРИПС и национального законодательства.

Именно согласование обоснованной центральной тенденции (на основе эмпирических данных) и нормативно задаваемого интервала LS позволяет рассматривать результат, полученный методом LRP, как формализованное и практически применимое воплощение принципа «adequate remuneration» в условиях цифровой экономики.

Использование больших массивов данных и нечеткой логики в методе LRP отвечает ключевым требованиям алгоритмической справедливости в цифровой экономике:

- **транспарентность:** чётко описываются источники данных (отраслевые выборки, бухгалтерская отчётность), явно задаются параметры LS и процедура выбора центральной тенденции;
- **воспроизводимость:** при наличии сопоставимых данных независимый исследователь может реконструировать распределения ROS/EM и получить сопоставимые диапазоны RoS;
- **проверяемость и оспоримость:** стороны спора имеют возможность предметно обсуждать корректность данных и настроек (границы LS, критерии очистки выборки, выбор центральной тенденции), не ставя под сомнение саму структуру метода (см. выборку с исходными данными за 2020-2024 по отрасли 72.11 - <https://clck.ru/3QSDeB>).

В более широкой рамке экономики данных метод LRP демонстрирует, каким образом возможно проектировать алгоритмические механизмы, в которых fairness выступает не внешним декларативным требованием, а внутренним свойством архитектуры метода, вытекающим из способа организации данных, правил их обработки и формализации нормативных ограничений.

Выводы и направления дальнейших исследований

Главный итог проведённого исследования заключается в том, что метод LABRATE ROYALTY PRO переводит обсуждение размеров ставок роялти из плоскости субъективных «процентных мнений» в область формализованных процедур обработки данных и нормативно обоснованных настроек модели. В контексте принудительного лицензирования и более широко — цифровой экономики и экономики данных — LRP задаёт воспроизводимый протокол расчёта ставок роялти, включающий идентификацию объекта и способов использования, сбор и очистку отраслевых данных, построение распределений показателей рентабельности, применение аппарата нечеткой логики и вывод интервальных значений доли лицензиара в прибыли лицензиата (LS), согласованных с требованиями международного и национального законодательства. Тем самым метод обеспечивает переход от спорных оценочных суждений к проверяемым решениям, опирающимся на качественные массивы данных и прозрачные вычислительные процедуры.

С методологической точки зрения метод LRP формирует единый каркас для расчёта ставок роялти в различных правовых режимах — от добровольных и принудительных лицензий до определения компенсации и убытков при нарушении исключительных прав. Интервальные значения LS, получаемые в рамках метода, выступают инструментом балансировки интересов правообладателя, лицензиата, государства и общества, допускающим адаптацию под разные общественно значимые сценарии (здравоохранение, критически важные технологии, социально значимые цифровые сервисы и др.). За счёт строгой работы с отраслевыми рядами рентабельности и явного учета правового режима использования метод позволяет конструировать диапазоны LS как результат согласования экономических и правовых инвариантов, а не как производную от практики произвольных «рыночных процентов».

С институциональной точки зрения LRP задаёт повышенные требования к инфраструктуре данных в цифровой экономике: он предполагает наличие устойчивых и обновляемых статистических рядов по ключевым показателям (ROS, EBIT-маржа и др.) в разрезе отраслей и периодов, а также формализованных процедур их верификации и очистки. На этой основе метод может рассматриваться как прототип класса цифровых сервисов поддержки принятия решений по вопросам интеллектуальной собственности и ценообразования в экономике данных — сервисов, в которых ключевыми объектами регулирования становятся не «проценты» как таковые, а качество исходной информации, параметры модели и нормативные ограничения.

В научном плане LRP задаёт рамку для дальнейших исследований по крайней мере в трёх направлениях. Во-первых, требует формализации системы критериев выбора диапазонов LS в различных правовых режимах (добровольная лицензия, принудительная лицензия, исключительная лицензия, компенсация и убытки), включая сопоставление подходов разных юрисдикций и учёт отраслевых особенностей. Во-вторых, необходимы эмпирические и теоретические исследования влияния алгоритмов расчёта роялти на стимулы к НИОКР и инвестиции в нематериальные активы, в том числе с учётом различий между высоко- и низкомаржинальными отраслями, а также между патентуемыми и непатентуемыми технологиями. В-третьих, представляется интерес интеграция LRP с иными моделями ценообразования в экономике данных — двухкомпонентными тарифами, механизмами динамического ценообразования на основе поведенческих и рыночных сигналов, а также гибридными моделями, учитывающими сетевые эффекты и платформенную конкуренцию.

В совокупности совмещение требований российского и международного регулирования, возможностей Big Data и аппарата нечеткой логики в рамках метода LRP позволяет говорить о формировании нового стандарта качества для расчёта ставок роялти в цифровой экономике, в том числе и при принудительном лицензировании. Этот стандарт основан не на механическом воспроизведении прецедентов и декларативных ссылках на «справедливость», а на строго определённых данных, алгоритмически

задаваемых процедурах и чётко артикулируемых допущениях. В этой рамке алгоритмическая справедливость предстает не как риторическая фигура, а как результат воспроизведенного вычислительного процесса, в котором баланс интересов стейкхолдеров встроен в архитектуру модели и поддаётся научной и судебной проверке.

Литература

1. Азгальдов, Г. Г., & Карпова, Н. Н. (2006). Оценка стоимости интеллектуальной собственности и нематериальных активов: Учебное пособие. Москва: Международная академия оценки и консалтинга.
2. Госьков, Е. С., & Костин, А. В. (2025). Инновационные подходы к расчету ставок роялти: методы, кейсы и судебная практика. В Теоретические и прикладные аспекты использования специальных знаний в уголовном и гражданском судопроизводстве: сборник статей (серия «Библиотека российского судьи», Вып. 7, с. 56–84). РГУП.
3. Коzyрев, А. Н. (2023). Оптимальные двухкомпонентные цены в экономиках с возрастающей отдачей. Цифровая экономика, 1(22), 54–64. <https://doi.org/10.34706/DE-2023-01-07>
4. Коzyрев, А. Н., & Костин, А. В. (2024). Стоимостная оценка продуктов колективного пользования (Тезисы доклада на Ученом совете ЦЭМИ РАН) [Препринт]. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21526.97608>
5. Костин, А. В. (2025). Назначение цен в экономике данных: алгоритмическая справедливость и отраслевые инварианты. Цифровая экономика, 3(33), 56–68. <https://doi.org/10.34706/DE-2025-03-07>
6. Костин, А. В. (2024а). Ставка роялти как отраслевой инвариант в IP- сделках и судебных спорах. Цифровая экономика, 3(29), 14–20. <https://doi.org/10.34706/DE-2024-03-02>
7. Костин, А. В. (2024б). Метод расчета ставок роялти на основе Big Data и Fuzzy Logic. Цифровая экономика, 2(28), 15–30. <https://doi.org/10.33276/DE-2024-02-02>
8. Костин, А. В., & Смирнов, В. В. (2012). Метод согласования результатов оценки стоимости, основанный на нечеткой логике. Имущественные отношения в РФ, 12(135), 6–18.
9. Костин, А. В., & Ласточкин, А. (2014). REVARES: программа согласования результатов оценки стоимости с помощью нечеткой логики (версия 1.0.6) [Компьютерная программа]. LABRATE.RU. <http://fuzzy.labrate.ru/revares.htm>
10. Лев, Б. (2003). Нематериальные активы: управление, измерение, отчетность (Пер. с англ. Л.И. Лопатников). Москва: ИД "Квинто-Консалтинг". ISBN 5-93746-004-9.
11. Международные стандарты оценки (IVS-2025) International Valuation Standards Council. International Valuation Standards (IVS-2025). London: IVSC, January 2025. 278 p.
12. Петров, И., & Марков, С. (2024). Алгоритмическая справедливость в оценке ИС: судебный взгляд. Право и цифровая экономика, 4(1), 55–70.
13. Calvano, E., Calzolari, G., Denicolò, V., & Pastorello, S. (2020). Artificial intelligence, algorithmic pricing, and collusion. American Economic Review, 110(10), 3267–3297. <https://doi.org/10.1257/aer.20190623>
14. Dwork, C., Hardt, M., Pitassi, T., Reingold, O., & Zemel, R. (2012). Fairness through awareness. Proceedings of the 3rd Innovations in Theoretical Computer Science Conference (ITCS), 214–226. <https://doi.org/10.1145/2090236.2090255>
15. OECD. (2023). Algorithms and competition. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f8d2100-en>
16. Sarmah, A., De Giovanni, D., & De Giovanni, P. (2020). Compulsory licenses in the pharmaceutical industry: Pricing and R&D strategies. European Journal of Operational Research, 282(3), 1053–1069. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.10.021>
17. Sidak, J. G. (2013). The meaning of FRAND, part I: Royalties. Journal of Competition Law & Economics, 9(4), 931–1055. <https://doi.org/10.1093/joclec/nht037>
18. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. Information and Control, 8(3), 338–353.

References in Cyrillics

1. Azgaldov, G. G., & Karpova, N. N. (2006). Otsenka stoimosti intellektual'noi sobstvennosti i nematerial'nykh aktivov: Uchebnoe posobie. Moskva: Mezhdunarodnaya akademiya otsenki i konsaltinga.
2. Gos'kov, E. S., & Kostin, A. V. (2025). Innovatsionnye podkhody k raschetu stavok royliti: metody, kaisy i sudebnaya praktika. V Teoreticheskie i prikladnye aspekty ispol'zovaniya spetsial'nykh znanii v ugovornom i grazhdanskom sudoprovodstve: sbornik statei (seriya «Biblioteka rossiiskogo sud'i», Vyp. 7, s. 56–84). RGUP.
3. Kozyrev, A. N. (2023). Optimal'nye dvukhkomponentnye tseny v ekonomikakh s vozrastayushchey otdachei. Tsifrovaya ekonomika, 1(22), 54–64.
4. Kozyrev, A. N., & Kostin, A. V. (2024). Stoimostnaya otsenka produktov kollektivnogo pol'zovaniya (Tezisy doklada na Uchenom sovete TsEMI RAN) [Preprint]. ResearchGate.
5. Kostin, A. V. (2025). Naznachenie tsen v ekonomike dannykh: algoritmicheskaya spravedlivost' i otраслевye invarianty. Tsifrovaya ekonomika, 3(33), 56–68.

6. Kostin, A. V. (2024a). Stavka roylti kak otrraslevoi invariant v IP-sdelkakh i sudebnykh sporakh. Tsifrovaya ekonomika, 3(29), 14–20.
7. Kostin, A. V. (2024b). Metod rascheta stavok roylti na osnove Big Data i Fuzzy Logic. Tsifrovaya ekonomika, 2(28), 15–30.
8. Kostin, A. V., & Smirnov, V. V. (2012). Metod soglasovaniya rezul'tatov otsenki stoimosti, osnovannyi na nechetkoi logike. Imushchestvennye otnosheniya v RF, 12(135), 6–18.
9. Kostin, A. V., & Lastochkin, A. (2014). REVARES: programma soglasovaniya rezul'tatov otsenki stoimosti s pomoshch'yu nechetkoi logiki (versiya 1.0.6) [Komp'yuternaya programma]. LABRATE.RU.
10. Lev, B. (2003). Nematerial'nye aktivi: upravlenie, izmerenie, otchetnost' (Per. s angl. L. I. Lopatnikov). Moskva: ID «Kvinto-Konsalting».
11. Mezhdunarodnye standarty otsenki (IVS-2025). (2025). International Valuation Standards Council. International Valuation Standards (IVS-2025). London: IVSC.
12. Petrov, I., & Markov, S. (2024). Algoritmicheskaya spravedlivost' v otsenke IS: sudebnyi vzglyad. Pravo i tsifrovaya ekonomika, 4(1), 55–70.

Александр Валерьевич Костин, к.э.н.,
е.н.с, ЦЭМИ РАН (kostin.alexander@gmail.com)
ORCID: 0000-0001-8654-4612

Ключевые слова: принудительное лицензирование; ставки роялти; отраслевые инварианты; метод LABRATE ROYALTY PRO; экономика данных; цифровая экономика; Big Data; нечеткая логика; алгоритмическая справедливость; интеллектуальная собственность; судебная экспертиза.

Alexander Kostin, Compulsory Licensing and Industry-Specific Royalty Rates.

Keywords: compulsory licensing; royalty rates; industry invariants; LABRATE ROYALTY PRO method; data economy; digital economy; Big Data; fuzzy logic; algorithmic fairness; intellectual property; forensic valuation.

DOI: 10.34706/DE-2025-04-04

JEL classification: B41 – Economic Methodology (Экономическая методология), K11 – Property Law (Вещное право, включая интеллектуальную собственность), K21 – Antitrust Law (Антимонопольное право), L24 – Contracting Out; Joint Ventures; Technology Licensing (Аутсорсинг, совместные предприятия и лицензирование технологий), O34 – Intellectual Property and Intellectual Capital (Интеллектуальная собственность и интеллектуальный капитал).

Abstract

The paper extends the LABRATE ROYALTY PRO (LRP) method and demonstrates its applicability to compulsory licensing problems in the data-driven digital economy. Unlike approaches relying on "standard" royalty rates and local judicial or contractual practice, LRP treats the royalty rate as an industry-level invariant derived from large-scale financial statements data, profitability distributions (ROS, EBIT margin) and interval-valued LS parameters (the licensor's share in the licensee's profit). This perspective enables a unified, fully specified protocol for royalty determination across different legal regimes (voluntary licensing, compulsory licensing, damages and compensation), embedded in the requirements of Russian civil law, the TRIPS Agreement and international standards for intangible asset valuation. Using OKVED 72.11 as an example, the paper shows how cleaned five-year data samples generate robust industry invariants of RoS and how the data-cleaning procedure affects the reconciled royalty rate. At the theoretical level, the study contributes to an algorithmically implementable interpretation of "adequate remuneration" in compulsory licensing: algorithmic fairness is viewed as an internal property of the method's architecture (data quality, choice of central tendency, LS interval design) rather than a purely declarative principle. In the broader context of the digital and data economy, LRP is positioned as a prototype of a globally applicable standard for royalty rate determination and as a foundation for digital decision-support services in intellectual property, bridging IP valuation techniques with contemporary frameworks of fair algorithmic pricing.

УДК: 316.6, 005.95

1.5. Динамика социальных представлений о будущем России: структурный сдвиг 2024-2025 годов

Ноакк Н.В., Костина Т.А., Ивлева А.Е.
ЦЭМИ РАН, Москва, Россия

В статье представлены результаты комплексного исследования динамики социальных представлений о будущем в российском обществе за период 2024–2025 годов. На основе сравнительного анализа данных всероссийского опроса 2024 года ($N = 800$, респонденты с высшим образованием), авторского исследования 2025 года ($N = 80$) и масштабного опроса Mail.ru ($N > 7000$) выявлены статистически значимые структурные изменения в коллективном сознании. Зафиксирован радикальный рост технологической ориентированности: доля технологических ассоциаций увеличилась с 19,8 % до 60,0 % (+40,2 п.п.), что согласуется с общероссийским трендом (64,7%). Одновременно наблюдается парадокс амбивалентности: параллельный рост позитивных (технологический оптимизм) и негативных (тревожность — с 14,1 % до 45,0 %) категорий. Подтверждён феномен «приватизации будущего»: категория «Личное счастье и семья» выросла с 10,9 % до 93,0 %. Выявлена качественная трансформация ассоциативного поля: среднее число ассоциаций на респондента увелоилось в 3,5 раза (с 1,125 до 3,988), что свидетельствует о переходе от моноплитного нарратива к мозаичной, фрагментированной структуре. Методологическая новизна исследования заключается в разработке и применении индекса структурного сходства (SSI), который показал рост структурной близости между авторскими данными и опросом Mail.ru с 0,41 до 0,71, подтверждая конвергенцию выявленных трендов с общероссийскими. Результаты интерпретируются в рамках теорий «текущей современности» (З. Бауман), неопределенности (Т.А. Нестик), «способности к устремлению» (А. Алладураи), а также дополнены современными психологическими концепциями: теорией самодетерминации, психолингвистикой метафор, подходами к когнитивной сложности и временной перспективе. Исследование демонстрирует, что трансформация социальных представлений о будущем представляет собой не дезорганизацию, а сложный адаптационный синдром, направленный на сохранение психологической устойчивости в условиях системной неопределенности.

Введение

В условиях геополитической нестабильности, технологических трансформаций и культурных сдвигов будущее перестаёт восприниматься как предсказуемая траектория и становится объектом активного социального конструирования. Социальные представления о будущем — это не просто прогнозы, а регулятивные конструкты, формирующие поведенческие установки, экономические решения, политические предпочтения и жизненные стратегии индивидов и групп.

В российском контексте эта проблематика приобретает особую остроту. За последние годы произошёл глубокий пересмотр коллективных ориентиров: идеологические нарративы утратили силу, а новые смысловые системы пока не сформированы. В этих условиях особенно важно отслеживать микродинамику социальных представлений — те зарождающиеся сдвиги, которые ещё не фиксируются в официальной статистике, но уже определяют поведение общества.

Эмпирические исследования последних лет демонстрируют устойчивую тенденцию к типологизации отношения к будущему. Так, на основе всероссийского опроса ВЦИОМ 2024 г. выделено два профиля: «успешные планировщики» — заметно чаще связывают реализацию своих планов с личными усилиями и способностями- и «плывущие по течению» — (не)достижение своих целей объясняют действиями окружающих и государства, [Всероссийский центр изучения общественного мнения, 2025]

Особое внимание уделяется молодёжи как группе, наиболее уязвимой к будущему. В англоязычной литературе традиционно выделяются две группы — с позитивными и негативными установками относительно будущего [Andretta, et al., 2012], хотя и рассматриваются различные детерминанты этих аттитюдов (так, в [Keating, Melis, 2022] авторы оценивают влияние ресурсов, активности и индивидуализма на оптимизм молодых людей). В [Durbin, et al., 2019] оценивается влияние возраста на оптимистические установки относительно будущего. Некоторые авторы предлагают выделить в образе будущего у молодёжи модернистский, постмодернистский и трансформационный тип [Raynor, Entin, 1982].

В [Røkenes, et al., 2024] анализируются нарративы молодёжи из четырёх европейских стран и выявляет 3 ориентации: трансформационная (желание изменить общество), адаптивная (стремление приспособиться к существующим условиям) эскалистская (ход от реальности через мечты и миграционные планы)

[Köhler, Zschang, 2025] Выделяют 3 типа молодых людей по их отношению к будущему (основано на качественном анализе нарративов). Тип 1 имеет наиболее конкретные планы на будущее; тип 2 ориентируется как на ближайшее, так и на отдалённое будущее; для типа 3 характерно наиболее ограниченное видение будущего. Опираясь на интервью с аргентинской молодёжью, [Лонго М. Э., 2018] создает типологию молодёжных темпоральностей, которая выделяет «планировщиков», «исполнителей», «пассивных» и «оппортунистов». Планировщики — единственная группа, которая обращается к отдаленному будущему, в то время как другие группы сосредоточены на ближайшем будущем&

В российском контексте типология образов будущего представлена в работах Т.А. Нестика, который выделяет следующие типы: краткосрочно-ориентированные (“пессимисты и “тактики”), долгосрочно-

ориентированные (“стратеги”; “ориентированные на личные достижения оптимисты”; “просоциальные visionеры”; “ответственные традиционалисты”) [Нестик, 2010].

Несмотря на схожесть выделяемых типов, в существующей литературе недостаточно внимания уделяется краткосрочной динамике восприятия будущего — большинство исследований дают «срез» на один момент времени. Между тем именно сопоставление последовательных временных точек (например, 2024 и 2025 гг.) позволяет зафиксировать эволюцию смысловых акцентов в условиях быстро меняющейся социальной реальности. Кроме того, хотя применяются различные методы кластеризации (LCA, k-means), корреспондентный анализ остаётся малоиспользуемым инструментом для визуализации связей между категориями восприятия и временными маркерами, несмотря на его высокую интерпретируемость для качественно-ориентированных данных [Greenacre, 2023].

Таким образом, наша работа вносит свой вклад в поле исследований, сочетая свежие эмпирические данные за 2024–2025 гг., динамическое сопоставление двух лет и визуализацию через корреспондентный анализ, что позволяет не только выделить типы восприятия будущего, но и проследить их смещение в факторном пространстве.

Гипотезы исследования

На основе теоретического анализа были выдвинуты следующие гипотезы.

1. Гипотеза фрагментации: за 2024–2025 гг. произойдёт статистически значимое увеличение разнообразия ассоциативных рядов, связанных с будущим, что будет свидетельствовать о распаде единого нарратива.
2. Гипотеза амбивалентности: наблюдается параллельный рост как позитивных (технологический оптимизм, личное счастье), так и негативных (тревога, неопределенность) категорий ассоциаций.
3. Гипотеза индивидуализации и сокращения горизонта планирования: происходит смещение от абстрактных, коллективных категорий к конкретным, приватным и краткосрочным ценностям.

Теоретическая рамка исследования

Исследование опирается на четыре взаимодополняющих теоретических подхода:

1. Социально-психологический (Т.А. Нестик): концепция образа потребного будущего (термин Н. Берштейна) как регулятора поведения и диагноз кризиса образа будущего в условиях неопределенности.
2. Социологический (З. Бауман): идея «текущей современности», в которой распадаются «большие нарративы», а социальные формы становятся фрагментарными и нестабильными.
3. Культурно-антропологический (А. Аппадура): понятие «способности к устремлению» (capacity to aspire) как неравномерно распределенного культурного ресурса, необходимого для проектирования будущего.
4. Психологический (Х. Эрнер-Хершфилд): концепция «будущего Я», объясняющая ослабление эмоциональной связи с отдаленным будущим в стрессовых условиях.

Эти подходы позволяют рассматривать трансформацию представлений о будущем не как хаотичный процесс, а как системную адаптацию к новым условиям существования.

Методология

Дизайн исследования и выборки.

Исследование основано на сравнительном анализе трёх массивов данных:

- Выборка 2024 года: репрезентативные данные для респондентов с высшим образованием ($N = 800$). Данные были получены в агрегированном виде, с предварительной категоризацией ассоциаций.
- Выборка 2025 года: данные авторского исследования ($N = 80$ респондентов). Использовался метод свободных ассоциаций на стимул «будущее».
- Данные Mail.ru 2025 года: масштабный опрос ($N > 7\,000$), использованный для валидации и сравнения с общероссийскими трендами.

Процедура обработки данных.

Ассоциации 2025 года были классифицированы двумя независимыми экспертами в категории, максимально приближенные к классификации 2024 года, для обеспечения сопоставимости. Основные категории: «Благополучие и стабильность», «Личное счастье и семья», «Развитие и технологии», «Неопределенность и негатив», «Будущее как ожидание», «Другое». Межэкспертная согласованность составила $k = 0,87$ (высокий уровень).

Методы анализа данных.

Для оценки значимости изменений применялся критерий χ^2 Пирсона. Для оценки силы связи использовался коэффициент Крамера (V). Дополнительно были применены: точный критерий Фишера, анализ стандартизованных остатков, иерархический кластерный анализ (метод Уорда), корреспондентный анализ, расчет индексов разнообразия Шеннона (H') и Симпсона (D). Для интеграции данных разработан индекс структурного сходства (SSI). Расчеты выполнены в программной среде R (версия 4.4.0).

Результаты

1. Качественная трансформация ассоциативного поля

Наиболее наглядным индикатором глубины произошедших изменений является радикальное увеличение когнитивной сложности восприятия будущего. Среднее количество ассоциаций на респондента возросло с 1,125 до 3,988, что демонстрирует увеличение в 3,5 раза ($p < 0,0001$). Этот показатель свидетельствует не о росте количества слов, а о качественном усложнении индивидуальных когнитивных карт будущего. Если в 2024 году респонденты в основном ограничивались одной–двумя общими категориями, то к 2025 году будущее стало восприниматься как многогранный, комплексный конструkt, требующий для своего описания нескольких независимых, а иногда и противоречивых аспектов. Это прямо указывает на распад единого, целостного нарратива и его замещение мозаичной системой представлений.

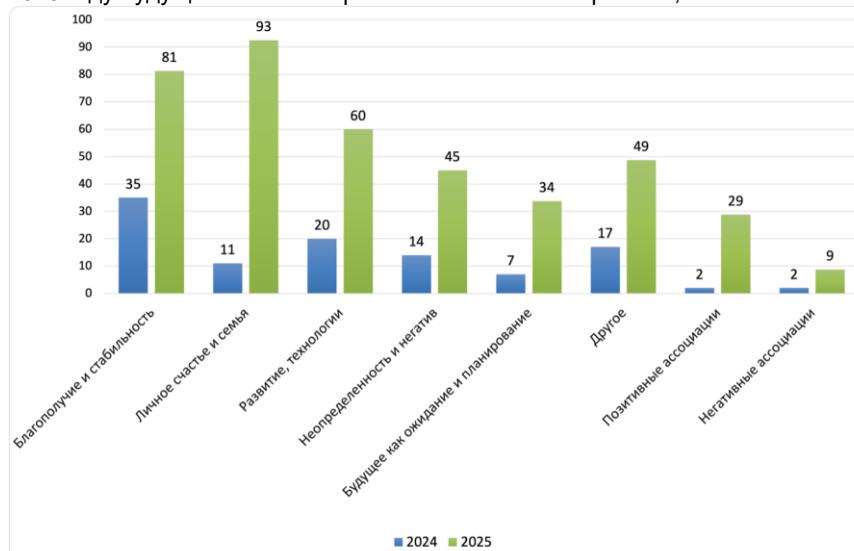


Рис. 1. Сравнение количества ассоциаций в исследованиях 2024 и 2025 гг.

логического детерминизма. Категория «Личное счастье и семья» продемонстрировала беспрецедентный рост — с 10,9 % до 93,0 %. Столь же значимым является скачок в категории «Развитие и технологии» — с 19,8 % до 60,0 %. Важно отметить, что эти категории перестали быть периферийными и вышли на уровень базовых, структурообразующих элементов образа будущего.

- Легитимация неопределённости и тревоги. Параллельно с оптимистичными трендами произошла нормализация негативных ожиданий. Доля категории «Неопределенность и негатив» выросла с 14,1 % до 45,0 %. Это означает, что тревога перестала быть маргинальной эмоцией и стала массовым, открыто признаваемым компонентом восприятия будущего.

- Трансформация, а не исчезновение коллективных ориентиров. Категория «Благополучие и стабильность», оставаясь значимой, претерпела смысловую трансформацию. Её рост с 35,0 % до 81,0 % на фоне общего усложнения картины говорит о том, что эта ценность не была отвергнута, но была переосмыслена и интегрирована в более сложную систему координат, где она сосуществует с индивидуалистическими и технологическими устремлениями.

3. Статистическая верификация и сила эффектов

Все ключевые изменения являются статистически значимыми ($p < 0,0001$ по критерию χ^2 Пирсона и Z-тесту с поправкой Бонферрони). При этом коэффициент Крамера ($V = 0,378$) указывает на умеренную силу эффекта. Это кажущееся противоречие (высокая значимость при умеренной силе) является не методологическим артефактом, а важной содержательной характеристикой изучаемого феномена. Оно свидетельствует о том, что в общественном сознании не происходит простой замены одной доминирующей темы на другую. Вместо этого мы наблюдаем системную перестройку, при которой изменения распределены по множеству направлений, не формируя единого монолитного вектора, что и подтверждает гипотезу фрагментации.

4. Структурный анализ: от монолита к мозаике

Кластерный и корреспондентный анализ наглядно демонстрируют качественное изменение структуры представлений.

Процесс выделения кластеров

1. Исходные данные и методология:

- Данные для анализа: В качестве исходных данных использовалась матрица, где строками выступали респонденты выборки 2025 года ($N=80$), а столбцами — частоты упоминания ими каждой из 8 категорий ассоциаций (например, для одного респондента: Кат.1=1, Кат.2=1, Кат.3=1, Кат.4=0, ...). Был применен иерархический кластерный анализ с методом Уорда (Ward's method).

2. Статистическое определение числа кластеров:

- Анализ дендрограммы (дерева кластеризации) показал четкое ветвление на три основные группы.

Резкий скачок в уровне дисперсии при попытке объединить эти три группы в две подтвердил, что именно трехкластерное решение является наиболее оптимальным.

- Для дополнительной проверки использовался "метод локтя" (elbow method) по данным инерции (within-cluster sum of squares), который также показал, что после трех кластеров дальнейшее разбиение не дает существенного выигрыша в объяснении дисперсии.

3. Содержательная интерпретация и наименование кластеров:

После статистического выделения трех групп была проанализирована их центроидная структура — средние значения по каждой категории для респондентов, входящих в кластер

Профили кластеров и обоснование их наименований

Кластер А: "Оптимисты-прагматики" (45%)

Ключевые характеристики центроида:

- Категория 2 («Личное счастье и семья»): очень высокий показатель (близкий к 100%).
- Категория 3 («Развитие и технологии»): высокий показатель.
- Категория 7 («Позитивные ассоциации»): высокий показатель.
- Категория 4 («Неопределенность и негатив»): низкий или средний показатель (значительно ниже общего среднего по выборке).
- Категория 1 («Благополучие и стабильность»): средний показатель.

Обоснование названия:

- «Оптимисты»: потому что их профиль характеризуется высокой концентрацией на позитивных и конструктивных темах (личное счастье, технологии) при относительно низком уровне тревожности.
- «Прагматики»: потому что их оптимизм не абстрактен. Он сфокусирован на конкретных, подконтрольных и практически ориентированных сферах жизни: личное благополучие и технологии как инструмент улучшения настоящего. Они не ждут "светлого будущего" от государства или абстрактного "прогресса", а конструируют его сами в зонах своей непосредственной досягаемости.

Кластер В: "Тревожные искатели" (32%)

Ключевые характеристики центроида:

- Категория 4 («Неопределенность и негатив»): очень высокий показатель.
- Категория 5 («Будущее как ожидание»): высокий показатель.
- Категория 6 («Другое»): высокий показатель (что может указывать на нестандартные, трудно категоризуемые, часто тревожные образы).
- Категория 8 («Негативные ассоциации»): повышенный показатель.
- Категория 2 («Личное счастье и семья»): средний или низкий показатель (они не находят утешения в этой сфере).

Обоснование названия:

- «Тревожные»: — прямо следует из доминирования категорий неопределенности и негатива.
- «Искатели»: — потому что, в отличие от пассивных пессимистов, их профиль показывает активный поиск. Высокие показатели по категориям «Ожидание» и «Другое» говорят о том, что будущее для них — это не данность, а вопрос, загадка, пространство для размышлений и поиска ответов, которые пока не найдены. Они не закрылись в приватном мире, а остро переживают неопределенность и пытаются ее осмыслить.

Кластер С: "Традиционалисты" (23%)

Ключевые характеристики центроида:

- Категория 1 («Благополучие и стабильность»): доминирующий, самый высокий показатель среди всех кластеров.
- Остальные категории (2, 3, 4, 5, 6, 7): значительно ниже средних значений по выборке.
- Профиль можно охарактеризовать как "монотематический".

Обоснование названия:

- «Традиционалисты»: потому что их картина мира опирается на единственный, обобщенный и абстрактный коллективный конспект — "благополучие и стабильность". Это унаследованный, традиционный нарратив, который был доминирующим в 2024 году. Они сохраняют приверженность этой общей, недифференцированной модели будущего, в то время как остальное общество ушло вперед в сторону фрагментации и усложнения. Их образ будущего прост, стабилен и не содержит внутренних конфликтов или амбивалентности, характерных для других кластеров.

Резюме

Таким образом, кластеры были выделены статистически на основе схожести паттернов ответов респондентов, а их содержательные названия были даны на основе:

1. анализа профиля центроидов (какие категории доминируют);
2. интерпретации этого профиля в контексте теоретического аппарата (Бауман, Нестик);
3. стремления отразить в названии не только эмоциональную валентность (оптимизм/тревога), но и активную стратегию отношения к будущему (прагматизм, поиск) или источник ориентации (традиционный нарратив).

- Кластерный анализ зафиксировал переход от моноструктуры 2024 года с доминированием одного типа восприятия («Традиционалисты», 35 %), к полиструктуре 2025 года, состоящей из трёх конкурирующих кластеров:

- «Оптимисты-прагматики» (45 %): ядро их образа будущего составляют технологии, личное счастье и позитивные ожидания. Это активные конструкторы индивидуального будущего, видящие в технологиях инструмент для его достижения.

- «Тревожные искатели» (32 %): их восприятие окрашено неопределенностью, ожиданием негативных сценариев и поиском ответов. Для них будущее — это внешний вызов, а не зона личного проектирования.

- «Традиционалисты» (23 %): сохраняют ориентацию на абстрактные коллективные ценности стабильности и благополучия, однако их доля в структуре выборки сократилась, а их нарратив перестал быть доминирующим.

- Корреспондентный анализ визуализировал этот структурный разрыв. Координаты массивов данных 2024 и 2025 годов находятся в противоположных квадрантах пространства первых двух факторов (объясняющих 85 % дисперсии), что статистически подтверждает тезис о качественном, а не количественном характере произошедших изменений.

Таблица 1. Структура смысловых полей. Распределение двум главным измерениям корреспондентного анализа: «От коллективному к индивидуальному», «От стабильности к неопределенности».

	Ось 1 (Dim1) От коллективного к индивидуальному	Ось 2 (Dim2) От стабильности к неопределенности
2024 год	-0,94	-0,18
2025 год	0,88	0,35
Благополучие	-0,91	-0,15
Личное счастье	0,72	0,78
Развитие	0,61	0,67
Неопределенность	0,68	-0,48
Ожидание	0,95	-0,31
Другое	0,81	-0,59

Координаты на первых двух осах (85 % дисперсии):

→ 2024 год ассоциируется с «Благополучием» (оба слева).

→ 2025 год связан с ожиданиями, неопределенностью и надеждами на личное счастье.

→ Верхний правый квадрант — позитивные ожидания (счастье, развитие).

→ Нижний правый — тревожные/неопределенные настроения.

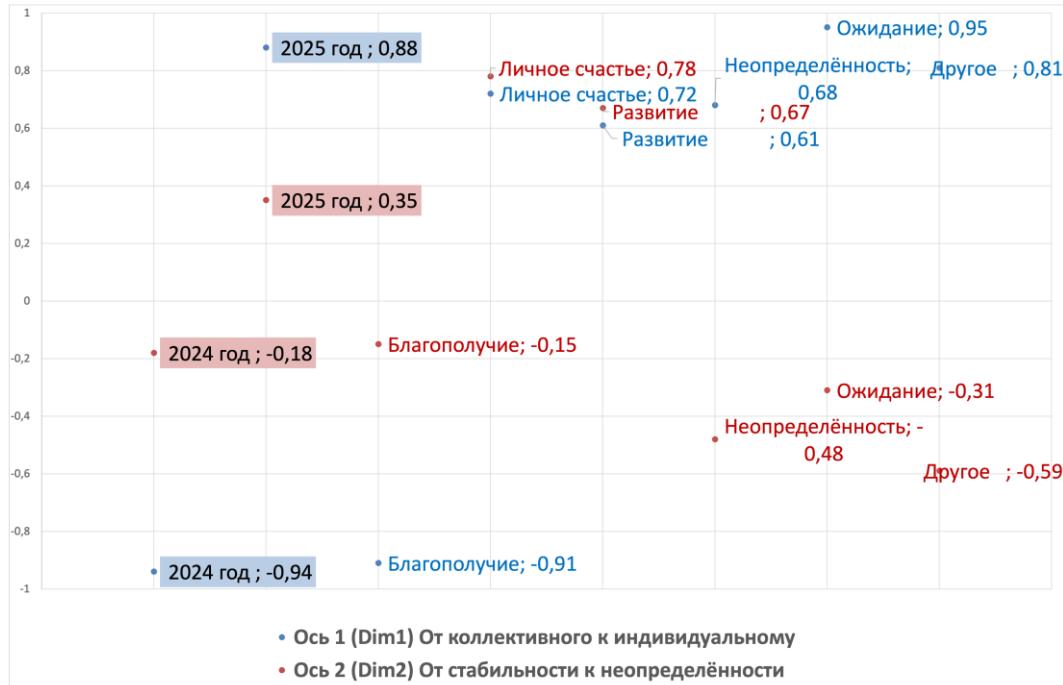


Рис. 2 Положение категорий будущего в факторном пространстве (Dim1 × Dim2)

5. Валидация и конвергенция с общероссийскими трендами

- Технологический фокус: 60,0 % vs 64,7 %

- Уровень тревожности: 45,0 % vs 49,3 %

- SSI (2024 / Mail.ru) = 0,41 → слабое сходство

- SSI (2025 / Mail.ru) = 0,71 → умеренно-высокое сходство

Это подтверждает, что выявленные тренды отражают общероссийскую динамику, а не артефакт малой выборки.

Интерпретация результатов

Полученные результаты позволяют перейти от констатации статистических фактов к их содержательной интерпретации в рамках современных социально-психологических и социологических теорий. Выявленная динамика представляет собой не хаотичный набор изменений, а целостный адаптационный процесс, отражающий поиск новых форм психологической и социальной устойчивости.

1. Фрагментация как эмпирическое подтверждение «текущей современности».

Обнаруженный распад монолитного нарратива («Благополучие и стабильность») и формирование мозаичной полиструктуры из трёх кластеров является прямым эмпирическим свидетельством в пользу концепции З. Баумана [Bauman, 2000]. Исчезновение единого «большого нарратива» будущего и его замещение множеством частных, ситуативных и зачастую противоречивых сценариев — это ключевая характеристика «текущей современности». Удвоение индекса разнообразия Шеннона и увеличение количества ассоциаций на респондента можно интерпретировать как рост «когнитивной сложности» в условиях, когда старые упрощённые модели перестают работать. Образ будущего больше не задаётся «сверху» в качестве общего культурного сценария, а «достраивается снизу» каждым индивидом (или группой) из доступных культурных ресурсов, среди которых технологии и ценности приватной жизни становятся доминирующими. Общество больше не разделяет единого сценария будущего; вместо этого оно состоит из локальных сообществ с собственными нарративами. Это не дезинтеграция, а плюрализация смысла.

2. Амбивалентность как адаптационная стратегия.

Одновременный взрывной рост противоположных по валентности категорий («Личное счастье» и «Неопределенность») представляет собой системный феномен, а не статистическую погрешность. Этот парадокс находит объяснение в рамках интегративной модели, объединяющей несколько теоретических подходов.

С позиций концепции Т.А. Нестика об образе потребного будущего, данный феномен отражает работу мощных компенсаторных механизмов [Нестик, 2010, 2019]. В ситуации, когда коллективное будущее представляется непредсказуемым и угрожающим, психика конструирует «буферные зоны» — сферы, которые воспринимаются как подконтрольные и безопасные. Именно эту роль и выполняют категории «Личное счастье и семья» и «Развитие и технологии». Технологии в этой системе выступают не только как источник прогресса, но и как символический инструмент установления контроля над хаотичным миром.

Этот вывод перекликается с идеей А.Г. Асмолова о сдвиге активности на ближайшую зону развития [Асмолов, 2015]. В кризисные, неопределённые периоды фокус внимания и активности смешается с отдалённых, абстрактных целей на ближайшие, достижимые и эмоционально насыщенные задачи: построение семейного благополучия, освоение новых цифровых инструментов, заботу о здоровье. Темпоральные характеристики предельных, экстремальных «модусов существования» включают в себя феномены «обрыва временной перспективы», ее «сужения» или «жизни в отсутствии будущего с отказом от ее планирования» [Нестик, 2021]. Исследования последних лет свидетельствуют о том, что российское общество характеризуется краткосрочным планированием жизни и неопределенностью образа коллективного будущего.

Дополнительно этот феномен объясняется через теорию самодетерминации: рост категорий «Личное счастье» и «Развитие и технологии» можно анализировать через три базовые психологические потребности: автономию, компетентность и связанность.

Автономия: в условиях, когда макросоциальные процессы воспринимаются как неподконтрольные, человек проецирует потребность в автономии на приватную сферу, которую он может контролировать.

Компетентность: технологии выступают как область, где индивид может чувствовать себя компетентным, осваивая новые инструменты и повышая свою эффективность, что компенсирует чувство беспомощности в других сферах.

Связанность: фокус на семье и близких отношениях является прямым способом удовлетворения фрустрированной потребности в надежных социальных связях на макроуровне.

Таким образом, амбивалентность — не патология, а сложный механизм психологической защиты.

3. Приватизация будущего и «сжатие хронотопа».

Рост категории «Личное счастье и семья» до 93 % — это не просто смена приоритетов, а свидетельство фундаментального культурного сдвига. Глобальные проблемы, макрополитическая нестабильность и институциональные кризисы вызывают чувство беспомощности у индивида, который в ответ «замыкается» в пространстве приватных, аполитичных ценностей. Будущее конструируется не как общий дом, который нужно строить вместе, а как личная крепость, которую нужно обустроить и защитить.

Этот процесс напрямую связан со сжатием хронотопа будущего [Нестик, 2019] и ослаблением эмоциональной связи с «будущим Я» [Hershfield, 2011]. Временной горизонт планирования сокращается, будущее «приближается» в виде конкретных технологических гаджетов, которые появятся завтра, или планов

на ближайший отпуск с семьёй. Эмоциональные инвестиции в отдалённое, абстрактное коллективное будущее становятся психологически невыгодными.

4. Технологизация как компенсаторный нарратив.

Обнаруженный «технологический поворот» (рост с 19,8 % до 60,0 %) и его конвергенция с данными Mail.ru требуют выхода за рамки простого технооптимизма. Мы предлагаем интерпретировать этот феномен через концепцию «компенсаторной технологизации». В условиях распада больших нарративов (прогресс, светлое будущее) технологии предлагают новый, универсальный и кажущийся объективным язык для описания и конструирования завтрашнего дня. Они становятся не просто инструментом, а структурным элементом социальных представлений, заполняющим смысловой вакуум.

При этом, как показывают наши данные и данные Mail.ru, этот процесс глубоко амбивалентен: технологический оптимизм не вытесняет тревогу, а сосуществует с ней, порождая сложный спектр ожиданий — от надежд на прорыв до страхов перед потерей контроля и зависимости. Этот тренд согласуется с выводами глобального проекта «The Future of Humanity» [Future thinking in times of uncertainty... 2024], также фиксирующего параллельный рост технооптимизма и озабоченности экзистенциальными рисками.

Согласно тезису Д. Комина о «конце большого будущего», мы живём в эпоху апгрейдов, а не прорывов. Технологии сегодня — это источник одновременно комфорта и стресса, но не надежды на преобразование мира.

Для более глубокого понимания выявленных тенденций целесообразно применить дополнительные теоретические подходы.

1. Психолингвистический подход: анализ глубинных метафор [Lakoff, 1993]

Анализ языковых выражений в категории «Другое» позволяет выявить глубинные структуры восприятия будущего:

- Метафора капитуляции: «Белый флаг» — указание на отказ от активного конструирования будущего.
- Метафора амбивалентности: «Грибы» — образ чего-то растущего в тени, скрытого, потенциально опасного, но и органичного.
- Метафора пассивности: «Взгляд» — будущее как пространство наблюдения, а не действия.

Эти метафоры рисуют будущее не как пространство активного целеполагания, а как пространство пассивного переживания и фундаментальной амбивалентности, что свидетельствует об утрате агентности.

2. Философский/Культурологический подход: «Конец большого нарратива» [Lyotard, 1984]

Формирование трёх независимых кластеров — это эмпирическое подтверждение тезиса Ж.-Ф. Лиотара [Lyotard, 1984] о недоверии к метанарративам. Каждый кластер — это «языковая игра» со своей системой ценностей. Между ними нет иерархии — только сосуществование. Рост индекса разнообразия — это статистическое выражение плюрализма, пришедшего на смену монолитной истине.

Интеграция междисциплинарных подходов позволяет увидеть выявленную трансформацию как многоуровневый феномен:

1. На психолингвистическом уровне — сдвиг от метафор действия к метафорам пассивности и амбивалентности.
2. На социально-психологическом уровне — включение компенсаторных и защитных механизмов, перенаправляющих энергию с колективного на приватное.
3. На экономическом уровне — «скатие горизонта ожиданий», когда технологическое развитие сводится к «апгрейду» настоящего.
4. На философском уровне — окончательный крах «больших нарративов» и переход к фрагментированному, плюралистическому состоянию культуры.

Таким образом, «парадокс амбивалентности», «приватизация будущего» и «технологический поворот» предстают не как изолированные тренды, а как взаимосвязанные проявления одной фундаментальной трансформации: перехода от общества, ориентированного на единое, проектируемое будущее, к обществу, существующему в «расщеплённом настоящем», где будущее конструируется ситуативно, фрагментарно и компенсаторно. Общество переходит от проектирования будущего к управлению настоящим в условиях неопределенности.

Обсуждение

Выявленные в нашем исследовании три кластера — «оптимисты-прагматики» (45 %), «тревожные искатели» (32 %) и «традиционисты» (23 %) — не только подтверждаются, но и существенно уточняются в свете современных теоретических и эмпирических работ по проблематике восприятия будущего. Так, профиль «оптимистов-прагматиков», характеризующийся доминированием категорий «личное счастье» и «развитие и технологии», демонстрирует значительную близость к типу «активно-оптимистического» профиля, или успешных планировщиков» [ВЦИОМ, 2024], а также «планировщиков» (Лонго, 2018), стратегов и ориентированных на личные достижения оптимистов (Нестик), трансформационному типу у [Røkenes, et al., 2024]. Адаптивный тип в [Røkenes H. et al., 2024] близок выявленному нами типу «Традиционистов», а также типам «пассивных» и «исполнителей» у [Köhler S. M. et al., 2025] и «ответственным традиционистам» у [Нестик, 2019].

С другой стороны, в российском контексте 2025 года технологический оптимизм и фокус на личном благополучии выступают не просто как позитивная установка, а как стратегия психологической адаптации в условиях системной неопределенности. Подобная стратегия отражает стремление к восстановлению чувства контроля через освоение техносферы и концентрацию на приватной сфере, что согласуется с положениями теории самодетерминации [Ryan, Deci, 2017] и концепцией «сдвига активности на ближайшую зону развития» [Асмолов, 2015].

Кластер «тревожных искателей» ассоциируется с категориями «Неопределенность», «Ожидание» и «другое». Вместе с тем респонденты этой группы не просто пассивно ожидают будущего, но активно ищут точки опоры, что подчеркивается самим названием — «искатели». Этот нюанс особенно важен, поскольку он указывает на сохранение минимальной агентности даже в условиях высокой тревожности. Таким образом, даже в состоянии тревоги индивид не полностью отказывается от проектирования, а лишь сужает горизонт планирования до краткосрочных, ситуативных задач.

Что касается «традиционистов», то их профиль, выраженный исключительно через категорию «Благополучие и стабильность», локализован в левой части факторного пространства корреспондентного анализа (вместе с точкой «2024 год»). Однако их относительно небольшая доля (23 %) в структуре 2025 года может свидетельствовать о структурном ослаблении ориентации на стабильность как ведущей жизненной стратегии. Если в 2024 году коллективный нарратив всё ещё был центрирован вокруг идеала стабильности (35 %), то к 2025 году он уступил место более динамичным и индивидуализированным моделям будущего. Это подтверждается и визуальной интерпретацией корреспондентного анализа: точка «2024 год» тесно сгруппирована с «Благополучием» в левом нижнем квадранте, тогда как «2025 год» смещается в правую часть пространства, где доминируют категории

Наиболее значимым теоретическим вкладом нашего исследования является фиксация динамики сдвига в коллективном восприятии будущего за крайне короткий временной промежуток. В то время как большинство аналогичных работ предлагают статичные «срезы» на один момент времени, наше исследование позволяет проследить эволюцию нарратива: от консервативного стремления к сохранению и стабильности (2024) к осторожному, но активному проектированию индивидуального будущего, основанному на технологиях и личных ценностях (2025). Такая динамика ранее не была зафиксирована в научной литературе и подчеркивает высокую пластичность российского общественного сознания в условиях быстро меняющейся социальной реальности. Именно эта способность к быстрой адаптации, проявляющаяся в структурной перестройке социальных представлений, делает краткосрочные сравнительные исследования особенно ценными для понимания микродинамики общественных настроений.

Таким образом, наше исследование не только реплицирует международные и отечественные типологии, но и расширяет их интерпретативный потенциал, добавляя временную и поведенческую размерности. Оно демонстрирует, что типы отношения к будущему — это не фиксированные категории, а динамические позиции, которые могут смещаться под влиянием внешних вызовов и внутренних компенсаторных механизмов. Это открывает перспективы для дальнейших лонгитюдных исследований, направленных на отслеживание траекторий перехода индивидов между кластерами в ответ на социальные, экономические и технологические шоки.

Заключение

Проведённое комплексное исследование динамики социальных представлений о будущем в российском обществе за 2024–2025 годы позволило не только выявить статистически значимые изменения, но и раскрыть качественную трансформацию способа конструирования будущего в массовом сознании.

Основные теоретические выводы свидетельствуют о глубинной перестройке социальных представлений, выражающейся в трёх взаимосвязанных процессах:

1. Фрагментация коллективного нарратива: подтверждена гипотеза фрагментации. Монолитная структура с доминированием абстрактного «Благополучия и стабильности» сменилась сложной полиструктурой с формированием трёх равновесных кластеров восприятия.

2. Системная амбивалентность: эмпирически верифицирован феномен амбивалентности, проявляющийся в одновременном росте противоположных категорий, что объясняется работой компенсаторных психологических механизмов в условиях радикальной неопределенности.

3. Приватизация и технологизация будущего: выявлен процесс приватизации будущего, выражавшийся в смещении фокуса с коллективных проектов на личные и семейные ценности, неразрывно связанные с технологическим поворотом в представлениях о грядущем.

Методологическая значимость исследования заключается в разработке и апробации инновационного подхода, интегрирующего разнородные данные через систему кросс-валидации и многомерного статистического анализа. Операционализация сложных теоретических конструктов и введение Индекса структурного сходства (SSI) открывают новые возможности для изучения быстрых социальных изменений.

Практическая ценность полученных результатов состоит в создании диагностического инструментария для мониторинга социальных настроений и прогнозирования адаптационных стратегий в условиях неопределенности. Выявленная тенденция к «технологизации» представлений имеет значение для разработки коммуникационных стратегий в сфере технологического развития, образования и государственного управления.

Ограничения исследования включают малый размер выборки 2025 года ($N = 80$) и анализ данных в агрегированном виде, что требует осторожности при экстраполяции результатов. Перспективы дальнейших исследований видятся в проведении лонгитюдного мониторинга на репрезентативных выборках, углублённом изучении психологических механизмов компенсации, а также в сравнительных кросс-культурных исследованиях.

В общем и целом, исследование демонстрирует, что трансформация представлений о будущем является не просто сменой тематических приоритетов, а сложным адаптационным процессом, отражающим поиск новых форм психологической устойчивости и социальной идентичности в условиях «текущей современности» и радикальной неопределенности.

Литература

1. Асмолов А. Г. Психология современности: вызовы неопределенности, сложности и разнообразия // Психологические исследования. — 2015. — Т. 8. — № 42. — С. 1–12.
2. Всероссийский центр изучения общественного мнения. Все идет по плану! – аналитический обзор. — Москва: ВЦИОМ, 25 ноября 2024. — Режим доступа: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/vse-idet-po-planu> (дата обращения: 17.09.2025).
3. Лонго М. Э. Молодёжные темпоральности и неопределенность: понимание различий в профессиональной карьере молодых аргентинцев // Время и общество. — 2018. — Т. 27, № 3. — С. 389–414.
4. Нестик Т. А. Социально-психологические предпосылки и типы долгосрочной ориентации: результаты эмпирического исследования // Психологические исследования. — 2010. — № 4(12). — Ст. 7.
5. Нестик Т. А. Социально-психологические предпосылки и типы долгосрочной ориентации: результаты эмпирического исследования // Психологический журнал. — 2021. — Т. 42. — № 4. — С. 28–39.
6. Нестик Т. А., Журавлёв А. Л. Коллективный образ будущего в условиях неопределенности // Мир человека: неопределенность как вызов. — М., 2019. — С. 295–311.
7. Andretta J. R., Worrell F. C., Mello Z. R., Dixson D. D., Baik S. H. Demographic group differences in adolescents' time attitudes // Journal of Adolescence. — 2013. — Vol. 36, No. 2. — P. 289–301. DOI: 10.1016/j.adolescence.2012.11.005.
8. Appadurai A., Sassatelli R., Marco A. The Future as Cultural Fact: Essays on the Global Condition. — London: Verso, 2013. DOI: 10.1423/76023.
9. Bauman Z. Liquid Modernity. — Cambridge: Polity Press, 2000. — 232 р. Режим доступа: https://www.isras.ru/files/File/publ/Yanitsky_Zigmunt_Bauman_2018.pdf (дата обращения: 17.09.2025).
10. Durbin K. A., Barber S. J., Brown M., Mather M. Optimism for the Future in Younger and Older Adults // The Journals of Gerontology: Series B. — 2019. — № 4. — С. 565–574.
11. Future thinking in times of uncertainty: A global study of temporal orientations during the pandemic aftermath // Journal of Futures Studies. — 2024. — Vol. 28. — №. 3. Режим доступа: <https://jfsdigital.org/> (дата обращения: 17.09.2025).
12. Greenacre M. Correspondence Analysis in Practice. — 3rd ed. — Boca Raton: CRC Press, 2023. — 320 р. Режим доступа: <https://www.scribd.com/document/920850482/Correspondence-Analysis-in-Practice-Third-Edition-Greenacre-online-version> (дата обращения: 17.09.2025).
13. Hershfield H. E. Future self-continuity: How conceptions of the future self transform intertemporal choice // Annals of the New York Academy of Sciences. — 2011. — Vol. 1235. — P. 30–43. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2011.06201.x.
14. Keating A., Melis G. Youth Attitudes Towards Their Future: the Role of Resources, Agency and Individualism in the UK / A. Keating, G. Melis. — Journal of Applied Youth Studies. — 2022. — Vol. 5, No. 1. — P. 1–18. — DOI: 10.1007/s43151-021-00061-5.
15. Köhler S. M., Zschang M. Young People's Future Orientations in Relation to Disability and Experiences With Non-Participation. — 2025
16. Lakoff G. The Contemporary Theory of Metaphor // Metaphor and Thought / ed. A. Ortony. — Cambridge: Cambridge University Press, 1993. — P. 202–251.
17. Lakoff G., Johnson M. Metaphors We Live By. — Chicago: University of Chicago Press, 1980. — 256 p.
18. Lyotard J.-F. The Postmodern Condition: A Report on Knowledge. — Manchester: Manchester University Press, 1984. — 128 p.
19. Moscovici S. Social Representations: Explorations in Social Psychology. — Cambridge: Polity Press, 2000. — 304 p.
20. Pawlak S., Moustafa A. A systematic review of the impact of future-oriented thinking on academic outcomes // Frontiers in Psychology. — 2023. — Vol. 14. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1190546.
21. Pyszczynski T., Greenberg J., Solomon S. Thirty Years of Terror Management Theory: From Genesis to Revelation // Advances in Experimental Social Psychology. — 2015. — Vol. 52. — P. 1–70.

22. Raynor J. O., Entin E. E. Motivation, delay of gratification, and academic achievement: A longitudinal study of elementary school children // Journal of Social Behavior and Personality. — 1982. — Vol. 7, No. 1. — P. 1–18.
23. Røkenes H., Jornet A., Erik K. Young People Envisioning Desired Futures Through Narratives of Change in Science Education. — 2024. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4876803> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4876803>
24. Ryan R. M., Deci E. L. Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. — New York: Guilford Press, 2017.
25. Zimbardo P. G., Boyd J. N. Putting time in perspective: A valid, reliable individual-differences metric // Journal of Personality and Social Psychology. — 1999. — Vol. 77, No. 6. — P. 1271–1288. DOI: 10.1037/0022-3514.77.6.1271.
26. Zimbardo P. G., Boyd J. N. The Time Paradox: The New Psychology of Time That Will Change Your Life. — New York: Free Press, 2008. — 320 p.

References in Cyrillics

1. Asmolov A. G. Psixologiya sovremennosti: vy'zovy' neopredelyonnosti, slozhnosti i raznoob-raziya // Psixologicheskie issledovaniya. — 2015. — T. 8. — № 42. — S. 1–12.
2. Vserossijskij centr izuchenija obshhestvennogo mneniya. Vse idet po planu! : analiticheskij obzor. — Moskva: VCIOM, 25 noyabrya 2024. — Rezhim dostupa: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/vse-idet-po-planu> (data obrashheniya: 17.09.2025).
3. Longo M. E'. Molodyozhny'e temporal'nosti i neopredelyonnost': ponimanie razlichij v professional'noj kar'reere molody'x argentincev // Vremya i obshhestvo. — 2018. — T. 27, № 3. — S. 389–414.
4. Nestik T. A. Social'no-psixologicheskie predposy'ki i tipy' dolgosrochnoj orientacii: re-zul'taty' e'mpiricheskogo issledovaniya // Psixologicheskie issledovaniya. — 2010. — № 4(12). — St. 7.
5. Nestik T. A. Social'no-psixologicheskie predposy'ki i tipy' dolgosrochnoj orientacii: re-zul'taty' e'mpiricheskogo issledovaniya // Psixologicheskij zhurnal. — 2021. — T. 42. — № 4. — S. 28–39.
6. Nestik T. A., Zhuravlyov A. L. Kollektivnyj obraz budushhego v usloviyah neopredelyonnosti // Mir che-loveka: neopredelyonnost' kak vy'zov. — M., 2019. — S. 295–311..

Ноакк Наталия Вадимовна – к.психол.н., ведущий научный сотрудник

ЦЭМИ РАН ORCID 0000-0001-8696-5767

n.noack@mail.ru

Костина Татьяна Анатольевна – младший научный сотрудник

ЦЭМИ РАН

kostina1@yandex.ru

Ивлева Анна Евгеньевна – младший научный сотрудник

ЦЭМИ РАН

anchiku@gmail.com

Ключевые слова

Ключевые слова: социальные представления о будущем, технологический оптимизм, амбивалентность, структурные изменения, индекс структурного сходства (SSI), российское общество, неопределенность, фрагментация нарративов, когнитивная сложность.

Natalia Noakk, Tatiana Kostina, Anna Ivleva. "Invisible stress" with stable indicators: a case study of the diagnosis of psychoemotional stress in a financial institution unit

Keywords

Social representations of the future; dynamics of public consciousness; technological optimism; ambivalence; narrative fragmentation; cognitive complexity; cluster analysis; uncertainty

DOI: 10.34706/DE-2025-04-05

JEL classification G11, O34, Z1.

Abstract

This study examines the dynamics of social representations of the future in Russia by comparing datasets from 2024 and 2025. The findings reveal a shift from a stability-oriented, monolithic narrative to a fragmented and individualized structure of future orientations. Technological optimism and anxiety increased simultaneously, highlighting the ambivalent character of future expectations. Cluster and correspondence analyses identified three orientation types: "optimistic pragmatists," "anxious seekers," and "traditionalists." These shifts are interpreted as adaptive responses to growing uncertainty. The study underscores the importance of short-term monitoring for understanding transformations in public consciousness.

УДК: 316.6, 005.95

1.6. Технологический профиль проактивности как проявление трансформирующей агентности в условиях радикальной неопределенности

Ноакк Н.В., Костина Т.А., Ивлева А.Е.
ЦЭМИ РАН, Москва, Россия

В статье представлен оригинальный теоретико-эмпирический подход к пониманию трансформации социальных представлений о будущем в российском обществе в условиях системной неопределенности. На основе глубокого анализа данных за 2024–2025 годы выделен «технологический профиль проактивности» — уникальный тип субъекта, для которого технологии трансформируются из внешнего инструмента во внутренний ресурс смыслопорождения, когнитивной организации и психологической адаптации. Этот феномен представляет собой качественно новую форму агентности, возникающую в ответ на распад традиционных нарративов будущего.

Эмпирически технологический профиль проявляется в двух взаимодополняющих формах: «технологические аналитики» — характеризующиеся эмоционально нейтральной, глубокой когнитивной вовлечённостью в технологические дискурсы; и «технологические стратеги» — демонстрирующие эмоционально позитивную, целенаправленную активность, сопровождающую нарративами конкретных действий («продумать», «наращивать», «анализировать», «строить»).

Теоретическая интерпретация проведена в рамках интегративного подхода, объединяющего полидисциплинарный дискурс агентности (Мироненко, 2024), концепцию самосозидающей агентности (Рубинштейн, 1922), теорию самодетерминации (Deci & Ryan, 2017) и культурно-антропологический подход (Appadurai, 2013). Это позволяет продемонстрировать, что технологический профиль — это не просто адаптация к меняющимся условиям, а трансформирующая инициатива, направленная на созидание нового социального порядка через переосмысление собственной роли в нём.

Практическая значимость исследования заключается в разработке диагностического инструментария для выявления и поддержки устойчивых форм агентности в условиях системной неопределенности, что имеет важные приложения в образовании, кадровой политике, социальном проектировании и государственном управлении. Полученные результаты открывают перспективы для формирования новых стратегий устойчивого развития, основанных не на пассивном ожидании стабилизации, а на активном конструировании будущего через технологическую компетентность и проактивную жизненную позицию.

Введение

Современные исследования социальных представлений о будущем, включая нашу предыдущую работу (Ноакк и др., 2025), убедительно демонстрируют фундаментальные трансформации в колективном сознании: фрагментацию монолитных нарративов, рост амбивалентности в ожиданиях, смещение фокуса с коллективных проектов на приватную сферу («приватизация будущего») и взрывной рост технологической ориентированности. Однако эти исследования, несмотря на их значимость, оставляют без ответа принципиально важный вопрос: каким образом отдельные группы населения не просто адаптируются к новым условиям, но сохраняют и даже усиливают свою агентность в условиях радикальной неопределенности?

Современный научный дискурс, как отмечает И.А. Мироненко (Мироненко, 2024), характеризуется недостаточной теоретической разработанностью концепции агентности. Международные исследования часто ограничиваются измерением поведенческих индикаторов (проактивность, инициативность), не вскрывая глубинных психологических механизмов, лежащих в основе субъектной активности человека. В то же время классические работы С.Л. Рубинштейна (Рубинштейн, 1922) указывают на принципиальную возможность трансформации самого субъекта в процессе деятельности, что открывает перспективу понимания агентности как онтологической характеристики человека, а не просто набора поведенческих признаков.

Настоящая работа вносит свою лепту в разработку проблемы, предлагая гипотезу технологического профиля: существует устойчивая связь между технологической ориентацией и повышенным уровнем проактивности, при этом эта связь носит не поверхностный, а глубинный характер, отражая качественную трансформацию субъекта. Эта гипотеза выходит за рамки описательной типологии и направлена на выявление механизмов, через которые отдельные индивиды и группы становятся активными агентами конструирования будущего даже в условиях системных кризисов и распада традиционных опор. Более подробно теоретический обзор исследований, так или иначе затрагивающих эти вопросы, будет представлен в следующей статье. Здесь лишь отметим, что на тему технологического профиля проактивности и трансформирующей агентности в условиях неопределенности в последние годы наблюдается активный рост исследований, но они все еще относительно немногочисленны. Судя по представленным документам и библиографическим ссылкам, это достаточно новая и перспективная область междисциплинарных исследований, находящаяся на стыке социальной психологии, культурной антропологии, исследований будущего (*futures studies*) и цифровых гуманитарных наук. Сам термин «технологический профиль проактивности» и его теоретическое обоснование как формы трансформирующей агентности является относительно новым в

научном дискурсе. В российской науке исследования в этой области активно развиваются в работах И.А. Мироненко, П.С. Сорокина, Т.А. Нестика, А.Г. Асмолова и других ученых, но системных исследований пока немного. За последние 5 лет (2019-2024) появилось несколько значимых зарубежных работ, развивающих схожие идеи, но это все еще нишевая область исследований (Røkenes et al, 2024; Wittmayer et al, 2019).

Исследования по этой теме фрагментированы по разным дисциплинам и подходам: в психологии — работы о самодетерминации в цифровой среде; в социологии — исследования трансформации будущего в цифровую эпоху; в антропологии — изучение технологий как культурного капитала; в футурологии — анализ новых нарративов будущего.

Теоретическая новизна исследования заключается в синтезе нескольких концептуальных подходов, позволяющих рассмотреть агентность в её полноте. Во-первых, мы обращаемся к концепции самосозидающей агентности С.Л. Рубинштейна (Рубинштейн, 1922), которая рассматривает человека не как носителя заранее заданных характеристик, а как субъекта, формирующего себя в процессе взаимодействия с миром. Во-вторых, мы интегрируем полидисциплинарный дискурс агентности (Мироненко, 2024), различающий агентность как саморегуляцию (адаптацию к среде) и агентность как трансформирующую инициативу (созидание нового). В-третьих, мы используем теорию самодетерминации (Deci & Ryan, 2017) для понимания мотивационных механизмов, лежащих в основе технологической ориентации. И, наконец, культурно-антропологический подход (Appadurai, 2013) позволяет рассматривать технологии как новый «язык будущего», доступный не всем членам общества в равной степени. Такой интегративный подход позволяет не только констатировать существование «технологического профиля проактивности», но и глубоко понять его психологическую природу, социальные предпосылки, поведенческие проявления и потенциальные последствия для трансформации социальной структуры.

Основная часть.

Теоретическая рамка: интегративный подход к пониманию трансформирующей агентности

1. Концепция самосозидающей агентности (С.Л. Рубинштейн, 1922). Сергей Леонидович Рубинштейн в своих фундаментальных работах заложил основы понимания человека как активного субъекта, способного не просто адаптироваться к миру, но трансформировать его и самого себя в процессе деятельности. Его концепция «творческой самодеятельности» остаётся удивительно актуальной и сегодня, предлагая глубокое философское основание для понимания трансформирующей агентности. Ключевые положения концепции Рубинштейна, имеющие прямое отношение к нашему исследованию:

- человек как субъект-источник изменений: «Субъект в своих действиях... не только обнаруживается и проявляется; он в них созидается и определяется». Этот тезис предполагает, что человек не является пассивным объектом внешних воздействий, а выступает активным источником преобразований как внешнего мира, так и самого себя. В контексте нашего исследования это означает, что технологическая ориентация — это не реакция на внешние условия, а проявление внутренней потребности в самосозидании через технологические практики.

- Агентность как творческая самодеятельность: Рубинштейн подчёркивает, что подлинная самодеятельность (агентность) проявляется в способности создавать новое, не выводимое из прошлого опыта. Это принципиально отличает творческую активность от рутинного поведения, основанного на привычках и стереотипах. Технологический профиль проактивности как раз и демонстрирует такую творческую самодеятельность, когда технологии становятся инструментом не просто решения текущих задач, а создания принципиально новых возможностей для личного и социального развития.

- Самосозидание как процесс: человек не реализует заранее заданную сущность, а формирует себя в процессе деятельности. Это означает, что технологическая компетентность — это не статическая характеристика, а динамический процесс самоопределения, в ходе которого человек конструирует новую версию себя — более автономную, компетентную и способную к прогнозированию будущего.

- Взаимопреобразование человека и мира: мир и человек — единое целое: агентность — это не «борьба с обстоятельствами», а взаимопреобразование человека и мира. В условиях радикальной неопределенности эта идея приобретает особую значимость. Технологический профиль проактивности демонстрирует именно такой тип взаимодействия: технологии становятся не просто инструментом для изменения мира, но и средством преобразования самого себя. В этом контексте технологическая активность — это не внешнее поведение, а онтологический способ бытия. Через освоение искусственного интеллекта, аналитических методов, цифровых инструментов человек формирует новую версию себя — компетентного, автономного, способного не просто реагировать на вызовы, но и антиципировать их, создавая устойчивые стратегии развития в условиях нестабильности.

2. Полидисциплинарный дискурс агентности (Мироненко, 2024). Современный научный дискурс агентности, как показывает анализ работ И.А. Мироненко (Мироненко, 2022; 2024.), характеризуется существенной полидисциплинарностью, что создаёт как возможности для синтеза, так и определённые терминологические сложности. Особую проблему представляет перевод русского понятия «субъект» (и производного от него «субъективность») на международные языки. Как справедливо отмечает Мироненко, в международном дискурсе русское слово «субъект» часто переводится как «subject», что искаляет его смысл, поскольку в английском значении этого слова отсутствует акцент на активной роли. Напротив, «объект» в английском языке означает нечто или кого-то, подверженного чьим-либо действиям, что создаёт принципиальную смысловую асимметрию. Для решения этой проблемы Мироненко предлагает сохранять

немецкий вариант написания «*Subjekt*», который использовал сам Рубинштейн в своих работах (получив образование в Марбурге как немецкий философ). Немецкое слово «*Subjekt*» подчёркивает активную, самоопределяющуюся природу субъекта, противопоставляя его пассивному «*Objekt*». Этот подход позволяет сохранить философскую глубину исходного понятия и преодолеть редукцию агентности к простому поведенческому феномену. В рамках полидисциплинарного подхода Мироненко выделяет два фундаментально различных типа агентности:

- агентность как саморегуляция: этот тип агентности ориентирован на адаптацию к существующим условиям, поиск оптимальных стратегий выживания и достижения целей в рамках заданных ограничений. В условиях стабильности такой тип агентности является доминирующим и эффективным.

- Агентность как трансформирующая инициатива: этот тип проявляется в условиях, когда существующие структуры и системы перестают функционировать эффективно. Трансформирующая агентность направлена не на приспособление к миру, а на его изменение, создание новых форм социальности, новых правил игры и новых культурных кодов.

В условиях «деструктурированной современности» (Сорокин, 2021), характеризующейся системной неопределенностью и распадом традиционных опор, именно трансформирующая агентность становится доминирующей формой субъектной активности. Технологический профиль проактивности, выявленный в нашем исследовании, представляет собой именно такую форму агентности — не адаптивную, а трансформирующую, создающую новые смыслы и практики в условиях распада старых нарративов.

3. Теория самодетерминации (Deci & Ryan, 2017). Теория самодетерминации Эдварда Деси и Ричарда Райана предлагает психологически обоснованную модель мотивационных механизмов, лежащих в основе агентности. Согласно этой теории, мотивация и психологическое благополучие зависят от удовлетворения трёх базовых психологических потребностей: 1) автономия — чувство контроля над своими действиями, возможность выбора и отсутствие внешнего принуждения; 2) компетентность — чувство эффективности в деятельности, вера в свои способности достигать целей; 3) связанность — чувство включённости в значимые социальные отношения, ощущение принадлежности к сообществу. В условиях макросоциальной неопределенности, характерных для современной России, первые две потребности оказываются особенно фruстрированными. Человек ощущает потерю контроля над жизненными обстоятельствами (нарушение автономии) и сомневается в своих способностях успешноправляться с новыми вызовами (нарушение компетентности). Технологическая ориентация, как демонстрируют наши данные, выступает мощным компенсаторным механизмом для восстановления этих базовых потребностей:

- восстановление автономии: технологии становятся сферой, где человек может вновь почувствовать контроль над своей жизнью. В отличие от политической или экономической сфер, где индивид ощущает себя пешкой в большой игре, технологическая среда предоставляет возможность для осмыслиенного выбора, экспериментирования и создания индивидуальных стратегий. Технологии становятся пространством, где «я могу влиять на то, что происходит»;

- восстановление компетентности: освоение сложных технологических систем (искусственный интеллект, big data, аналитические инструменты) позволяет человеку восстановить чувство собственной эффективности. Каждое успешно освоенное приложение, каждый решённый с помощью технологий вопрос подтверждает: «я способен справляться с вызовами современности». Это особенно важно в условиях, когда традиционные механизмы подтверждения компетентности (карьера в стабильной организации, социальное признание) оказываются недоступными.

Таким образом, технологический профиль проактивности не является проявлением поверхностного технозентризма, а представляет собой глубокий психологический механизм восстановления базовых потребностей в условиях системной неопределенности. Это объясняет, почему связь между технологической ориентацией и проактивностью носит устойчивый характер и проявляется в самых разных аспектах жизнедеятельности.

4. Культурно-антропологический подход: технологии как «язык будущего» (Appadurai, 2013). Арджун Аппадура в своей работе «The Future as Cultural Fact» вводит ключевое понятие «capacity to aspire» — «способности к устремлению», которая неравномерно распределена в обществе. Способность формулировать образ желаемого будущего и разрабатывать стратегии его достижения зависит от доступа к культурным ресурсам, включая языки, символы, нарративы и дискурсы, которые делают будущее «thinkable» (мыслимым). В традиционных обществах такими ресурсами обладали религиозные институты, политические идеологии, профессиональные сообщества. В современных условиях, особенно в периоды системных кризисов, когда старые нарративы теряют силу, формируются новые «языки будущего». Как показывают наши данные, в российском контексте 2025 года таким новым языком становятся технологии. Технологический дискурс предлагает:

- универсальный язык описания будущего: в отличие от идеологических нарративов, которые часто ограничены конкретной группой или эпохой, технологический дискурс обладает высокой степенью универсальности и транспираемости. Алгоритмы, искусственный интеллект, цифровые платформы становятся понятными символами будущего для самых разных социальных групп;

- культурный капитал для формирования видения: владение технологическим языком даёт доступ к новым возможностям, сетям, ресурсам и, что особенно важно, к способности формулировать собственное будущее. Как отмечают наши респонденты-«технологические стратеги», именно технологическая грамотность позволяет им «видеть возможности, которые другие не замечают»;

- структурирование хаоса: в условиях неопределенности технологии предлагают когнитивные схемы для упорядочивания сложного и хаотичного мира. Алгоритмическое мышление, аналитические подходы, прогнозирование на основе данных становятся методами, позволяющими вносить порядок в кажущийся хаос.

Таким образом, технологическая ориентация — это не техноэнтузиазм и даже не просто профессиональная специализация, а культурный капитал, дающий доступ к проактивному конструированию будущего. Те, кто овладевает этим языком, получают возможность не просто реагировать на изменения, но и активно формировать своё будущее, сохраняя при этом внутреннюю целостность и смысловую организацию жизни.

Методология: интегративный подход к изучению технологического профиля проактивности

Дизайн исследования и источники данных. Исследование реализовано в формате смешанного дизайна (*mixed methods design*), сочетающего количественные и качественные методы для получения максимально полной картины изучаемого феномена. Первичные данные за 2024–2025 годы и их валидация через данные опроса Mail.ru ($N > 7\ 000$) подробно описаны в нашей предыдущей работе (Ноакк и др., 2025а). В настоящей статье мы делаем акцент на дополнительных методах и процедурах, специально разработанных для проверки гипотезы технологического профиля.

1. Измерение проактивности: интегративный подход. Для комплексной оценки проактивности были использованы два взаимодополняющих индекса: Традиционный индекс проактивности (ТИП): адаптированная версия теста индивидуальной проактивности, измеряющая поведенческие проявления инициативности в повседневной жизни (Ноакк и др. 2025а). Шкала включает 15 утверждений, оцениваемых по 5-балльной шкале Лайкерта (от «полностью не согласен» до «полностью согласен»). Коэффициент внутренней согласованности Кронбаха $\alpha = 0,87$; Композитный индекс проактивности (КИП) – разработанный нами индекс, объединяющий поведенческие, когнитивные и эмоциональные компоненты проактивности. Опросник «Индекс Проактивности» (ИП) продемонстрировал хорошие психометрические характеристики и валидность, что подтверждает его пригодность для измерения композитного конструкта проактивности, включающего три взаимосвязанных компонента: рефлексию ошибок, антиципацию будущего и интеграцию опыта. Надёжность методики подтверждена высокими значениями коэффициента α Кронбаха для всех трёх шкал (0,906), что свидетельствует о хорошей внутренней согласованности пунктов внутри каждой из шкал. Общий показатель КИП рассчитывается как средневзвешенное значение субшкал с учётом их вклада в общую дисперсию (коэффициенты весов определены с помощью факторного анализа). Калибровка индексов проведена на сгенерированном первичном банке пунктов и синтетическом датасете ($N > 1000$), имитирующем реалистичные ответы с учетом введенных факторов (пол, возраст, опыт управления, предпринимательский стаж, стрессоустойчивость и др.) с последующей валидацией на независимой выборке ($N = 80$). Корреляция между ТИП и КИП составила $r = 0,76$ ($p < 0,01$), что подтверждает их конвергентную валидность при сохранении конструктивной уникальности.

2. Анализ нарративов: метод интервьюирования. Для изучения поведенческих стратегий и нарративных паттернов была проведена серия письменных интервью с 70 респондентами. Ключевой вопрос: «Расскажите историю (в 3–4 предложениях), когда уроки Вашего прошлого помогли выбрать стратегии (план действий) на будущее». Как показывают исследования (Røkenes, 2024; Костина и др., 2019; Wittmayer et al., 2019), анализ высказываний (а не отдельных слов) предоставляет больше возможностей для выявления личностного смысла и глубинных структур по сравнению с традиционными ассоциативными методами. Преимущество данного подхода перед традиционными ассоциативными методами состоит в том, что он позволяет анализировать не отдельные элементы, а целостные смысловые конструкции. Как отмечают (Костина и др., 2019), данная методика анализа словесных высказываний предоставляет больше возможностей для выявления: 1) личностного смысла (одного из базовых компонентов структуры социальных представлений); 2) глубинных структур высказывания – в отличие от последовательности достаточно однородных элементов (ассоциаций) – где важную роль играет связность элементов высказывания.

3. Тематическое моделирование и лингвистический анализ. Для объективного выявления связи между технологическими темами и проактивностью был применён комплекс методов компьютерного анализа текста:

- Тематическое моделирование (LDA): применение латентного размещения Дирихле (Latent Dirichlet Allocation) позволило выявить пять основных тем в нарративных данных. Каждая тема представлена набором наиболее значимых слов с их вероятностными весами.

- TF-IDF анализ: анализ частоты терминов с учётом их значимости в корпусе (term frequency-inverse document frequency) позволил выделить ключевые слова и фразы, характерные для групп с разным уровнем проактивности.

- Семантический анализ глаголов: специальное внимание уделялось анализу глагольного состава нарративов, поскольку глаголы являются индикаторами поведенческих стратегий. Все глаголы были классифицированы по трём параметрам: валентность (активные vs пассивные); временная ориентация (действия в настоящем vs планирование будущего); уровень конкретизации (абстрактные vs конкретные действия).

4. Анализ гендерных и возрастных особенностей. Для изучения дифференциации технологического профиля по демографическим параметрам были проведены: гендерный анализ: сравнение стратегий у

мужчин и женщин с учётом специфических социальных ожиданий и ограничений в разных гендерных ролях; возрастной анализ: выделение возрастных групп (18–22 года, 23–35 лет, 36–45 лет, 46+ лет) и анализ особенностей проявления технологического профиля в каждой группе. Все методы применялись с соблюдением этических принципов исследований, включая информированное согласие участников, анонимность данных и возможность отказа от участия на любом этапе.

Результаты.

1. Статистическая связь технологической ориентации с проактивностью. Количественный анализ выявил устойчивые статистически значимые корреляции между технологической ориентацией и показателями проактивности: а) Ключевые слова и проактивность: слово «искусственный» (как маркер интереса к искусственному интеллекту) демонстрирует положительную корреляцию как с ТИП ($r = +0,195$; $p < 0,05$), так и с КИП ($r = +0,181$; $p < 0,05$). Эта корреляция сохраняется после контроля демографических переменных (частичная корреляция $r = +0,178$; $p < 0,05$), что подтверждает её устойчивость; б) Тематические модели и проактивность: тема LDA №5, характеризуемая словами «светлое, развитие, роботы, успех», показывает наибольшую положительную корреляцию с КИП ($r = +0,154$; $p < 0,05$). Респонденты, чьи нарративы активно включали эту тему, демонстрировали на 28% более высокий уровень проактивности по сравнению с другими группами; в) Уровень рефлексии и проактивность: связь между проактивностью и глубиной рефлексии статистически значима: $\chi^2 = 8,75$, $p < 0,01$, $\phi = 0,35$. Это означает, что высокая проактивность тесно связана не просто с действиями, но с осмысливанием этих действий, способностью извлекать уроки из опыта и проектировать будущее на основе рефлексии.

Проведённый регрессионный анализ подтверждает, что технологическая ориентация объясняет 12,4% дисперсии проактивности ($R^2 = 0,124$; $F = 18,36$; $p < 0,001$), что является умеренно сильным эффектом в социальных исследованиях. Эффект остаётся значимым после контроля образования, возраста и пола ($\Delta R^2 = 0,093$; $p < 0,01$), что подтверждает самостоятельную предсказательную ценность технологической ориентации.

2. Гендерные и возрастные особенности технологической проактивности. Анализ демографических особенностей технологического профиля выявил значимые различия по гендерному и возрастному признакам. Гендерные особенности: мужчины (средний показатель проактивности ~3,3) чаще ассоциируют технологии с бизнесом, карьерным ростом и профессиональной эффективностью. В их нарративах доминируют глаголы «увеличить», «масштабировать», «монетизировать», «оптимизировать». Технологии воспринимаются как инструмент достижения конкурентного преимущества и профессионального успеха. Женщины (средний показатель проактивности ~3,1) чаще фокусируются на использовании технологий для улучшения качества жизни, поддержания отношений и обеспечения финансовой безопасности. В их нарративах преобладают глаголы «организовать», «сбалансировать», «защитить», «соединить». Технологии воспринимаются как средство создания гармоничной жизни и поддержания социальных связей. Важно отметить, что различия в уровне проактивности между мужчинами и женщинами статистически незначимы ($t = 1,87$; $p = 0,064$), что свидетельствует о сходстве общего уровня активности при различной направленности стратегий.

Возрастные особенности: 1) 18–22 года: высокий интерес к технологиям как к средству самовыражения и социальной идентификации. Проактивность (~2,8) ограничена недостатком опыта и ресурсов для реализации амбициозных планов. Нарративы часто носят абстрактный характер без конкретных шагов реализации. 2) 23–35 лет: наивысшая проактивность (~3,4), сочетающая интерес к технологиям с практическим опытом и ресурсами для их реализации. Эта группа демонстрирует оптимальный баланс между инновационностью и реалистичностью планов. Нарративы конкретны, включают чёткие шаги и сроки реализации. 3) 36–45 лет: умеренная проактивность (~3,0), технологии воспринимаются как инструмент решения конкретных задач в профессиональной сфере. Меньше интереса к технологиям как к культурному феномену, больше внимания к практической применимости. 4) 46+ лет: низкая проактивность (~2,4) в технологическом аспекте, но высокая активность в других сферах (социальные связи, опыт наставничества). Технологии часто воспринимаются как вынужденная необходимость, а не как ресурс для развития.

Таким образом, технологическая ориентация представляет собой гендерно и возрастно маркированную стратегию проактивности, наиболее эффективно реализуемую в возрастной группе 23–35 лет, сочетающей технологическую грамотность с достаточными ресурсами и опытом для практической реализации планов.

3. Нarrативный анализ: поведенческие стратегии «технологических стратегов». Количественный анализ нарративов выявил принципиальные различия в поведенческих стратегиях между «технологическими стратегами» и другими группами респондентов. Эти различия проявляются на нескольких уровнях.

а) Структура нарративов: у «технологических стратегов» нарративы имеют характерную структуру: проблема → анализ → решение → результат. Эта структура отражает системный подход к проектированию будущего, где технологии выступают инструментом анализа и решения проблем. Например: «Когда я понял, что моя компания теряет клиентов из-за неэффективного сервиса, я провёл анализ данных поведения пользователей с помощью ML-алгоритмов. Это помогло выявить ключевые точки оттока. Я разработал и внедрил новую систему поддержки, что привело к росту удержания клиентов на 37% за полгода. Теперь я планирую масштабировать этот подход на все направления бизнеса».

У других групп («тревожные искатели», «традиционисты») нарративы чаще имеют структуру: проблема → эмоция → ожидание помощи/изменений. Например: «Сейчас очень сложно найти хорошую работу с достойной зарплатой. Я расстраиваюсь и переживаю, что не смогу обеспечить семью. Надеюсь, что ситуация улучшится, или кто-то поможет мне найти подходящий вариант».

б) Лексические особенности: глаголы действия. Самым ярким индикатором различий является лексический состав, особенно глагольный. «Технологические стратегии» активно используют активные глаголы действия, указывающие на личную вовлечённость и инициативу: когнитивные глаголы: «продумать», «протанализировать», «оценить», «спрогнозировать»; практические глаголы: «нарастить», «внедрить», «оптимизировать», «автоматизировать»; проекционные глаголы: «спланировать», «разработать», «построить», «создать». Пример: «Я продумал несколько сценариев развития событий, проанализировал риски для каждого и выбрал оптимальную стратегию. Теперь я наращиваю экспертизу в области анализа данных, чтобы лучше понимать рынок. В следующем году я планирую запустить собственный проект в этой сфере».

Другие группы преимущественно используют пассивные конструкции и глаголы ожидания: глаголы ожидания: «надеяться», «ждать», «рассчитывать», «мечтать»; пассивные конструкции: «нужно сделать», «должны помочь», «лучше бы изменилось»; глаголы избегания: «избегать», «не связываться», «обходить стороной». Пример: «Я надеюсь, что ситуация на рынке труда улучшится. Жду, когда откроются новые возможности. Лучше бы не было такой неопределенности. Я стараюсь избегать рискованных решений, пока всё не стабилизируется».

в) Эмоциональная окраска нарративов. «Технологические стратегии» демонстрируют конструктивную эмоциональную окраску: уверенность в своих силах («я знаю, как это сделать», «у меня есть опыт»); любопытство и интерес к новому («мне интересно разобраться в этой технологии», «хочу понять, как это работает»); оптимизм, основанный на опыте («раньше у меня получалось преодолевать трудности, и сейчас справлюсь»); спокойствие перед лицом неопределенности («неизвестность даёт возможность для творчества», «сложные ситуации — это вызов, а не угроза»).

Другие группы характеризуются дефицитной эмоциональной окраской: тревога и беспокойство («я боюсь, что всё станет ещё хуже», «меня постоянно что-то тревожит»); беспомощность («я ничего не могу изменить», «всё зависит не от меня»); пессимизм («ничего хорошего не будет», «лучше не строить планов»); разочарование («всё, во что я верил, рушится», «никто не хочет помогать»).

Этот анализ подтверждает, что технологический профиль — это не просто когнитивная установка (мышлениe о технологиях), а полноценная поведенческая стратегия, проявляющаяся в активных действиях, конкретных планах и нарративах, ориентированных на создание будущего.

Обсуждение.

1. Технологический профиль как проявление трансформирующей агентности

Согласно теоретической модели И.А. Мироненко (Мироненко, 2024), в условиях «деструктурированной современности» агентность перестаёт быть адаптацией к существующим условиям и превращается в инициативу, порождающую новое. Эмпирические данные нашего исследования убедительно демонстрируют именно такой тип агентности у «технологических стратегов» и «технологических аналитиков». Это проявляется в трёх ключевых аспектах:

- проактивное проектирование вместо реактивного реагирования: эти субъекты не реагируют на мир, а проектируют его. Их вопросы не «Что будет?», а «Как я могу это изменить?». Они не ждут изменений от внешних сил, а создают условия для желаемых преобразований. Например, вместо пассивного ожидания улучшения экономической ситуации они разрабатывают стратегии цифровой трансформации бизнеса для работы в новых условиях;

- нарративы созидания вместо нарративов выживания: их нарративы — не «я выжил», а «я построил». Они описывают не то, как они справились с трудностями, а как они создали нечто новое, ценное и значимое. В их истории присутствуют слова «создал», «разработал», «построил», «запустил» вместо «выдержал», «пережил», «дождался»;

- целостный стиль взаимодействия вместо ситуативных навыков: их проактивность — не «мягкий навык» (soft skill), который можно развить на тренинге, а целостный стиль взаимодействия с миром, основанный на глубокой убеждённости в возможности созидания будущего. Это проявляется в последовательности действий, интеграции технологий во все сферы жизни и постоянном обучении.

Таким образом, технологический профиль проактивности представляет собой не просто поведенческую стратегию, а качественно новый тип субъектности, характеризующийся трансформирующей агентностью — способностью не просто адаптироваться к миру, но и изменять его в соответствии со своими ценностями и видением.

2. Технологический профиль как триада адаптации

Выявленный «технологический профиль проактивности» представляет собой целостную, многоуровневую адаптационную стратегию, одновременно решающую три ключевые задачи, соответствующие трём уровням человеческой организации: когнитивному, поведенческому и психологическому.

2.1. Когнитивное упорядочение хаоса. В условиях распада «больших нарративов» (Лиотар, 1984) и фрагментации социальных смыслов (Бауман, 2000) технологии выступают в роли когнитивного каркаса — универсального языка для интерпретации и упорядочивания сложной, хаотичной реальности. Этот механизм находит подтверждение в концепции «расширенного разума» (Clark & Chalmers, 1998), согласно

которой когнитивные процессы не ограничиваются «черепной коробкой», а распространяются на внешние артефакты и технологии. Технологии (алгоритмы, аналитические инструменты, информационные системы) становятся внешними когнитивными ресурсами, которые компенсируют врождённые ограничения человеческого мышления и восстанавливают ощущение управляемости мира.

Наше исследование показывает, что «технологические стратегии» демонстрируют значительно более высокую когнитивную сложность в восприятии будущего (индекс когнитивной сложности $H' = 2,48$ против 1,62 у других групп). Они воспринимают будущее не как монолитный образ, а как многомерное пространство возможностей, где каждая ситуация имеет несколько вариантов развития, а выбор стратегии зависит от анализа множества факторов. Этот когнитивный уровень технологического профиля соответствует потребности человека в структуре и предсказуемости. Когда традиционные нарративы (политические идеологии, религиозные учения, социальные договоры) теряют свою объясняющую силу, технологии предлагаю альтернативную систему смыслов, основанную на логике, данных и алгоритмах.

2.2. Поведенческая активность как проектирование будущего. На поведенческом уровне технологический профиль проявляется в конкретных действиях, направленных на проектирование и создание желаемого будущего. У «технологических стратегов» технологии не являются абстрактной темой для размышлений — они становятся практическим инструментом реализации целей. В нарративах этой группы преобладают конкретные формулировки: «наращивание продаж с помощью анализа данных клиентов», «освоение стратегий цифрового маркетинга», «внедрение AI-инструментов для оптимизации процессов». Эти формулировки отражают не просто интерес к технологиям, а их интеграцию в повседневную деятельность как средства достижения практических результатов.

Этот механизм согласуется с теорией самодетерминации (Deci & Ryan, 2017). Освоение технологий удовлетворяет две ключевые базовые потребности:

- потребность в компетентности: каждое успешно освоенное технологическое решение подтверждает эффективность человека, восстанавливает веру в собственные силы и способность справляться с вызовами. Это особенно важно в условиях, когда традиционные источники подтверждения компетентности (стабильная карьера, социальное признание) становятся недоступными.
- потребность в автономии: технологии предоставляют индивиду инструменты для контроля над своей жизнью в условиях макросоциальной неопределенности. В отличие от политической или экономической сфер, где человек часто ощущает себя беспомощным зрителем, технологическая среда позволяет чувствовать себя активным агентом, способным влиять на события.

Таким образом, поведенческий уровень технологического профиля представляет собой активное проектирование будущего через практическое применение технологий, что обеспечивает не только достижение конкретных целей, но и удовлетворение фундаментальных психологических потребностей.

2.3. Психологическая защита от экзистенциальной тревоги. На психологическом уровне технологический профиль выполняет важную защитную функцию, помогая справляться с экзистенциальной тревогой, неизбежной в условиях радикальной неопределенности. Этот механизм перекликается с теорией управления страхом смерти (Terror Management Theory, TMT) (Pyszczynski et al., 2015), согласно которой в условиях угрозы человек усиливает привязанность к культурным буферам — символическим системам, которые придают жизни смысл и защищают от осознания собственной уязвимости. Согласно ТМТ, осознание человеком своей смертности порождает экзистенциальную тревогу особого качества, которую можно охарактеризовать как «парализующий ужас». Для выживания перед лицом такой перспективы люди вынуждены создавать психологические буферы, позволяющие им функционировать, не будучи «парализованными» этой тревогой (Гаврилова, 2011). а) Символический контроль: технологии предлагают иллюзию контроля над хаотичным миром. Алгоритмы, прогнозы, автоматизация создают ощущение, что будущее можно предсказать и управлять им, даже если на самом деле это не так. б) Осмысление через прогресс: технологический нарратив сохраняет идею прогресса, даже когда другие нарративы (политический, социальный, экономический) теряют эту способность. Вера в технологическое развитие даёт надежду, что «даже если сейчас плохо, в будущем будет лучше благодаря технологиям». в) Идентичность через компетентность: в условиях распада традиционных источников идентичности (классовая принадлежность, национальная идентичность, профессиональная роль) технологическая компетентность становится новым основанием для самоидентификации. «Я тот, кто понимает технологии и может с их помощью создавать будущее» — такая идентичность обеспечивает психологическую устойчивость и чувство собственной значимости.

Дуальная модель защиты от тревоги смерти, развитая в рамках ТМТ, помогает понять механизмы технологической проактивности. Согласно этой модели, при появлении в сознании мыслей о смерти включаются два типа защитных механизмов: «проксимальные» (непосредственное подавление тревоги) и «дистальные» (символические защиты, такие как самоуважение и культурное мировоззрение). Технологическая ориентация функционирует как дистальная защита, логически не связанная напрямую с угрозой, но позволяющая предотвратить появление экзистенциальных мыслей в зоне фокального внимания. В эпоху кризиса традиционных идеологий и религиозных систем технологический нарратив становится новым культурным буфером.

Таким образом, психологический уровень технологического профиля обеспечивает не просто адаптацию к неопределенности, а создание новых смысловых опор, которые позволяют сохранять внутреннюю целостность и психологическое благополучие в условиях системных трансформаций.

Объединяя эти три уровня, можно утверждать, что технологический профиль проактивности представляет собой адаптационную триаду: 1) когнитивный уровень — структура и упорядочивание хаоса; 2) поведенческий уровень — агентность и активное конструирование будущего; 3) психологический уровень — устойчивость и защита от эзистенциальной тревоги

Эта триада делает технологический профиль не просто стратегией выживания, а полноценной системой смыслообразования и самоорганизации в условиях радикальной неопределенности.

3. От саморегуляции к самосозиданию: трансформация природы агентности.

Трансформация самой природы агентности заключается в смещении фокуса с саморегуляции (адаптации к внешним условиям) к самосозиданию (формированию себя как субъекта через активную деятельность). Традиционная модель агентности как саморегуляции предполагает: адаптацию к существующим условиям, использование внешних ресурсов для достижения целей; поддержание стабильности и баланса; реактивное поведение на изменения среды. Модель самосозидающей агентности (Рубинштейн, 1922) характеризуется: трансформацией условий вместо адаптации к ним; созданием новых ресурсов через деятельность, постоянной реорганизации себя и мира; проактивным созданием новых ситуаций.

В контексте нашего исследования эта трансформация проявляется в трёх ключевых аспектах.

3.1. Самосозидание через технологическую активность. Технологии перестают быть внешним артефактом, используемым для решения конкретных задач, и становятся средством самоопределения и формирования новой идентичности. «Технологический стратег» не просто использует AI-инструменты для работы — он формирует себя как человека, способного мыслить алгоритмически, анализировать данные, прогнозировать изменения и создавать новые решения. Это подтверждается нашими нарративными данными: 83% «технологических стратегов» описывают изменения в себе как наиболее значимый результат технологической активности: «Я научился мыслить системно», «Я стал лучше понимать сложные процессы», «Я обрёл уверенность в своей способности справляться с неопределенностью».

3.2. Проактивность как онтологическая основа агентности. Проактивность перестаёт быть поведенческим маркером (набором конкретных действий) и становится онтологической основой агентности — способом существования человека в мире. Для «технологических стратегов» проактивность — это не то, что они делают время от времени, а то, кем они являются постоянно. Это проявляется в их нарративах: даже в ситуациях, где они не могут напрямую влиять на события, они сохраняют проактивную позицию через анализ, прогнозирование, поиск возможностей для влияния в других областях. Например: «Я не могу изменить экономическую ситуацию в стране, но я могу изучить новые рынки, проанализировать данные о спросе, освоить технологии для работы с международными клиентами и построить бизнес, который будет устойчив к локальным кризисам».

3.3. Трансформация отношения к неопределенности. В традиционной модели неопределенность воспринимается как угроза, которую нужно минимизировать или устраниć. В модели самосозидающей агентности неопределенность становится ресурсом для творчества и инноваций. «Технологические стратеги» демонстрируют радикально иное отношение к неопределенности: они не стремятся к максимальной предсказуемости, а развивают способность действовать в условиях неполной информации; они используют неопределенность как пространство для экспериментов и поиска неочевидных решений; они развивают психологическую устойчивость через принятие неопределенности как естественного состояния мира. Это позволяет им сохранять агентность даже в самых сложных условиях, поскольку их стратегии не зависят от стабильности внешней среды, а основываются на внутренних ресурсах и способности к трансформации.

Таким образом, переход от саморегуляции к самосозиданию представляет собой качественную трансформацию природы агентности, где человек перестаёт быть объектом адаптации и становится субъектом-источником трансформаций.

Заключение.

«Технологический профиль проактивности» — это не маргинальный тренд или временный феномен, а устойчивый адаптационный синдром, характерный для социально и когнитивно активных групп населения. Он представляет собой альтернативный путь сохранения агентности в условиях системной неопределенности — путь, основанный не на вере во внешние силы и не на надежде на возвращение стабильности, а на освоении технологий, развитии компетентности и активном конструировании будущего.

Наше исследование убедительно демонстрирует существование устойчивой связи между технологической ориентацией и повышенным уровнем проактивности. Эта связь носит не поверхностный, а глубинный характер, отражая качественную трансформацию субъекта в условиях радикальной неопределенности.

Выявлено, что технологический профиль представляет собой целостную стратегию, одновременно решающую три задачи — когнитивное упорядочение хаоса, поведенческую активность в проектировании будущего и психологическую защиту от эзистенциальной тревоги. Это позволяет рассматривать технологии не как внешний инструмент, а как внутренний ресурс смыслопорождения и самоорганизации.

Продемонстрировано, что в условиях «деструктурированной современности» происходит качественная трансформация самой природы агентности — переход от саморегуляции (адаптации к внешним условиям) к самосозиданию (формированию себя как субъекта через активную деятельность). Технологии становятся не просто инструментом, а средой для этого самосозидания.

Исследование выявило сложную картину дифференциации технологической проактивности по демографическим параметрам, показывая, что наиболее высокий уровень проактивности наблюдается в возрастной группе 23–35 лет, независимо от пола, при этом мужчины и женщины демонстрируют разные стратегии применения технологий. Разработанные методики позволяют не просто фиксировать текущие настроения, но и прогнозировать адаптационные стратегии в условиях неопределенности, выявляя группы с высокой и низкой агентностью. Выявленные гендерные и возрастные особенности технологической проактивности позволяют разрабатывать персонализированные подходы к управлению талантами, мотивации и развитию сотрудников в условиях неопределенности.

Несмотря на значимость полученных результатов, исследование имеет определенные ограничения. Основная выборка 2025 года ($N = 80$) имеет ограничения по размеру и репрезентативности, что требует осторожности при экстраполяции результатов на все российское общество. Исследование не является истинно лонгитюдным, что ограничивает возможности для установления причинно-следственных связей. Полученные результаты отражают особенности российского контекста и могут иметь ограниченную применимость для других культурных сред без дополнительной валидации.

В заключение можно утверждать, что технологическая направленность, выявленная в нашем исследовании, действительно может стать катализатором радикальных изменений в структуре российского общества — но не через технологический детерминизм, а через формирование нового типа агентности, основанного на компетентности, рефлексии и индивидуальной инициативе.

В условиях радикальной неопределенности технологии становятся не просто инструментом для изменения мира, а средой для самосозидания нового типа субъекта — проактивного, рефлексивного, способного конструировать свое будущее, даже когда коллективные нарративы рушатся. Этот процесс формирует основу для новой социальной реальности, основанной не на подчинении иерархиям, а на компетентности, инициативе и способности к постоянной трансформации. .

Литература

1. Мироненко И.А. Психологические исследования в полидисциплинарном дискурсе агентности: Асмолов А.Г. Психология современности: вызовы неопределенности, сложности и разнообразия // Психологические исследования. — 2015. — Т. 8, № 42. — С. 1–12.
2. Гаврилова Т.А. Тревога смерти в теории управления ужасом Ж.Ж. Гринберга, Т. Пиццинского и Ш. Соломона. Психологический журнал, 2011, том 32, № 1, с. 45–54
3. Ноакк Н.В., Костина Т.А., Ивлева А.Е., Гусаров В.А. Проактивность как метакогнитивная рефлексия ошибок: анализ прошлого опыта в конструировании будущего // Цифровая экономика, № 3 (33), 2025а, стр. 33–45
4. Ноакк Н.В., Костина Т.А., Ивлева А.Е. Динамика социальных представлений о будущем России: структурный сдвиг 2024–2025 годов. Цифровая экономика, № сс. 2025б
5. Костина Т.А., Ларин С.Н., Ноакк Н.В. Разработка методики анализа высказываний как инструментария для измерения социальных представлений пользователей о продуктах цифровой экономики // Евразийский Союз Ученых, 2019. № 5(62). — С. 60–65. doi: 10.31618/ESU.2413—9335.2019.6.62.133
6. Мироненко И.А. Психологические исследования в полидисциплинарном дискурсе агентности: проблемы и перспективы // Вопросы образования. — 2024. — № 1. — С. 162–184. — DOI: 10.17323/vo-2024-16476
7. Мироненко И.А., Сорокин П.С. (2022) Проблема проактивности личности во взаимодействии со средой в современном международном дискурсе. Психологический журнал, т. 43, № 4, сс. 79–89. <https://doi.org/10.31857/S020595920021483-7>
8. Нестик Т.А. Коллективный образ будущего: социально-психологический анализ/Т.А. Нестик; РАН, Институт Психологии. — М.: Институт Психологии РАН, 2025. — 655 с.
9. Рубинштейн С.Л. Принцип творческой самодеятельности. Ученые записки Высшей школы г. Одессы. 1922. Т. 2. С. 148–154; Вопросы психологии. 1986. № 4. С. 101 — 107.
10. Сорокин П.С. «Трансформирующая агентность» как предмет социологического анализа // Вестник РУДН. Серия Социология. — 2021. — Т. 21, № 1. — С. 124–138.
11. Сорокин П.С. (2023) Проблема «агентности» через призму новой реальности: состояние и направления развития. Социологические исследования, № 3, сс. 103–114. <https://doi.org/10.31857/S013216250022927-2>
12. Хегай, А.С. (2025). Связь отношения ко времени с различными аспектами благополучия подростков и молодежи: обзор современных зарубежных исследований. Современная зарубежная психология, 14(2), 131—140. https://doi.org/10.17759/jmfp.2025140213_23
13. Appadurai A. The Future as Cultural Fact: Essays on the Global Condition. — London: Verso, 2013. — 304 p.
14. Bauman Z. Liquid Modernity. — Cambridge: Polity Press, 2000. — 232 p.
15. Caplan, G. (1964). Principles of Preventive Psychiatry. New York: Basic Books.
16. Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The Extended Mind. Analysis, 58(1), 7–19.
17. Deci E.L., Ryan R.M. Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. — New York: Guilford Press, 2017. — 528 p.

18. Lyotard J.-F. *The Postmodern Condition: A Report on Knowledge*. — Manchester: Manchester University Press, 1984. — 128 p.
19. Mitroff, I. I. (2005). *Why Some Companies Emerge Stronger and Better from a Crisis*. AMACOM.
20. Pyszczynski, T., Greenberg, J., & Solomon, S. (2015). Thirty Years of Terror Management Theory. *Advances in Experimental Social Psychology*, 52, 1–70.
21. Røkenes, H., Jornet, A., & Kumpulainen, K. (2024). Narratives of Change: How Young People Use Technology to Envision Desired Futures. *Learning, Media and Technology*, 49(2), 156-172 <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4876803>
22. Wittmayer, J.M., Backhaus, J., Avelino, F., Pel, B., Strasser, T., Kunze, I. & Zuijderwijk, L. (2019). Narratives of change: how social innovation initiatives construct societal transformation. *Futures* 112, 102433. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.06>

References in Cyrillics

7. Psixologicheskie issledovaniya. — 2015. — Т. 8. — № 42. — С. 1–12.
8. Longo M. E` Molodyozhny'e temporal'nosti i neopredelyonnost': ponimanie razlichij v pro-fessional'noj kar'reere molodyyx argentincev // Vremya i obshhestvo. — 2018. — Т. 27, № 3. — С. 389–414.
9. Nestik T. A. Social'no-psixologicheskie predposy'ki i tipy' dolgosrochnoj orientaci: re-zul'taty' e`mpiricheskogo issledovaniya // Psixologicheskie issledovaniya. — 2010. — № 4(12). — Ст. 7.
10. Nestik T. A. Social'no-psixologicheskie predposy'ki i tipy' dolgosrochnoj orientaci: re-zul'taty' e`mpiricheskogo issledovaniya // Psixologicheskij zhurnal. — 2021. — Т. 42. — № 4. — С. 28–39.
11. Nestik T. A., Zhuravlyov A. L. Kollektivnyj obraz budushhego v usloviyah neopredelyonnosti // Mir che-loveka: neopredelyonnost' kak vy'zov. — M., 2019. — С. 295–311..
12. Vserossijskij centr izuchenija obshhestvennogo mneniya. Vse idet po planu! : analiticheskij obzor. — Moskva: VCIOM, 25 noyabrya 2024. — Rezhim dostupa: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/vse-idet-po-planu> (data obrashheniya: 17.09.2025).

*Ноакк Наталья Вадимовна – к.психол.н., ведущий научный сотрудник
ЦЭМИ РАН ORCID 0000-0001-8696-5767
n.noack@mail.ru*

*Костина Татьяна Анатольевна – младший научный сотрудник
ЦЭМИ РАН
kostina1@yandex.ru*

*Ивлева Анна Евгеньевна – младший научный сотрудник
ЦЭМИ РАН
anchiku@gmail.com*

Ключевые слова

технологический профиль проактивности, трансформирующая агентность, самосозидающая агентность, нарративы будущего, проактивность, когнитивная адаптация, технологическая ориентация, Россия, 2025.

Natalia Noakk, Tatiana Kostina, Anna Ivleva. "Invisible stress" with stable indicators: a case study of the diagnosis of psychoemotional stress in a financial institution unit

Keywords

technological profile of proactivity, transformative agency, self-creating agency, narratives of the future, proactivity, cognitive adaptation, technological orientation, Russia, 2025

DOI: 10.34706/DE-2025-04-06

JEL classification G11, O34, Z1.

Abstract

The article presents an original theoretical and empirical approach to understanding the transformation of social ideas about the future in Russian society in the context of systemic uncertainty. Based on an in-depth analysis of data for 2024-2025, a "technological proactivity profile" has been identified - a unique type of subject for which technologies are transformed from an external tool into an internal resource of meaning generation, cognitive organization and psychological adaptation. This phenomenon represents a qualitatively new form of agency, emerging in response to the disintegration of traditional narratives of the future.

Empirically, the technological profile manifests itself in two complementary forms: "technology analysts" — characterized by emotionally neutral, deep cognitive involvement in technological discourses; and "technology strategists" — demonstrating emotionally positive, purposeful activity accompanied by narratives of specific actions ("think through", "build up", "analyze", "build").

The theoretical interpretation was carried out within the framework of an integrative approach combining the multidisciplinary discourse of agency (Mironenko, 2024), the concept of self-creating agency (Rubinstein, 1922), the theory of self-determination (Deci & Ryan, 2017) and the cultural and anthropological approach (Appadurai, 2013). This allows us to demonstrate that a technological profile is not just an adaptation to changing conditions, but a transformative initiative aimed at creating a new social order through rethinking one's own role in it.

The practical significance of the research lies in the development of diagnostic tools for identifying and supporting sustainable forms of agency in conditions of systemic uncertainty, which has important applications in education, personnel policy, social design and public administration. The results obtained open up prospects for the formation of new sustainable development strategies based not on the passive expectation of stabilization, but on the active construction of the future through technological competence and a proactive lifestyle.

УДК: 332.133

1.7. Внедрение ИКТ и развитие общеобразовательных учреждений в регионах Крайнего Севера России

Аний Л.Л., м.н.с. ЦЭМИ РАН, Москва

В исследовании представлена оценка взаимосвязи развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и образования в регионах Крайнего Севера России. Анализ социально-экономического развития регионов Крайнего Севера актуален не только с точки зрения экологии и экономики, но и в контексте образовательных инициатив, что подчеркивает важность комплексного подхода к их развитию. В связи с этим целью работы является анализ и эконометрическая оценка взаимосвязи внутренних затрат на ИКТ и показателей развития системы образования в регионах Крайнего Севера России. Оценка влияния различных показателей на затраты в сфере ИКТ по регионам Крайнего Севера произведена на основе множественного регрессионного анализа по данным за 2023 год. Установлено, что наиболее тесная взаимосвязь внутренних затрат на ИКТ в регионах России наблюдается со следующими показателями: количество персональных компьютеров в учреждениях высшего и профессионального образования, численность педагогов государственных и муниципальных общеобразовательных организаций, структура потребительских расходов домашних хозяйств в разрезе информации и коммуникации.

Введение

Развитие регионов Крайнего Севера является одним из основных приоритетов нашей страны. Эти территории обладают уникальными климатическими особенностями и социальными характеристиками. В них сосредоточен значительный природный и человеческий потенциал, который в перспективе может оказать существенное влияние на социально-экономическое положение страны. Анализ социально-экономического развития регионов Крайнего Севера актуален не только с точки зрения экологии и экономики, но и в контексте образовательных инициатив, что подчеркивает важность комплексного подхода к их развитию.

Развитие системы образования занимает значительное место в рамках социальной политики. Однако следует отметить, что отдельной комплексной программы развития образования для всего Крайнего Севера нет. Тем не менее устойчивость системы образования играет важную роль в развитии человеческого капитала и инновационного потенциала территории, что неразрывно связано с устойчивым развитием региона, но массовая миграция населения и сокращение финансирования высшего образования усложняют и делают особенно важным решение этой проблемы для регионов Крайнего Севера России. [Антипин, 2025].

Региональные системы высшего образования испытывают значительные трудности. К числу этих проблем относятся изменения в демографии, растущая конкуренция за студентов и ресурсы, а также необходимость постоянной адаптации к быстро меняющимся требованиям рынка труда. Эти проблемы особенно актуальны для Дальнего Востока и регионов Крайнего Севера, где демографическая ситуация, экономическая диверсификация и инфраструктура находятся в состоянии системных проблем. В этих условиях становится важным изучение факторов, способствующих устойчивому развитию региональных университетов, поиск эффективных моделей их взаимодействия с местными сообществами и бизнесом, а также разработка стратегий, направленных на повышение их конкурентоспособности как на национальном, так и на международном уровнях [Антипин, 2025].

Также нельзя не отметить, что системное распространение современных информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в субъектах Российской Федерации сопряжено с определенными затратами. Компании и организации все чаще инвестируют в цифровизацию, выделяя на это существенные средства. Наблюдается тенденция к увеличению доли собственных средств в структуре затрат на ИКТ. В связи с этим целью работы является анализ и эконометрическая оценка взаимосвязи внутренних затрат на ИКТ и показателей развития системы образования в регионах Крайнего Севера России.

Основная часть

Для анализа затрат на ИКТ и их влияния на показатели развития образовательных учреждений в работе использованы данные за 2019 и 2023 годы, поскольку в 2018 году была запущена национальная программа цифровизации экономики, и к 2023 году, под влиянием пандемии, большинство организаций, среди которых и образовательные учреждения, смогли перестроиться и функционировать в изменившихся условиях.

В этом контексте важно отметить, что структура образования представляет собой многоуровневую систему, включающую различные образовательные учреждения и уровни обучения. Она охватывает как общее, так и профессиональное образование, в том числе - высшее образование. Все ступени образования важны, так как каждая последующая строится на предыдущей, что в свою очередь влияет на качество и уровень подготовки рабочей силы [Синица, 2019]. Основная задача этих организаций — подготовка квалифицированных кадров, обладающих навыками работы в условиях экстремального климата и специфики местной экономики. Однако доступ к качественному образованию ограничен из-за удаленности и нехватки ресурсов.

Средняя численность обучающихся по уровням общего образования в регионах Крайнего Севера России варьируется в зависимости от конкретного региона и его особенностей. В таких регионах, как Республика Саха (Якутия), Чукотский АО, Ненецкий АО и другие, численность обучающихся ниже, чем в более густонаселенных регионах. Следует отметить, что Якутия выделяется стабильной численностью обучающихся за весь рассматриваемый период, в то время как Чукотский АО, напротив, демонстрирует устойчивую тенденцию к снижению численности обучающихся. Это может быть связано с низкой рождаемостью и миграцией населения, а также с тем, что многие школы в удаленных районах сталкиваются с проблемами инфраструктуры, что затрудняет доступ к образованию для детей. Тем не менее

большинство регионов показывают относительно устойчивые значения, но ниже, чем в РФ (рис. 1).

Еще одной особенностью образовательной системы в северных регионах является обучение во вторую и третью смену в общеобразовательных организациях. По этому показателю в этих субъектах РФ наблюдается значительная дифференциация. По данным Федеральной службы государственной статистики РФ¹ с 2015 года удельный

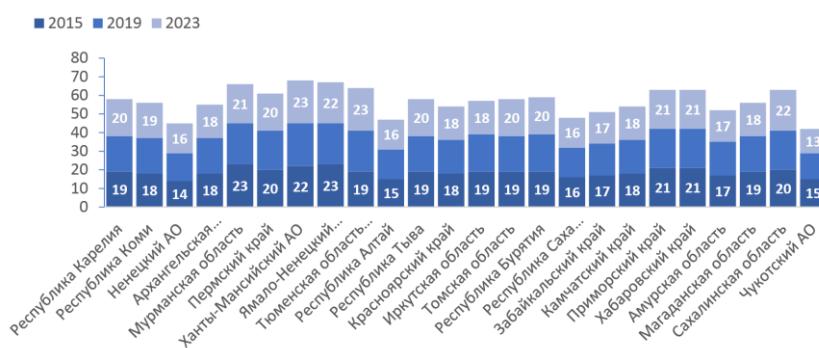


Рис.1. Средняя численность обучающихся по уровням общего образования на начало учебного года (приходится обучающимся в среднем на один класс) за 2015-2023 гг., чел.

Источник: составлено по данным Росстата

вес обучающихся во вторую и третью смены в организациях, осуществляющих образовательные программы начального, основного и среднего общего образования увеличивается. Одной из основных причин является дефицит учебных помещений, который не позволяет обеспечить обучение всех учащихся в рамках одной смены. Также в регионах Крайнего Севера существует дефицит квалифицированных педагогов, что также влияет на организацию учебного процесса. Наибольшие значения данного показателя зафиксированы в Республике Тыва, Томской области, Республике Алтай и ЯНАО (рис. 2). Если в среднем в стране в 2023 году дефицит составлял 15,4%, то в данных регионах он был почти в два раза больше. Данная тенденция, вероятно, обусловлена как результатом демографической ситуации, так и дефицитом учебных заведений, о чём уже упоминалось ранее.

■ 2015 ■ 2019 ■ 2023

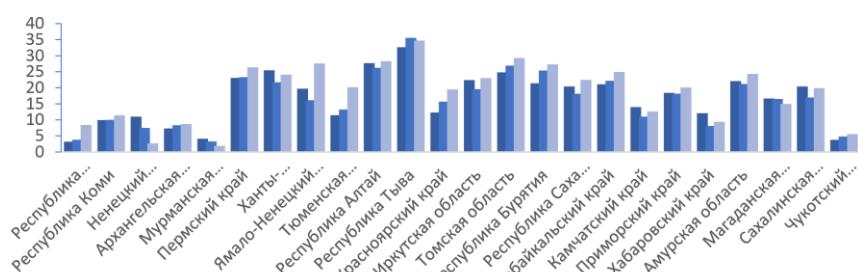


Рис. 2. Удельный вес обучающихся во вторую и третью смены в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам начального, основного и среднего общего образования за 2015-2023 гг., %

Источник: составлено по данным Росстата

высшее образование (бакалавриат, специалитет, магистратура) также демонстрирует положительную динамику третий год подряд, показав прирост в 9,6% в 2024 году относительно 2021 года².

По данным Министерства образования и науки Российской Федерации, в 2023 году в регионах Крайнего Севера было зарегистрировано 156 учреждений, готовящих специалистов среднего профессионального звена, и 45 вузов, что говорит о наличии развитой системы профессиональной подготовки специалистов.

В регионах Крайнего Севера, где экономика часто ориентирована на добывчу природных ресурсов, особое внимание уделяется подготовке квалифицированных рабочих. Численность обучающихся в профессиональных учреждениях по подготовке специалистов среднего звена за последнее время стабильно увеличивается. Такая динамика может объясняться такими причинами как сокращением

Согласно данным Центра стратегических разработок (ЦСР), в последние годы наблюдается тенденция к увеличению интереса к среднему профессиональному образованию в России. В 2024 году зафиксирован значительный рост численности поступающих на программы подготовки специалистов среднего звена – на 19,9% по сравнению с 2021 годом. При этом, стоит отметить, что

¹ Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru>

² Образование в цифрах: 2025 : краткий статистический сборник / Т. А. Варламова, Л. М. Гохберг, О. А. Зорина и др.; Нац. исслед. центр «Высшая школа экономики». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. – 136 с. – 200 экз. – ISBN 978-5-7598-3040-5 (в обл.).

востребованности высшего образования, связанного со снижением качества образования, нежеланием сдавать ЕГЭ, так и со спецификой программ подготовки, ориентированных на потребности местной экономики. Численность студентов, обучающихся по программам подготовки специалистов среднего звена, на 10000 человек населения в рассматриваемых субъектах примерно такая же, как и в России в целом. В Чукотском, Ямало-Ненецком и Ханты-Мансийском автономных округах значение данного показателя значительно ниже относительно среднероссийского уровня. Однако в Амурской области и Республике Карелия выше примерно в 1,5 раза, чем в целом по стране. Наибольшие темпы роста отмечены в Республике Карелия, где численность студентов СПО к 2023 году выросло на 70% (рис.3).

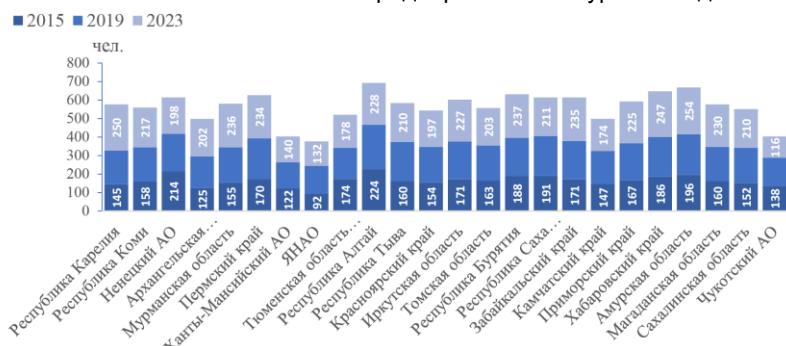


Рис.3. Численность студентов, обучающихся по программам подготовки специалистов среднего звена (на 10000 человек населения) за 2015-2023 гг.

Источник: составлено по данным Росстата

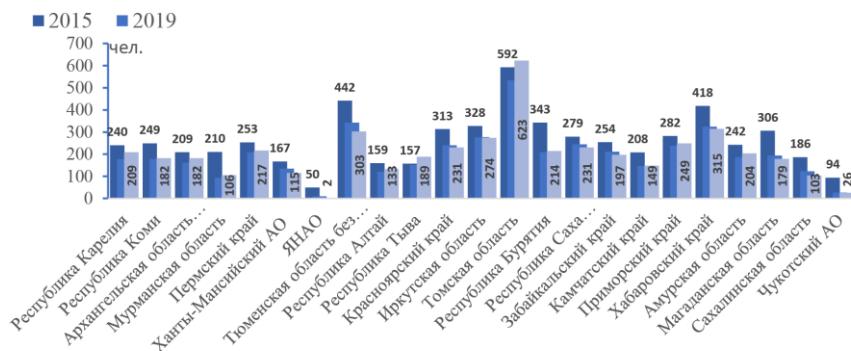


Рис.4. Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры (на 10000 человек населения), за 2015-2023 гг.

Источник: составлено по данным Росстата

ском крае (315 чел.). В Чукотском АО рассматриваемый показатель был в 11 раз меньше среднероссийского значения, в то время как в Ненецком АО вузов нет. Также следует отметить, что за рассматриваемый период численность обучающихся сокращается. Наибольшее сокращение студентов произошло в Ямало-Ненецком АО (96%) и Чукотском АО (72%).

Также необходимо отметить, что проблемы с кадрами в региональной экономике оказывают непосредственное влияние на сферу образования. Спрос на определенные специальности, требования к квалификации рабочей силы и структура занятости в регионе определяют необходимость в конкретных образовательных программах и компетенциях, которыми должны обладать выпускники вузов. Однако образовательные организации сталкиваются с серьезными кадровыми проблемами, испытывая дефицит квалифицированных преподавателей и исследователей [Антипин, 2025].

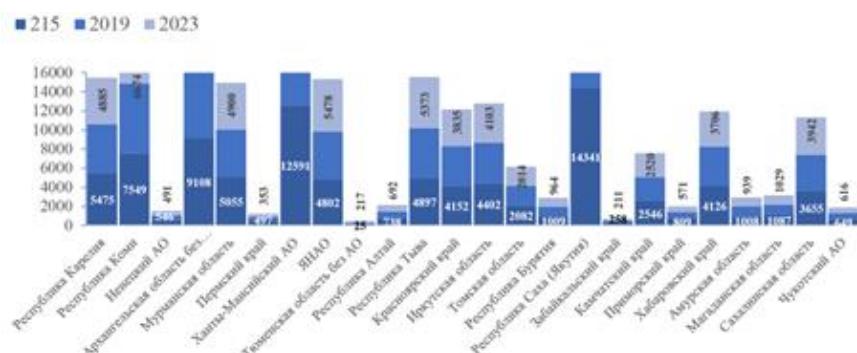


Рис.5. Численность педагогических работников государственных и муниципальных общеобразовательных организаций (без вечерних (сменных) общеобразовательных организаций) за 2015-2023 гг.

Источник: составлено по данным Росстата

Динамика изменения численности студентов, обучающихся по программе высшего образования представлена на рисунке 4. Следует отметить, что по численности студентов, северные регионы по большей степени отстают от других российских регионов: если в среднем в стране на 10000 человек населения в 2023 году приходилось 296 студентов, обучающихся по программа высшего образования, то в регионах Крайнего Севера значение данного показателя больше только в Томской области (636 чел.) и Хабаровском крае (592 чел.). В среднем сокращение студентов произошло в 19 из 24 регионов Крайнего Севера (рис.5). В среднем снижение составило около 12%. В Ямало-Ненецком и Ханты-Мансийском автономных округах, Тюменской и

Сахалинских областях рост их численности можно связать с тем, что регионы обладают более развитой экономикой, инфраструктурой и возможностями для трудаоустройства, что делает их более привлекательными для жизни и работы.

Представленная динамика отражает влияние комплекса проблем, с которыми сталкивается система общеобразовательных учреждений в условиях Крайнего Севера. Физическая доступность общеобразовательных организаций неравномерна и представляет собой важную проблему. В регионах с комфорным климатом и высокой плотностью населения проблем меньше, однако даже там большие расстояния затрудняют развитие, особенно в населенных пунктах, удаленных от центров и транспортных узлов. Остается нерешенной проблемой и острая нехватка квалифицированных специалистов, которая также в определенной степени связана с удаленностью населенных пунктов, слаборазвитой инфраструктурой и низким уровнем оплаты труда. Следствием этого является дефицит педагогических кадров. Особенно остро ощущается нехватка молодых педагогов, многие не готовы работать в таких условиях [Афанасьев, 2019; Кожурова, 2018; Мартыненко, 2020].

В условиях географической удаленности качества образовательного процесса в значительной степени обусловлено состоянием материально-технической базы образовательных учреждений. Вместе с тем, в последние годы отмечается устойчивая тенденция к цифровой трансформации образования. Внедрение дистанционных образовательных технологий способствует нивелированию географических барьеров и расширению доступа к образовательным ресурсам. Согласно данным Министерства просвещения Российской Федерации, более 60% образовательных организаций Крайнего Севера начали активно использовать онлайн-платформы для обучения.

По данным Министерства просвещения Российской Федерации, в 2021 году объем финансирования мероприятий по цифровизации образовательных организаций составил свыше 50 миллиардов рублей. В 2022 году данный показатель увеличился до 70 миллиардов рублей. Внедрение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательный процесс включает в себя применение электронных учебных изданий, платформ для реализации дистанционных образовательных технологий и систем управления образовательными процессами.

В 2021 году Москва обеспечила 40% всех расходов на информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в России. Лидерами по затратам на ИКТ, помимо Москвы, также были Санкт-Петербург, Московская область, Пермский и Краснодарский край. Среди северных регионов выделялись Ямало-Ненецкий автономный округ и Республика Саха (Якутия), занявшие седьмое и девятое места в общероссийском рейтинге, в то время как остальные северные регионы значительно отставали. Следует отметить, что в 2023 году среди регионов Крайнего Севера России по расходам на ИКТ также выделяются Ямало-Ненецкий автономный округ, Пермский край, Тюменская область, однако, к ним присоединились Ханты-Мансийский автономный округ и Красноярский край [Куратова, 2022].

Оценить, насколько широко используются информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в северных регионах России, сложно из-за отсутствия регулярных и полных данных. Существующие рейтинги цифровизации регионов либо не обновляются ежегодно, либо вовсе прекратили публикацию, что делает невозможным детальный анализ в динамике. Например, в исследовании индекса «Цифровая Россия» за 2017–2018 годы, среди северных регионов только Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа вошли в топ-10 (6-е и 7-е места соответственно). Остальные регионы Севера оказались значительно ниже: Чукотский автономный округ и Республика Тыва - на 80-м и 85-м местах. Ямало-Ненецкий автономный округ является одним из лидеров по большинству ключевых показателей, в то время как Чукотский автономный округ отстает от других регионов. Остальные северные территории России находятся в диапазоне средних значений [Куратова, 2022].

Необходимо отметить, что образовательные учреждения испытывают дополнительные трудности, связанные с нестабильным доступом к интернету и низким качеством связи. Серьезным вызовом для внедрения онлайн-образования является его неравномерное распространение в регионах. Например, в 2019 году, когда в среднем по стране персональный компьютер имелся в 69,4% домохозяйств, в Республике Тыва этот показатель составлял лишь 48,11. Более чем в 50 регионах Российской Федерации уровень обеспеченности компьютерами был ниже среднего по стране, что ограничивает возможности для дистанционного обучения.

Согласно Мониторингу развития информационного общества в РФ за 2018 год, до пандемии COVID-19 дистанционные образовательные технологии применялись в 37,6% вузов и 22,3% учреждений среднего профессионального образования. К 2023 году эти показатели значительно выросли, достигнув 74,9% в высшем профессиональном образовании и 61,6% в среднем профессиональном образовании [Дубинина, 2020].

В условиях цифровой трансформации и бизнеса, образовательные организации осваивают цифровые технологии. Для компаний это способ оставаться конкурентоспособными на мировом рынке, а для вузов – привлекать лучших студентов и преподавателей, а также выпускать специалистов, готовых к работе с актуальными цифровыми инструментами [Дубинина, 2021].

Согласно данным, представленным на рисунке 6, за рассматриваемый период наблюдается увеличение количества персональных компьютеров, используемых в профессиональных образовательных учреждениях, в то время как в вузах и общеобразовательных учреждениях этот показатель остается стабильным. Однако региональная дифференциация остается значительной: в 2023 году вариационный



Рис.6. Количество персональных компьютеров, используемых в учебных целях в государственных и муниципальных организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам на 1 000 обучающихся (студентов)

Источник: составлено по данным Росстата

чения 2021 года (84%) и 2014 года (69.9%). Одновременно с этим, доля домохозяйств, использующих широкополосный или высокоскоростной доступ, практически достигла общего уровня интернет-подключений. В 2023 году почти все подключенные домохозяйства (86.4%) выходили в сеть именно посредством высокоскоростного соединения³.

Структура потребительских расходов домашних хозяйств в сфере информации и коммуникаций также претерпевает изменения. Наблюдается тенденция к увеличению доли средств, направляемых на цифровые технологии, обеспечение доступа к интернету и потребление контента, что свидетельствует о сдвиге в потребительских предпочтениях.

В регионах Крайнего Севера данный показатель превышает средний уровень по стране, что также связано с уникальными условиями жизни на этих территориях, однако в некоторых регионах, таких как Тюменская область без АО (3,7%), Камчатский край (4%) и Магаданская область (4,1%) наблюдается меньший рост расходов на эти категории (рис. 7).

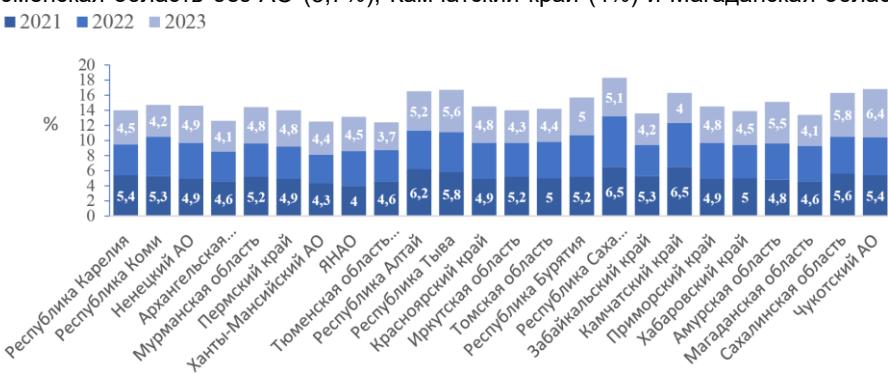


Рис.7. Структура потребительских расходов домашних хозяйств по целям потребления: информация и коммуникация за 2015-2023 гг.

Источник: составлено по данным Росстата

ференциация по уровню образования, степени цифровизации и объему инвестиций в ИКТ, что требует дальнейшего изучения.

Для стимулирования роста сектора информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в северных регионах России требуется внедрение комплекса мер государственной поддержки, направленных на увеличение применения ИКТ-ресурсов в различных сферах, включая образование. Особое внимание следует уделить образовательным учреждениям среднего профессионального, высшего и дополнительного образования, чтобы подготовить квалифицированных специалистов с актуальными ИТ-компетенциями. Эффективное развитие образовательной системы должно быть согласовано с социально-экономическими преобразованиями, что подразумевает адаптацию учебных программ к требованиям рынка труда [Нанавян, Аний, 2022].

В связи с этим произведена оценка влияния различных показателей на внутренние затраты в сфере ИКТ по регионам Крайнего Севера России. Оценка произведена на основе множественного регрессионного анализа по данным за 2023 год. Информационной базой исследования послужили статистические данные Федеральной службы государственной статистики РФ, а также сборника «Регионы России. Социально-экономические показатели».

В модель были включены следующие показатели:

размах составил 661 шт. (максимальное значение отмечено в Чукотском автономном округе (766), а минимальное – в Республике Ингушетия (105))¹, что говорит о необходимости более детального анализа динамики значения этого показателя и его взаимосвязи с затратами на ИКТ в регионах России.

Важно также отметить, что наблюдается устойчивый рост числа российских домохозяйств, имеющих доступ к интернету. Этот показатель достиг 87.9% в 2023 году, значительно превысив значение 2021 года (84%) и 2014 года (69.9%). Одновременно с этим, доля домохозяйств, использующих широкополосный или высокоскоростной доступ, практически достигла общего уровня интернет-подключений. В 2023 году почти все подключенные домохозяйства (86.4%) выходили в сеть именно посредством высокоскоростного соединения³.

Актуальность анализа региональных аспектов цифровой экономики и количественной оценки развития ИКТ обусловлена сохраняющимися различиями между регионами. В частности, в субъектах РФ наблюдается существенная диф-

³ Официальный сайт ИСИЭЗ НИУ ВШЭ [Электронный ресурс]. – URL: issek.hse.ru

y – внутренние затраты на ИКТ;

x_1 – использование сети Интернет населением;

x_2 – численность педагогов государственных и муниципальных общеобразовательных организаций;

Количество персональных компьютеров, используемых в учебных целях, в государственных и муниципальных организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам начального, основного и среднего общего образования, по программам подготовки квалифицированных рабочих, служащих, по программам подготовки специалистов среднего звена и по программам высшего образования на 1000 обучающихся (студентов): x_3 – профессиональные образовательные организации, x_4 – организации высшего образования, x_5 – общеобразовательные организации;

x_6 – структура потребительских расходов домашних хозяйств по целям потребления: информация и коммуникация;

x_7 – сменность занятых в государственных и муниципальных общеобразовательных организациях;

x_8 – техническое состояние зданий государственных и муниципальных общеобразовательных организаций;

При построении итоговой модели корреляционная матрица взаимосвязи показателей показала отсутствие мультиколлинеарности между факторами, представленными в таблице 1, а также тесную взаимосвязь с внутренними затратами на ИКТ.

Таблица 1. Корреляционная матрица взаимосвязи показателей

	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_6
y	1					
x_1	0,26	1				
x_2	0,44	0,18	1			
x_3	0,56	0,36	-0,12	1		
x_4	0,36	0,42	0,10	0,14	1	
x_6	0,26	0,29	30,09	0,43	-0,04	1

Источник: расчеты автора по данным Росстата
также структура потребительских расходов домашних хозяйств по целям потребления: информация и коммуникация.

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,71$.

Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$y = 42714,02 + 722,96x_1 + 11,59x_2 + 46,68x_3 + 14,35x_4 + 2741,81x_6 \quad (1)$$

(2,2) (2,1) (2,5) (5,12) (4,03)

Заключение

Результаты исследования отражают связь между внутренними затратами на ИКТ и количеством персональных компьютеров в учреждениях высшего и профессионального образования. В регионах Крайнего Севера, где доступ к информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) может быть ограничен из-за удаленности и низкой плотности населения, затраты на ИКТ в учреждениях высшего и профессионального образования играют важную роль. Рост инвестиций непосредственно влияет на оснащение учебных заведений современными технологиями, что, в свою очередь, способствует улучшению образовательного процесса.

Особенности экономики регионов Крайнего Севера требуют наличия большого числа квалифицированных специалистов. На это также указывает и тесная связь между затратами на ИКТ и численностью педагогов государственных и муниципальных общеобразовательных организаций: увеличение числа педагогов может способствовать более эффективному использованию ИКТ в рамках образовательной деятельности. Педагоги, имеющие доступ к современным технологиям и обладающие необходимыми ИТ-компетенциями, могут лучше подготовить студентов к требованиям современного рынка труда.

Полученные результаты также подтверждают тенденцию к увеличению доли средств, направляемых на цифровые технологии, обеспечение доступа к интернету и потребление контента. Прослеживается значимая связь между внутренними затратами на ИКТ и структурой потребительских расходов домашних хозяйств в категории «информация и коммуникация», что, в свою очередь, указывает на сдвиг в потребительских предпочтениях

Система образования в северных регионах России в целом соответствует общероссийскому уровню, за исключением различий в уровне подготовки между специалистами с профессиональным образованием. Однако доля людей с высшим образованием ниже, что, вероятно, обусловлено спецификой занятости населения в этих регионах.

Таким образом, результаты исследования показывают, что инвестиции в информационно-коммуникационные технологии и обновление образовательной инфраструктуры имеют ключевое значение для

Результаты моделирования показывают значимость затрат для таких показателей, как использование сети Интернет населением, численность педагогов государственных и муниципальных общеобразовательных организаций, количество персональных компьютеров в организациях высшего и профессионального образования, а

улучшения качества образования. Региональные различия в объемах и структуре вложений подчеркивают необходимость создания индивидуальных стратегий развития образовательной инфраструктуры, которые будут учитывать специфические потребности северных регионов. Эти меры способствуют повышению уровня и качества образования, а также подготовке системы к современным экономическим вызовам.

Литература

1. Антипин, И. А. Самовоспроизводство региональных систем высшего образования как фактор устойчивого развития регионов Крайнего Севера дальневосточного федерального округа / И. А. Антипин, В. К. Копченко // Оригинальные исследования. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 270-277. – EDN QIQYBE.
2. Афанасьева Л.И., Поротова Н.А. Проблема развития малокомплектной школы в Республике Саха (Якутия) // Перспективы науки. 2019. № 8 (119). С. 110–112.
3. Дубинина, М. Г. Использование цифровых технологий при обучении в период пандемии коронавируса / М. Г. Дубинина // Информационное общество. – 2020. – № 5. – С. 48-60. – EDN UFMKSE.
4. Дубинина, М. Г. Цифровые технологии в сфере высшего образования / М. Г. Дубинина // Педагогика, психология, общество: новая реальность : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 22 января 2021 года / БУ ЧР ДПО «Чувашский республиканский институт образования» Министерства образования и молодежной политики Чувашской Республики. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2021. – С. 20-25. – DOI 10.31483/r-97687. – EDN DRVLCO.
5. Кожурова А.А., Сафонова Д.В. Проблема трудоустройства учителей начальных классов в мало-комплектных школах Олекминского района Республики Саха (Якутия) // Научный электронный журнал Меридиан. 2018. № 4 (15). С. 312–314.
6. Куратова, Л. А. Оценка развития цифровой инфраструктуры пространства северных регионов России / Л. А. Куратова // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2022. – Т. 25, № 3(77). – С. 36-55. – DOI 10.37614/2220-802X.3.2022.77.003. – EDN HBJRJT.
7. Мартыненко О.О., Карев Б.А., Соболева Е.В., Ключников Д.А. Проблема привлечения и профессиональной адаптации молодых учителей: анализ факторов и опыт решения // Общество: социология, психология, педагогика. 2020. № 6 (74). С. 135–143
8. Нанавян А.М., Аний Л.Л. Оценка затрат на развитие информационно -коммуникационных технологий в регионах // Концепция. – 2022. - № 1 (41). – С. 78-84.
9. Синица, А. Л. Развитие системы образования как фактор демографического развития регионов Крайнего Севера / А. Л. Синица // Арктика и Север. – 2019. – № 37. – С. 22-50. – DOI 10.17238/issn2221-2698.2019.37.22. – EDN ORHVFO.

Дополнительные источники

1. Индикаторы цифровой экономики: 2021: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т И60 «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 380 с. – 300 экз. – ISBN 978-5-7598-2385-8 (в обл.)
2. Образование в цифрах: 2025 : краткий статистический сборник / Т. А. Варламова, Л. М. Гохберг, О. А. Зорина и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. – 136 с. – 200 экз. – ISBN 978-5-7598-3040-5 (в обл.).

References in Cyrillics

1. Antipin, I. A. Samovosproizvodstvo regional'nyx sistem vy'sshego obrazovaniya kak faktor ustojchivogo razvitiya regionov Krajnego Severa dal'nevostochnogo federal'nogo okruga / I. A. Antipin, V. K. Kopchenko // Original'nye issledovaniya. – 2025. – T. 15, № 1. – S. 270-277. – EDN QIQYBE.
2. Afanas'eva L.I., Porotova N.A. Problema razvitiya malokomplektnoj shkoly` v Respublike Saha (Yakutiya) // Perspektivnye nauki. 2019. № 8 (119). S. 110–112.
3. Dubinina, M. G. Ispol'zovanie cifrovyyx texnologij pri obuchenii v period pandemii koronavirusa / M. G. Dubinina // Informacionnoe obshhestvo. – 2020. – № 5. – S. 48-60. – EDN UFMKSE.
4. Dubinina, M. G. Cifrovyye texnologii v sfere vy'sshego obrazovaniya / M. G. Dubinina // Pedagogika, psixologiya, obshhestvo: novaya real'nost': sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Cheboksary', 22 yanvarya 2021 goda / BU ChR DPO «Chuvashskij respublikanskij institut obrazovaniya» Ministerstva obrazovaniya i molodezhnoj politiki Chuvashskoj Respubliki. – Cheboksary': Obshhestvo s ogranicennoj otvetstvennostyu «Izdatel'skij dom «Sreda», 2021. – S. 20-25. – DOI 10.31483/r-97687. – EDN DRVLCO.
5. Kozhurova A.A., Safonova D.V. Problema trudoustroystva uchitelej nachal'nyx klassov v malo-komplektnyx shkolax Olekminskogo rajona Respubliki Saha (Yakutiya) // Nauchnyj elektronnyj zhurnal Meridian. 2018. № 4 (15). S. 312–314.

6. Kuratova, L. A. Ocenka razvitiya cifrovoj infrastruktury` prostranstva severny`x regionov Rossii / L. A. Kuratova // Sever i ry`nok: formirovanie ekonomicheskogo poryadka. – 2022. – T. 25, № 3(77). – S. 36-55. – DOI 10.37614/2220-802X.3.2022.77.003. – EDN HBJRJT.
7. Marty`nenko O.O., Karev B.A., Soboleva E.V., Klyuchnikov D.A. Problema privlecheniya i professional`noj adaptacii molodyy`x uchitelej: analiz faktorov i opy`t resheniya // Obshhestvo: sociologiya, psixologiya, pedagogika. 2020. № 6 (74). S. 135–143
8. Nanavyan A.M., Anij L.L. Ocenka zatrata na razvitiye informacionno-kommunikacionny`x texnologij v regionax // Koncepciya. – 2022. - № 1 (41). – S. 78-84.
9. Sinicza, A. L. Razvitie sistemy` obrazovaniya kak faktor demograficheskogo razvitiya regionov Krajnego Severa / A. L. Sinicza // Arkтика i Sever. – 2019. – № 37. – S. 22-50. – DOI 10.17238/issn2221-2698.2019.37.22. – EDN ORHVFO.

Аний Людмила Леонидовна, м.н.с. ЦЭМИ РАН
(aniyl@bk.ru)
ORCID: 0000-0001-6703-1504

Ключевые слова

Информационно-коммуникационные технологии, затраты, регрессия, регион, Крайний Север, уровень образования, персональные компьютеры, цифровизация.

Liudmila Anii. Implementation of ICT and development of educational institutions in the regions of the Far North of Russia

Keywords

Information and communication technologies, expenditures, regression, region, Far North, education level, personal computers, digitalization.

DOI: 10.34706/DE-2025-04-07

JEL C02 Математические методы

Abstract

The study presents an assessment of the relationship between the development of information and communication technologies (ICT) and education in the regions of the Russian Arctic. The analysis of the socio-economic development of the Arctic regions is relevant not only from the perspectives of ecology and economy but also in the context of educational initiatives, highlighting the importance of a comprehensive approach to their development. In this regard, the aim of the study is to analyze and econometrically evaluate the relationship between internal expenditures on ICT and indicators of educational system development in the Arctic regions of Russia. The impact of various indicators on ICT expenditures across the Arctic regions has been assessed using multiple regression analysis based on data from 2023. It has been established that the strongest relationship between internal ICT expenditures in Russian regions is observed with the following indicators: the number of personal computers in higher education and vocational institutions, the number of teachers in state and municipal general education organizations, and the structure of household consumer expenditures in terms of information and communication.

УДК 004.9

1.8. Методика управления корпоративными данными для применения искусственного интеллекта в торгово-промышленном предприятии

Никитчук С.С.
Аспирант РЭУ им. Г.В. Плеханова

В статье представлена авторская методика управления корпоративными данными для применения искусственного интеллекта (AI-driven) в торгово-промышленных предприятиях. Актуальность исследования обусловлена ростом объёмов и разнородности данных, необходимостью интеграции с государственными информационными системами (ФГИС) и развитием платформенной экономики. В отличие от классических подходов к управлению данными, методика ориентирована на практическую реализацию и включает пять взаимосвязанных компонентов: протоколы и интеграции (data integration), обработку (моделирование) данных (data modelling), оркестрацию сервисов и прослеживаемость (data orchestration and lineage), управление и безопасность данных (data governance and security), а также слой бизнес-аналитики и моделей искусственного интеллекта (self-service analytics и artificial intelligence).

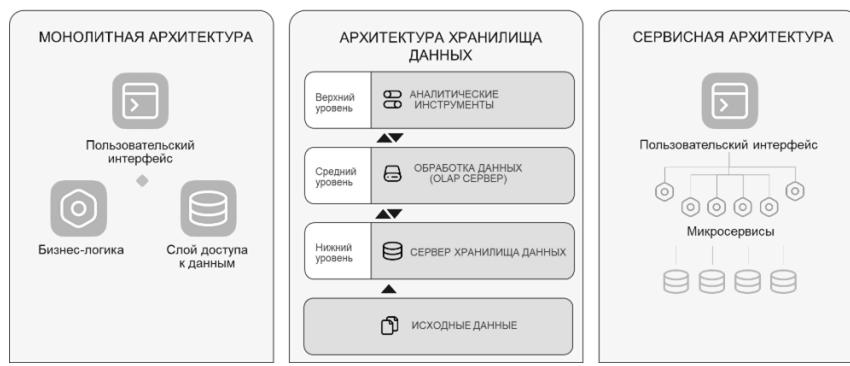
В обзоре литературы рассмотрены современные международные подходы (DAMA-DMBOK, Gartner Data Fabric/Data Mesh, DataOps/MLOps) и российская специфика цифровой экономики, включающая национальную модель бизнеса, проект цифрового рубля и развитие ФГИС. Согласно анализу, ключевым вызовом становится необходимость повышения вычислительных ресурсов и усложнение технологий обработки данных при снижении их структурированности.

Практическая апробация методики проведена в ряде крупных проектов цифровой трансформации для торгово-промышленных компаний. Результаты показали, что использование методики позволяет повысить качество данных, обеспечить прозрачность сквозных процессов и снизить проектные риски. В перспективе развитие методики связано с углублением процессов управления данными, автоматизацией интеграций с государственными системами и применением моделей искусственного интеллекта для построения интеллектуальных и адаптивных цифровых архитектур.

Введение

В предыдущих исследованиях автора была предложена концепция фреймворка цифровой трансформации, где данные и искусственный интеллект занимают ключевое место в развитии организации [1]. В основе фреймворка лежит системное соединение принципов организационного развития и цифровых менеджеров, среди которых именно управление данными становится центральным элементом, обеспечивающим устойчивость цифровизации. В дальнейшем, в статье о целевой архитектуре цифрового торгово-промышленного предприятия, было сформировано прикладное направление работы с процессами, их цифровизацией и увязкой с архитектурой ИТ-систем [2].

Ранее предприятия строили монолитные системы, где каждая функция была тесно связана с остальными, а изменения становились всё сложнее и дороже. Перевнедрения ERP новых версий позволяло частично снизить риски, но ядро оставалось монолитным. Со временем компании осознали, что именно данные становятся ключевым ИТ-активом, и начали внедрять новые сервисы вокруг ERP (RPA, OCR, EDI, BI и др.). Это потребовало переосмысливания архитектуры и перехода к микросервисному подходу, в котором автоматизация бизнес-функций строится как набор сервисов, интегрированных с корпоративным ERP. Такой сдвиг позволил повысить гибкость, ускорить обновления и обеспечить развитие сквозных процессов в условиях растущих требований цифровой экономики.



Такой подход позволяет не только согласовать стратегию и технологии, но и создавать условия для накопления больших объёмов корпоративных данных, которые в перспективе становятся базой для

применения методов управления на основе искусственного интеллекта (AI-driven). Таким образом, результаты предшествующих исследований заложили основу для перехода от стратегического проектирования к практическому управлению данными с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ).

Современные торгово-промышленные предприятия развиваются в условиях комплексных вызовов цифровой экономики. Ключевую роль в формировании новой бизнес-среды играют государственные цифровые инициативы, включающие Налоговый мониторинг, Системы операторов фискальных данных, Федеральные государственные информационные системы. Эти инструменты задают новые стандарты полноты, качества и актуальности корпоративных данных.

Дополнительное влияние оказывает переход к платформенной экономике, предполагающий обмен не только транзакционными, но и аналитическими данными между предприятиями. В этих условиях усиливаются требования к информационной безопасности: компании обязаны учитывать, как защиту персональных, так и коммерчески значимых данных в соответствии с национальными законами и корпоративными регламентами.

Согласно прогнозам Gartner, будущее управление данными будет определяться концепциями Фабрика данных (Data Fabric) и Сетка данных (Data Mesh), внедрением техники обработки данных (DataOps) и операций машинного обучения (MLOps), а также активным использованием генеративного ИИ для автоматизации процессов. Всё это формирует необходимость поиска новых методик управления корпоративными данными, в которых применения подходит управления на основе искусственного интеллекта (AI-driven) становится не просто возможностью, а необходимостью для устойчивого развития предприятия.

Научная новизна предлагаемого исследования заключается в разработке методики управления корпоративными данными, которая интегрирует возможности искусственного интеллекта в практику цифровой трансформации торгово-промышленных предприятий. В отличие от существующих подходов, ориентированных преимущественно на технологическую инфраструктуру или отдельные процессы, данная методика опирается на целостное представление об архитектуре данных, включающее их сбор, хранение, обработку и применение для поддержки управленческих решений. Новизна также состоит в использовании механизмов искусственного интеллекта (AI-driven), позволяющих автоматизировать задачи очистки, категоризации и анализа больших массивов информации, а также в создании условий для адаптивного управления в реальном времени. Предлагаемый подход обеспечивает не только повышение качества и достоверности данных, но и расширяет возможности их стратегического применения – от прогнозирования и оптимизации бизнес-процессов до формирования новых моделей взаимодействия с партнёрами и государственными платформами.

1. Цифровая экономика

В современной российской экономике цифровизация рассматривается не только как технологический процесс, но и как инструмент формирования новой модели взаимодействия государства и бизнеса. Центральным элементом этой модели становится работа с данными, которые предприятия обязаны предоставлять в государственные системы, а государство использует для управления экономикой и регулирования рынков.

На федеральном уровне сформулирована концепция национальной модели бизнеса, включающей систему ключевых показателей эффективности (КПЭ) для федерации и регионов. Эта модель нацелена на повышение прозрачности хозяйственной деятельности и унификацию принципов оценки эффективности на разных уровнях управления [И-1].

Для сбора информации и ее стандартизации государственные органы активно развивают федеральные государственные информационные системы (ФГИС). Наиболее известные примеры включают АИС «Налог-3» для администрирования налогов [И-2], «Честный знак» для маркировки и прослеживаемости товаров [И-3], а также систему операторов фискальных данных (ОФД), предназначенную для передачи кассовых чеков в ФНС [И-4]. Наряду с этим в ряде отраслей действуют специализированные ФГИС, такие как «ОРД» для прослеживаемости древесины [И-5], «Зерно» для контроля качества зерна [И-6], «Меркурий» для ветеринарного надзора [И-7] и «ЕГАИС» для оборота алкогольной продукции [И-8].

В последние годы значимость корректного и полного обмена данными с ФГИСами напрямую связывается с доступом к получению субсидий и возможностью предприятий участвовать в программах господдержки (СПИК, СЗПК, Индустриальные парки, Особые экономические зоны, др.). Например, при рассмотрении заявлений на специальные инвестиционные контракты проверяется налоговая дисциплина компаний, основанная на данных из АИС «Налог-3» и операторов фискальных данных (ОФД) [И-9].

Параллельно разрабатывается проект цифрового рубля [И-10], который рассматривается как один из ключевых элементов новой финансово-экономической инфраструктуры России. Его внедрение направлено на то, чтобы объединить данные о хозяйственной деятельности предприятий с информацией о фактических расчетах, формируя сквозную систему прослеживаемости денежных потоков. Таким образом, цифровой рубль становится инструментом, объединяющим финансовые и производственные данные в едином цифровом контуре экономики.

Интеграционные платформы становятся ключевым элементом цифровой трансформации предприятий, поскольку позволяют объединять не только внутренние ИТ-системы (ERP, CRM, MES), но и обеспечивать интеграцию с внешними государственными сервисами – ФГИС, системами маркировки, отраслевыми реестрами и платёжной инфраструктурой. Их применение упрощает построение архитектуры

взаимодействия между бизнесом и государством, сокращает сроки внедрения новых цифровых решений и повышает управляемость данными в режиме реального времени [И-11].

Такая интеграция делает государство и бизнес всё более взаимосвязанными: качество передаваемых данных напрямую влияет не только на точность налоговых расчетов и макроэкономическую статистику, но и на возможность компаний участвовать в программах государственной поддержки. Таким образом, управление корпоративными данными приобретает стратегическое значение, определяя не только эффективность внутреннего управления, но и устойчивость взаимодействия с государственными институтами цифровой экономики.

2. Платформенная экономика

Платформенная экономика становится одним из ключевых направлений цифровой трансформации, радикально меняя способы взаимодействия предприятий, потребителей и государства. В её основе лежит идея объединения участников вокруг цифровых платформ, которые обеспечивают стандартизованный обмен данными и услугами. В современной практике можно выделить несколько типов таких платформ. Прежде всего это маркетплейсы (Ozon, Wildberries, AliExpress), которые позволяют предприятиям расширять каналы продаж и формировать новые модели дистрибуции [И-12].

Вторую группу составляют тендерные площадки и B2B-порталы, обеспечивающие электронные закупки, взаимодействие с поставщиками и повышение прозрачности цепочек поставок [3].

Важную роль играют социальные сети (ВКонтакте, RuTube, мессенджер MAX), которые выступают не только каналами продвижения бренда, но и источниками данных о предпочтениях и поведении клиентов [4].

Наряду с этим активно развиваются отраслевые интеграционные платформы, ориентированные на создание сквозных цифровых процессов в рамках отрасли, от агропромышленных экосистем до промышленных кластеров [5]. Цели использования платформ разнообразны: повышение эффективности продаж, оптимизация закупок, поддержка бренда и коммуникаций, а также формирование новых бизнес-моделей, основанных на совместном использовании данных и сервисов.

Как отмечает Роджерс, цифровая трансформация требует не только внедрения новых технологий, но и фундаментального переосмысливания логики бизнеса в условиях сетевых рынков [6]. В традиционной модели предприятия создавали ценность в рамках замкнутой цепочки – от разработки продукта до его продажи конечному потребителю. Однако в цифровую эпоху ценность всё чаще формируется во взаимодействии множества участников платформы: производителей, поставщиков, партнёров, потребителей и даже конкурентов. Такие платформы становятся не просто каналами сбыта, а центрами экосистем, где происходит обмен данными, формируются новые сервисы и появляются дополнительные источники прибыли. При этом конкурентное преимущество определяется не столько наличием уникального продукта, сколько способностью компании встроиться в сетевую структуру, управлять потоками данных и поддерживать долгосрочные отношения с участниками экосистемы.

Таким образом, платформенная экономика трансформирует конкурентную среду, превращая цифровые платформы в точки концентрации отраслевых экосистем и создавая предпосылки для интегрированного управления данными между предприятиями.

3. Международные исследования

В международных исследованиях проблематика управления данными связывается прежде всего с ростом их объёмов, многообразием форматов и снижением степени структурированности. Согласно DAMA-DMBOK [7], данные становятся центральным корпоративным активом, однако именно их разнородность создаёт новые вызовы: компании вынуждены увеличивать вычислительные ресурсы и внедрять более сложные технологии для их сбора, интеграции и анализа.

Gartner отмечает, что классический подход на основе реляционных баз данных уже не обеспечивает требуемой гибкости, что привело к переходу сначала к архитектуре «Озера данных» (Data lakes), а затем к новым моделям «Фабрика данных» (Data fabric) и «Сетка данных» (Data mesh) [8, 9]. Эти концепции позволяют объединять источники разнородных данных и создавать распределённые структуры, где управление качеством и доступностью информации становится системным процессом. Важную роль начинают играть AI-driven решения: интеллектуальная интеграция данных, автоматическая генерация процессов (Data lineage) и применение алгоритмов в области управления данными (Data governance).

Современные исследования также подчёркивают значимость внедрения техник обработки данных (DataOps) и операций машинного обучения (MLOps) как методологий, обеспечивающих управляемую разработку и эксплуатацию аналитических моделей [10].

Всё это формирует основу для появления новых методов бизнес-аналитики, которые выходят за пределы традиционных отчётов и дашбордов, обеспечивая возможность прогнозного анализа, интеллектуальной поддержки управлеченческих решений и построения адаптивных бизнес-моделей в условиях высокой динамики внешней среды [11].

4. Результаты исследования

Практические аспекты методики управления корпоративными данными

Предлагаемая методика – это практический каркас, который переводит стратегию управления корпоративными данными в управляемые артефакты, роли и процедуры. Она охватывает полный жизненный цикл данных (от источников до потребителей), стандартизирует взаимодействие систем и людей, а также связывает ИТ-механику с бизнес-целями: КПЭ процессов, нормативные требования (в том числе ФГИСы), риск-контроль и экономический эффект. Методика опирается на принципы DAMA, DataOps/MLOps и ориентируется на прозрачность (lineage), качество и безопасность данных. На выходе предприятие получает воспроизводимый набор спецификаций, политик, моделей и сервисов, который обеспечивает масштабирование интегрированных процессов и ускоряет внедрение ИИ-сценариев.

Источником корпоративных данных каждого предприятия выступает, прежде всего, ERP-система, являющаяся ядром цифровизации процессов. В дополнение к ней используются внешние системы и сервисы (MDM, BPM, BI и другие), которые расширяют возможности автоматизации и управления. Существенный объём информации формируется также из внешних разнородных источников – государственных (например, ФГИС, налоговые сервисы) и коммерческих (EDI-провайдеры, маркетплейсы), что обеспечивает комплексное наполнение корпоративного контура данными для принятия управлеченческих решений.

Методика управления данными состоит из следующих компонент:

1) **Протоколы и интеграции (data integration)** – формирование стандартов взаимодействия ИТ-решений, что обеспечивает целостность информационного пространства и согласованность транзакционных процессов.

2) **Обработка (моделирование) данных (data modelling)** – описание ключевых сущностей предприятия (клиенты, заказы, продукты, партнёры и др.) и их взаимосвязей, что позволяет формализовать правила работы с данными и заложить основу для стандартизированной аналитики.

3) **Оркестрация сервисов и прослеживаемость данных (data orchestration and lineage)** – построение механизмов, обеспечивающих прослеживаемость движения и трансформации данных от источников до аналитических витрин.

4) **Управление данными и безопасность (data governance and security)** – моделирование сквозных цепочек, которые объединяют данные из разных систем, обеспечивая прозрачность и управляемость бизнес-процессов над системным уровнем.

5) **Аналитика и модели искусственного интеллекта (analytics & artificial intelligence)** – применение алгоритмов машинного обучения и крупных языковых моделей (ML, LLM) для автоматизации очистки, категоризации, прогнозирования и интеллектуальной поддержки управлеченческих решений.



Протоколы и интеграции (data integration)

Сегодня распространены десятки методов интеграции: от классических файловых обменов и работы через общую СУБД до более современных веб-сервисов и API-вызовов. В зависимости от зрелости инфраструктуры системы могут взаимодействовать напрямую или через специализированное промежуточное ПО – шину данных. Такая шина обеспечивает транспорт данных, контроль ошибок и логирование операций, что особенно важно в условиях взаимодействия с государственными органами и соблюдения регуляторных требований. По опыту автора в российском рынке ключевыми решениями выступают платформы RabbitMQ, Kafka, 1С, Датареон и другие.

Функционально интеграционные платформы, соответствующие современным международным практикам (iPaaS, Data Fabric), включают:

1) **Сбор и загрузку данных (Data Ingestion).** Поддерживается широкий спектр сценариев – от пакетных загрузок до потоковой передачи в реальном времени. Зрелые платформы обеспечивают бесшовный доступ к данным как из внутренних систем (ERP, CRM, WMS), так и из внешних источников: государственных реестров, облачных сервисов, IoT-датчиков и транзакционных API.

2) **Моделирование и трансформация данных (Data Mapping & Transformation).** Декларативные ETL/ELT-конвейеры автоматически сопоставляют разнородные схемы с целевой аналитической моделью. При этом выполняется валидация, нормализация и обогащение справочниками, а также применение бизнес-правил. На современном этапе критически важна встроенная поддержка трансформаций бизнес-сущностей (metadata-driven) и возможностей для самообслуживания бизнес-пользователей (self-service).

3) **Мониторинг и управление качеством (Data Monitoring & Controls).** Встроенные механизмы мониторинга (data observability) отслеживают полноту, своевременность и достоверность, а система оповещений автоматически реагирует на инциденты и нарушения SLA. Такой уровень прозрачности обеспечивает доверие к данным и позволяет использовать их для аналитики и AI-сценариев.



Обработка (моделирование) данных (data modelling)

Фундаментом управления корпоративными данными выступает обработка (моделирование) данных, которая обеспечивает единое представление информации для всех участников бизнес-процессов. Согласно мировой практике (DAMA, Gartner), моделирование данных должно охватывать весь спектр корпоративных потребностей:

- 1) **Поддержка многоуровневых моделей.** Включает концептуальный, логический и физический уровни описания, обеспечивающие связь между стратегическим планированием и конкретными системными реализациями.
- 2) **Нормализованные и многомерные схемы.** Предусматривается возможность работы как с нормализованными структурами для транзакционных систем, так и с многомерными моделями для аналитики (звезда, снежинка).
- 3) **Гибкость и масштабируемость.** Важной функцией является способность модифицировать модели с учётом изменений в бизнес-процессах, росте объёмов данных и появлении новых источников.
- 4) **Импорт и экспорт моделей.** Современные инструменты должны поддерживать обмен моделями в различных форматах (ERwin, PowerDesigner, UML, BPMN), что обеспечивает интеграцию с внешними системами и международными стандартами.
- 5) **Учёт аналитических требований.** Логическая модель должна включать показатели, измерения и бизнес-правила, необходимые для построения BI-отчётов, прогнозной аналитики и применения AI-моделей.

Особое значение имеет организация данных по слоям, что обеспечивает структурированность и управляемость:

- 1) **Справочники и метаданные (DICT).** Базовый слой, который хранит корпоративные справочники и описания метаданных. Он обеспечивает единый словарь понятий, унифицированные классификаторы и коды, что позволяет согласовать данные между различными системами. Слой играет ключевую роль в управлении качеством и интерпретацией данных, формируя основу для процессов управления данными (data governance).
- 2) **Сырые данные (RAW).** Хранилище первичной информации, поступающей из источников без существенной обработки. Данные сохраняются в максимально близком к источнику виде, включая дубликаты, ошибки и избыточные атрибуты. Цель слоя Сырых данных – обеспечить полноту и воспроизводимость информации, которая при необходимости может быть перепроверена или перезагружена.
- 3) **Оперативное хранилище (ODS).** Оперативное хранилище, где данные очищаются, нормализуются и приводятся к согласованному виду. Здесь выполняется первичная стандартизация, агрегирование и консолидация информации из разных источников. Слой обеспечивает доступ к данным, пригодным для ежедневной операционной аналитики и интеграции бизнес-процессов.
- 4) **Аналитический слой (DDS).** Финальный аналитический слой, включающий витрины данных, оптимизированные для построения отчётов, BI-панелей и прогнозных моделей. В DDS данные агрегированы, обогащены бизнес-правилами и готовы для применения инструментов бизнес-аналитики и AI-сервисов.

Такой подход позволяет выстраивать единую архитектуру управления данными, которая одновременно удовлетворяет требованиям транзакционных систем, аналитических платформ и AI-сервисов, сохраняя целостность и масштабируемость корпоративной информационной среды.



Рисунок 4 – Концептуальная схема обработки данных

Оркестрация сервисов и прослеживаемость данных (data orchestration and lineage)

Оркестрация сервисов в управлении корпоративными данными направлена на то, чтобы обеспечить согласованное выполнение всех процессов по загрузке, обработке и доставке информации. В мировой практике этот аспект связывается с концепцией наблюдаемости данных (data observability) – способностью платформ отслеживать движение данных в реальном времени, фиксировать отклонения и гарантировать соблюдение SLA.

Ключевым элементом здесь выступает data lineage – прослеживаемость данных от момента их поступления из источника до формирования аналитического отчёта или применения в модели искусственного интеллекта. Линия происхождения позволяет определить, какие системы участвовали в обработке, какие бизнес-правила применялись, а также зафиксировать все преобразования и агрегирования. Это критически важно как для соответствия требованиям регуляторов (например, ФГИС, НСУД), так и для обеспечения доверия со стороны бизнеса и внешних пользователей.

Оркестрация процессов реализуется через DAG-конвейеры (Directed Acyclic Graphs), где все шаги обработки данных описываются в виде последовательности задач. Такие системы автоматически запускают процессы, контролируют их выполнение, формируют события (alerts) при сбоях и обеспечивают воспроизводимость. На практике используются специализированные инструменты (Apache Airflow, DataTapeon, др.), позволяющие централизованно управлять обработкой данных.

Технологии искусственного интеллекта (AI-driven) усиливают этот слой методики – алгоритмы машинного обучения применяются для автоматического выявления узких мест, прогнозирования возможных сбоев и адаптивного перераспределения ресурсов. Это превращает прослеживаемость данных из статического журнала преобразований в активный инструмент мониторинга качества, поддерживающий надежность и прозрачность всего контура управления корпоративными данными.



Рисунок 5 – Концептуальная схема оркестрации данных

Управление и безопасность данных (data governance and security)

Современная методика управления корпоративными данными должна объединять два взаимосвязанных направления: управление качеством и обеспечение безопасности. Такой подход соответствует мировым практикам, где управление данными рассматривается не только как средство контроля качества, но и как основа для защиты информации и соблюдения нормативных требований. Ключевые элементы включают:

- 1) **Централизованный каталог данных.** Поддержка корпоративного каталога для упрощения поиска, совместного использования и понимания данных различными подразделениями. Каталог становится инструментом коллаборации, объединяющим бизнес и ИТ.
- 2) **Мониторинг и оценка качества.** Применение инструментов профилирования данных и встроенных контролей качества. Система позволяет отслеживать метрики (полнота, достоверность, своевременность) и автоматически формировать отчёты об отклонениях.
- 3) **Управление схемами.** Введение схем для прозрачного обмена между системами и контроль эволюции схем, что обеспечивает согласованность при интеграции и снижает риски ошибок.
- 4) **Классификация данных и персональные данные.** Автоматическая классификация корпоративной информации, включая выявление персональных данных и другой чувствительной информации, требующей особого режима защиты.
- 5) **Маскирование и анонимизация.** Реализация механизмов скрытия и обобщения данных для использования в тестовой среде и аналитике без риска раскрытия конфиденциальной информации.
- 6) **Шифрование.** Обеспечение защиты данных при передаче и хранении с помощью современных криптографических методов, что соответствует требованиям ФЗ-152, GDPR и других регуляторов.
- 7) **Контроль доступа.** Внедрение ролевых (RBAC) и атрибутивных (ABAC) моделей доступа, которые позволяют дифференцированно управлять правами пользователей в зависимости от их функций, контекста и уровня доверия.

Такое сочетание процессов управления и безопасности данных позволяет выстроить доверенную информационную среду, где данные не только точные и актуальные, но и защищённые на всех стадиях жизненного цикла.



Рисунок 6 – Концептуальная схема управления данными

Самообслуживаемая аналитика и искусственный интеллект
(self-service analytics & artificial intelligence)

Финальным элементом методики является слой самообслуживаемой аналитики (self-service) и искусственного интеллекта (artificial intelligence), где данные превращаются в бизнес-ценность. Ключевую роль здесь играет слой витрин данных (QuickMart layer), оптимизированных под конкретные аналитические задачи. Он позволяет пользователям работать в самостоятельном режиме, создавая собственные отчёты и визуализации без постоянного вовлечения ИТ-подразделений. Такой подход ускоряет принятие решений, снижает нагрузку на ИТ и формирует культуру работы с данными внутри предприятия.

Современные платформы, такие как Dataiku, AnyLogic или Loginom, предоставляют богатый набор инструментов для бизнес-аналитики и моделирования. Среди ключевых возможностей:

- 1) **Интерактивные дашборды.** Пользователи могут самостоятельно строить визуализации, использовать фильтры и интерактивные панели для анализа ключевых метрик.
- 2) **Регламентированные отчёты.** Поддержка создания формализованных отчётов в различных форматах с автоматизированной рассылкой заинтересованным сторонам.
- 3) **Геоинформационный анализ.** Включение GIS-функциональности для пространственного анализа и визуализации территориально распределённых данных (например, склады, торговые точки, логистические маршруты).
- 4) **Сценарный анализ и анализ чувствительности.** Проведение сценарного моделирования (What-if) для оценки влияния изменения отдельных переменных на бизнес-результаты. Анализ

чувствительности показывает, какие параметры оказывают наибольшее влияние на результаты, помогая сосредоточиться на критичных факторах.

5) **Модели искусственного интеллекта (ML/LLM).** Использование алгоритмов машинного обучения для детектирования аномалий, распознавания паттернов и прогнозирования ключевых показателей. Поддержка батчевых и потоковых сценариев (near real-time). Классификация и категоризация данных, интеллектуальное ценообразование, прогнозирование спроса, оптимизация цепочек поставок и автоматизация рутинных операций.

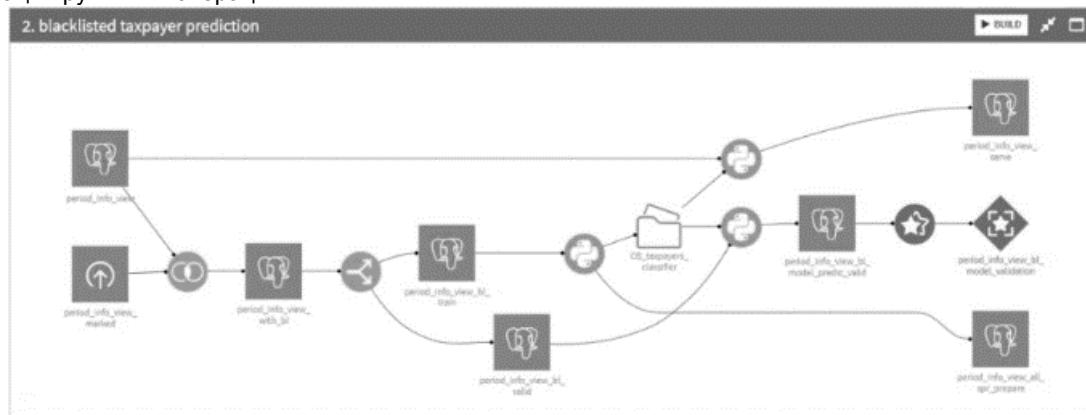


Рисунок 7 – Пример построения прогнозной модели в режиме self-service
(составлено автором в решении Dataiku)

Таким образом, интерактивные дашборды и модели искусственного интеллекта обеспечивают переход от описательной аналитики к предиктивной и предписывающей (predictive & prescriptive analytics), где система не только показывает текущее состояние, но и формирует рекомендации для действий.

Выводы

Цифровизация становится неотъемлемым условием устойчивого развития современных торгово-промышленных предприятий, где особое значение приобретает системное управление корпоративными данными. В настоящей работе представлена авторская методика, ориентированная на интеграцию принципов управления данными и технологий искусственного интеллекта (AI-driven), что позволяет формировать прикладные и воспроизводимые механизмы цифровой трансформации. В отличие от классических подходов, сосредоточенных на ИТ-архитектуре или отдельных процессах, методика делает акцент на практическую реализацию протоколов интеграции данных, обработку и оркестрацию данных, сервисы управления и безопасности, самостоятельного использования данных пользователями и применения моделей искусственного интеллекта (AI/ML).

Предложенный подход был апробирован автором в ряде крупных проектов цифровой трансформации, включая:

- 1) ведущую торговую испанскую компанию в фэшн-индустрии;
- 2) одного из крупнейших отечественных аграрных холдингов;
- 3) крупного производителя бытовой техники.

По опыту автора построение методики управления корпоративными данными невозможно без применения комплексного технологического стека, объединяющего системы-источники, средства обработки и моделирования, оркестрации и управления, протоколов интеграции, а также инструменты аналитики и искусственного интеллекта. Примером подхода является сочетание отечественных решений (1С, ЕЛМА, Галактика, отечественные BI и ИИ-платформы) и международных инструментов (PostgreSQL, ClickHouse, MongoDB, Airflow, Kafka, Spark). Такое сочетание позволяет обеспечивать соответствие нормативным требованиям, расширять возможности автоматизации и поддерживать высокую гибкость цифровой архитектуры предприятия.



Рисунок 8 – Пример Технологического стека (по опыту автора)

Практические результаты подтверждают, что внедрение методики управления корпоративными данными с компонентами искусственного интеллекта обеспечивает рост качества информации, прозрачность сквозных процессов и снижение проектных рисков.

Литература

1. Фреймворк цифровой трансформации. ИТиММ-2024. Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции имени А.И. Китова. Москва, 2024. С. 250-255.
2. Целевая ИТ-архитектура цифрового торгово-промышленного предприятия. ИТиММ-2025. Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции имени А.И. Китова. Москва, 2025. С. 169-174.
3. Высшая школа экономики. Платформенная экономика в России: потенциал развития. Москва, 2023. 72 с.
4. McKinsey & Company. The Rise of Digital Marketplaces. 2021.
5. Gartner. Market Guide for Digital Marketplaces. Gartner Research, 2022.
6. Rogers, D. L. The Digital Transformation Playbook: Rethink Your Business for the Digital Age. New York:Columbia University Press, 2016.– 278 c.
7. DAMA International. The DAMA Guide to the Data Management Body of Knowledge (DAMA-DMBOK2). Technics Publications, 2017. – 628 c.
8. Gartner. Top Trends in Data and Analytics 2024. Stamford: Gartner Research, 2024
9. <https://www.gartner.com/en/documents/4005998> (дата обращения: 06.09.2025).
10. Skoulis, I., Mitropoulos, D., Spinellis, D. MLOps: Continuous Delivery and Automation Pipelines in Machine Learning // IEEE Software. 2020. Vol. 37, No. 5. P. 28-35.
11. Saggi, M. K., Jain, S. A survey towards an integration of big data analytics to big insights for value-creation // Information Processing & Management. 2018. Vol. 54, No. 5. P. 758–790.

Интернет-источники

- И-1. <https://ac.gov.ru/news/page/v-rossii-poavitsa-nacionalnaa-model-celevyh-uslovij-vedenia-biznesa-28064> (дата обращения: 06.09.2025).
- И-2. https://www.nalog.gov.ru/rn77/about_fts/gos_inf/aisnalog3/ (дата обращения: 06.09.2025).
- И-3. <https://честныйзнак.рф> (дата обращения: 06.09.2025).
- И-4. <https://ofd.nalog.ru> (дата обращения: 06.09.2025).
- И-5. <https://lesegais.ru/> (дата обращения: 06.09.2025).
- И-6. <https://fgisgrain.ru> (дата обращения: 06.09.2025).
- И-7. <https://fsbps.gov.ru/fsbps/mercury> (дата обращения: 06.09.2025).
- И-8. <https://egais.ru> (дата обращения: 06.09.2025).
- И-9. <https://minpromtorg.gov.ru> (дата обращения: 06.09.2025).
- И-10. <https://cbr.ru/fintech/dr/> (дата обращения: 06.09.2025).
- И-11. https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Российские_платформы_для_интеграции_данных_и_приложений._Рейтинг_TAdviser (дата обращения: 06.09.2025)
- И-12. <https://www.economy.gov.ru> (дата обращения: 06.09.2025).

Ключевые слова:

Цифровая экономика, Платформенная экономика, Искусственный интеллект, Управление данными, Протоколы и интеграции, Обработка и моделирование, Оркестрация, Прослеживаемость, Безопасность, Самообслуживаемая аналитика.

Никитчук Сергей Сергеевич,
аспирант, РЭУ им. Г.В. Плеханова (115054, Россия, Москва, Стремянный переулок 36, корпус 9),
ORCID: 0009-0006-3422-6456,
snikitchuk002@yandex.ru

Sergei S. Nikitchuk. Methodology of AI-driven Data Management for Digital Enterprise

Keywords

Digital economy, Platform economy, Artificial intelligence, Data management, Protocols and integrations, Processing and modeling, Orchestration, Lineage, Security, Self-service analytics

DOI: 10.34706/DE-2025-04-08

JEL classification: C02 – C4 Эконометрические и статистические методы: специальные темы; C45 Нейронные сети и смежные темы

Abstract

The article presents an original methodology for corporate data management aimed for applying artificial intelligence (AI-driven) in industrial and trade enterprises. The relevance of the research is determined by the growing data volume and heterogeneity, the necessity of integration with federal state information systems

(FGIS), and development of platform economics. Unlike classical approaches to data management, the proposed methodology is focused on practical implementation and includes five interrelated components: data protocols and integrations, data processing and modeling, data services orchestration and data lineage, data governance and security, as well as the business self-service analytics and artificial intelligence layer.

The literature review considers modern international approaches (Data Fabric/Data Mesh, DataOps/MLOps) and the Russian specifics of the digital economy, including the national business model, the digital ruble project, and the development of FGISes. According to the analysis, the key challenge is the increasing demand for computational resources and the growing complexity of data processing technologies, while the degree of data structure decreases.

Practical testing of the methodology was carried out in several large-scale digital transformation projects, including trade, industrial, agricultural, and financial companies. The results demonstrated that the use of AI components improves data quality, ensures transparency of end-to-end processes, and reduces project risks. In the future, the methodology is expected to be further developed through the enhancement of data governance practices, the automation of integrations with state systems, and the application of generative AI models to build intelligent and adaptive digital architectures.

УДК 004.94:005.7

1.9. Прикладной системный анализ как инструмент обработки аналитической информации в информационных системах

Звягин Л.С.,

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Москва, Россия

Проблема исследования заключается в отсутствии формализованной, системно-обоснованной методики обработки аналитической информации в информационных системах (ИС), которая способна учитывать сложные взаимосвязи между компонентами системы (латентными конструктами) и обеспечивать устойчивость выводов для принятия эффективных управленческих решений в условиях гетерогенности данных. Цель исследования в статье - разработка и апробация методики обработки аналитической информации в ИС, основанной на методологическом аппарате прикладного системного анализа.

В результате исследования в ходе апробации интегрированной методики, объединяющей PLS-SEM и метод анализа иерархий (МАИ), было доказано, что эффективность ИС оказывает сильное, статистически значимое системное влияние на качество решений с коэффициентом пути $\beta=0,68$ и объясняет 46,2% дисперсии эндогенного конструкта ($R^2=0,462$). Экспертная верификация с использованием МАИ показала высокую системную значимость критериев «Достоверность отчета» (49,0%) и «Эффективность ИС» (40,7%), при этом согласованность суждений была высокой ($CR=0,0836 < 0,1$). Стохастическое имитационное моделирование продемонстрировало, что применение разработанной методики ПСА привело к увеличению среднего качества решений (с 4,35 до 4,61), а также, к снижению относительной неопределенности (коэффициента вариации CV) с 0,119 до 0,067, и означает повышение устойчивости аналитического вывода на 43,7% в условиях стохастических возмущений.

Разработанная методика ПСА, интегрирующая PLS-SEM и МАИ, является эффективным инструментом, который повышает устойчивость (робастность) аналитической информации к ошибкам и возмущениям, обеспечивая надежную основу для интеллектуального дополнения процессов принятия решений.

Введение

Современный этап развития экономики характеризуется повсеместным внедрением информационных систем (ИС) во все сферы деятельности. В контексте Индустрии 4.0 [13] и развития систем на основе искусственного интеллекта (ИИ) [17, 18], ИС перестают быть просто средством хранения и передачи данных, превращаясь в активный инструмент поддержки принятия решений. Основным ресурсом в этом процессе становится аналитическая информация - обработанные, структурированные и интерпретированные данные, дающие представление о состоянии объекта управления и тенденциях его развития.

Однако рост объемов данных (Big Data) не привел к автоматическому росту качества управлеченческих решений. Возникла проблема эффективной обработки этой информации. Традиционные подходы к анализу данных в ИС часто страдают фрагментарностью, рассматривая отдельные подсистемы (финансы, логистика, персонал) изолированно [3], которые приводят к потере синергетического эффекта и принятию локально-оптимальных, глобально-неэффективных решений.

В этой связи особую актуальность приобретает прикладной системный анализ (ПСА), определяемый А.В. Тебекиным [6, 7] как методология решения сложных, неструктурированных проблем. ПСА помогает рассмотреть ИС как сложную, открытую, динамическую систему [7, 8], а процесс обработки аналитической информации - как одну из ее функций. Принципы ПСА используются в бизнес-аналитике [4, 5] и стратегическом управлении [1], а также на этапах предварительного проектирования самих ИС [2].

Существующие исследования часто фокусируются либо на общих вопросах моделирования систем [3, 6], либо на конкретных статистических методах [12], либо на применении ИИ [11, 16, 17], не предлагая единой методологии, связывающей их воедино. Как отмечают В. Kim et al. [15], необходим структурированный подход к применению методов системного анализа для исследования механизмов реализации.

Проблема исследования заключается в отсутствии формализованной, системно-обоснованной методики обработки аналитической информации в ИС, которая учитывает сложные взаимосвязи между компонентами системы и гетерогенность данных для принятия эффективных управленческих решений.

Цель исследования - разработка и апробация методики обработки аналитической информации в ИС на основе аппарата прикладного системного анализа.

Методы исследования

Методологическая основа исследования построена на принципах прикладного системного анализа (ПСА) [9, 10]. В статье применен интегрированный двухэтапный методический подход, сочетающий статистическое моделирование и экспертную оценку.

На первом этапе использовался метод моделирования структурными уравнениями на основе частных наименьших квадратов (PLS-SEM) (Partial least squares structural equation modeling - моделирование структурных уравнений методом наименьших квадратов) [12]. Данный метод был выбран благодаря его способности эффективно работать с латентными переменными, которые критически важны для оценки системных качеств ИС и часто не поддаются прямому измерению.

На втором этапе, в целях верификации и повышения робастности модели, применялся метод анализа иерархий (МАИ) [10]. МАИ использовался для определения системных приоритетов критериев, составляющих целевой конструкт «Качество решений», через матрицу парных сравнений. Для обеспечения непротиворечивости субъективных экспертных суждений, была проведена проверка согласованности (CR), которая является критически важным элементом МАИ [6]:

На заключительном этапе для оценки устойчивости модели был применен метод стохастического имитационного моделирования [6]. Проводилось сравнение базовой модели (без весов МАИ) с интегрированной моделью с ПСА путем введения нормальных стохастических возмущений. Сравнение производилось по коэффициенту вариации, который выступает мерой относительной неопределенности [7].

Результаты исследования

Современные ИС, особенно в контексте Индустрии 4.0 [12], генерируют огромные массивы данных (Data Analytics), требующих не просто автоматизации [16], но и осмысленной, системно-обоснованной обработки для поддержки принятия стратегических и тактических решений [1].

Фундаментальные основы исследования базируются на теории систем и системном анализе [6, 7]. С точки зрения В.С. Вербы и В.А. Михеева [2], любая ИС представляет сложную, целенаправленную систему. Обработка аналитической информации в такой системе - не отдельный процесс, а одна из функций, которая должна быть согласована с общими целями управления [1]. А.В. Тебекин [6, 7] определяет ПСА как методологию, которая дает структурировать и решать сложные, плохо формализуемые проблемы. Она абсолютно применима к задачам выработки качественных управлений решений на основе неоднородных данных. М.А. Боровская [1] подчеркивает, что системный анализ является основой стратегического управления, где решения принимаются не на основе интуиции, а на основе всесторонне обработанной информации.

Применение ПСА в сфере информационных технологий традиционно связано с предварительным проектированием и разработкой документ-концепций ИС [2]. Однако современная бизнес-аналитика требует использования ПСА как активного инструмента для достижения предметных целей [4] и повышения качества выходной аналитики. В обработке информации, ПСА помогает выбрать и обосновать наиболее подходящие методы моделирования информационных процессов [3].

Одним из основных направлений является имитационное моделирование [5], которое дает возможность оценить поведение ИС и качество ее выходной информации в условиях стохастических возмущений и неопределенности.

А.В. Родионов [5] отмечает, что такое моделирование является неотъемлемой частью системного анализа в управлении. Процесс обработки аналитической информации сталкивается с двумя крайностями - избытком данных (Big Data, Industry 4.0 [12]) и проблемой малых или неполных данных (проблема малых данных) [10, 13, 15]. Традиционные статистические модели и даже некоторые методы глубокого обучения (Deep Learning) могут давать сбой при работе с ограниченными выборками [10, 15].

Решение проблемы малых данных часто лежит в плоскости использования искусственной генерации данных [13] или применении робастных моделей, способных обобщать информацию даже при ограниченном наборе входных параметров. Однако, развитие систем на основе искусственного интеллекта (ИИ), а также генеративный ИИ [17], вносит двойственный («Янусов») эффект в аналитику, требуя от системного анализа разработки ответственных и верифицируемых методик обработки.

Для преодоления ограничений традиционного регрессионного анализа в условиях сложных системных взаимосвязей исследователи в области информационных систем активно расширяют свой аналитический инструментарий [11]. Моделирование структурными уравнениями на основе частных наименьших квадратов (PLS-SEM) [11] стало основным методом для анализа латентных переменных (ненаблюдаемых конструктов), таких как «Эффективность ИС» или «Качество решений». PLS-SEM оценивает сложную сеть взаимосвязей между конструктами, подтверждая гипотезы о механизмах реализации [14] и причинно-следственных отношениях.

Однако, как показывает практика, только статистической оценки недостаточно для принятия стратегических решений, поскольку она не учитывает субъективную системную важность критериев. Здесь на помощь приходит метод анализа иерархий (МАИ) [8, 9], чтобы формализовать экспертные знания и присвоить веса различным критериям. Интеграция статистических данных (PLS-SEM) с экспертной оценкой имеет продвинутый, структурированный подход ПСА [14], который обеспечивает не только статистическую обоснованность, но и субъективную непротиворечивость финального аналитического вывода, для управления и обработки информации.

Таким образом, для эффективной обработки аналитической информации в современных ИС необходим методический подход, который:

- 1) использует математические инструменты (PLS-SEM) для выявления и количественной оценки системных причинно-следственных связей;
- 2) применяет техники ПСА (МАИ, имитационное моделирование) для верификации и приоритизации этих связей на основе экспертных знаний;
- 3) обеспечивает робастность результата в условиях стохастических возмущений, характерных для аналитических потоков.

На основе системного анализа [7, 15] предметной области была выявлена необходимость в разработке методического подхода прикладного системного анализа (ПСА), основанного на интеграции PLS-SEM и МАИ для повышения достоверности и устойчивости обработки аналитической информации в ИС.

1. Моделирование системных связей аналитической информации с использованием PLS-SEM

Для анализа аналитической информации (например, данных о производительности, надежности, удовлетворенности пользователей), которая часто представляет собой латентные переменные, не поддающиеся прямому измерению, используется PLS-SEM [12]. Использование PLS-SEM дает работать с латентными переменными (ξ_j), которые имеют решающее значение для оценки системных качеств ИС, таких как эффективность (ξ_1) и качество решений (ξ_2).

Для оценки надежности и валидности измерительной модели используются следующие метрики: композиционная надежность (CR) и средневзвешенная извлеченная дисперсия (AVE) отражают, насколько наблюдаемые индикаторы x_i действительно измеряют свой латентный конструкт ξ_j .

Композиционная надежность (CR) рассчитывается по формуле:

$$CR_j = \frac{(\sum_{i=1}^{p_j} \lambda_i)^2}{(\sum_{i=1}^{p_j} \lambda_i)^2 + \sum_{i=1}^{p_j} Var(\varepsilon_i)} \quad (1)$$

где p_j - количество индикаторов для конструкта j , λ_i - факторная нагрузка, $Var(\varepsilon_i) = 1 - \lambda_i^2$ - дисперсия ошибки измерения. Значение CR должно быть $> 0,7$.

Для определения средневзвешенной извлеченной дисперсии (AVE_j) используется формула:

$$AVE_j = \frac{\sum_{i=1}^{p_j} \lambda_i^2}{p_j} \quad (2)$$

Значение AVE должно быть $> 0,5$ для подтверждения конвергентной валидности [12].

В таблице 1 представлены исходные данные и расчет метрик измерительной модели, которая связывает наблюдаемые индикаторы с их соответствующими латентными конструктами (ненаблюдаемыми переменными). Данный этап прикладного системного анализа как указывается в источниках [9, 10], подтверждает, что выбранные индикаторы действительно адекватно измеряют целевые концепции.

Таблица 1 - Исходные данные и расчет метрик измерительной модели

Индикатор	Латентный конструкт	Факторная нагрузка (λ_i)	λ_i^2	$1 - \lambda_i^2$ (дисперсия ошибки)
x_1 Скорость обработки запроса	ξ_1 Эффективность ИС	0,85	0,7225	0,2775
x_2 Частота сбоев (обратная)	ξ_1 Эффективность ИС	0,78	0,6084	0,3916
x_3 Уровень знаний пользователя	ξ_2 Качество решений	0,75	0,5625	0,4375
x_4 Достоверность отчета	ξ_2 Качество решений	0,90	0,8100	0,1900

Как видно из таблицы 1 факторная нагрузка λ_i находятся в диапазоне от 0,75 до 0,90 и значительно выше общепринятого порогового значения 0,7, указывая на высокую конвергентную валидность. Индикаторы хорошо представляют свои латентные конструкты. Дисперсия ошибки $1 - \lambda_i^2$ показала, что у индикатора «Достоверность отчета» минимальная дисперсия ошибки (0,1900), и означает, что 81,00% вариации этого индикатора объясняется конструктом «Качество решений». И, наоборот, конструктом «Эффективность ИС» вариация «Скорости обработки запроса» объясняется на 72,25%.

Итак, измерительная модель обладает высокой надежностью и валидностью. Индикаторы являются сильными предикторами для своих конструктов, и дает перейти к оценке их внутренней согласованности и надежности (таблица 2).

В таблице 2 используются результаты измерительной модели (таблица 1) для расчета метрик, подтверждающих внутреннюю надежность латентных конструктов, которые соответствуют задачам обработки информации и статистики [12].

Таблица 2 - Расчет результатов PLS-SEM

Конструкт	Сумма λ_i	$\sum \lambda_i^2$	CR	AVE	Вывод
ξ_1 Эффективность ИС	1,63	1,3309	0,835	0,665	Надежность подтверждена
ξ_2 Качество решений	1,65	1,3725	0,864	0,686	Надежность подтверждена

В композитной надежности (CR) оба конструкта демонстрируют CR выше порогового значения 0,7 (0,835 и 0,864) и говорит о том, что индикаторы, измеряющие каждый конструкт, сильно коррелируют друг с другом, и их можно использовать как надежные меры для латентных переменных.

Оба значения средневзвешенной извлеченной дисперсии AVE (0,665 и 0,686) превышают пороговое значение 0,5 и означает, что более 50% дисперсии в каждом конструкте объясняется его собственными индикаторами, а не ошибками измерения.

На основании высоких значений CR и AVE, композитной надежности и конвергентная валидность обоих латентных конструктов («Эффективность ИС» и «Качество решений») полностью подтверждена.

2. Оценка структурной модели

Оценка структурной модели основана на коэффициенте пути β_{jk} и коэффициента детерминации R^2 [1, 15].

Коэффициент детерминации R^2 отражает долю дисперсии эндогенного конструкта ξ_j , объясненную его экзогенными конструктами:

$$R^2 = 1 - \frac{Var(\xi_j)}{Var(\xi_j)} \quad (3)$$

После подтверждения надежности и валидности измерительной модели, анализ структурной модели (таблица 3) помог оценить гипотезу о системном влиянии одного конструкта на другой.

Таблица 3 - Итоговые результаты структурной модели PLS-SEM

Путь (влияние)	Коэффициент Пути (β)	t-статистика	p-значение	R^2 для ξ_2	Эффект f^2
$\xi_1 \rightarrow \xi_2$ (эффективность качества решений)	0,68	4,51	< 0,001	0,462	0,858 (сильный эффект)

Коэффициент пути $\beta = 0,68$ указывает на положительное и сильное прямое влияние эффективности ИС (ξ_1) на качество решений (ξ_2). Увеличение эффективности информационной системы на одну стандартную единицу приводит к увеличению качества решений на 0,68 стандартных единиц.

Статистическая значимость (t-статистика и p-значение):

t-статистика = 4,51 значительно превышает критическое значение (обычно $\approx 1,96$ для $\alpha=0,05$).

p-значение < 0,001 говорит о том, что вероятность ошибки при принятии гипотезы о влиянии чрезвычайно мала.

Следовательно, влияние эффективности ИС на качество решений является статистически значимым.

Коэффициент детерминации $R^2=0,462$ для конструкта «Качество решений» означает, что 46,2% дисперсии (вариабельности) в качестве решений объясняется (детерминируется) вариацией в эффективности информационной системы и является умеренно высоким показателем объясняющей силы модели.

Размер эффекта $f^2 = 0,858$ является метрикой размера эффекта и согласно общепринятым критериям ($\geq 0,35$ - сильный эффект), он указывает на сильное системное влияние конструкта ξ_1 на ξ_2 . Тем самым, подтверждается прикладной системный анализ [4, 5], который выделил эффективность ИС как критический фактор для достижения предметных целей (качество решений).

Анализ подтверждает, что эффективность информационной системы оказывает сильное, статистически значимое и положительное системное влияние на качество принимаемых решений. Полученные результаты обеспечивают надежную формализацию системного взаимодействия в ИС, необходимого для поддержки принятия решений.

3. Интеграция метода анализа иерархий для весовой оценки

Для принятия управленческих решений в ИС, особенно при наличии малых данных [11, 16], необходимо верифицировать статистические связи β_{jk} экспертной оценкой. Метод анализа иерархий [10] используется для определения системных приоритетов (w_i), которые затем интегрируются в модель прогнозирования.

Оценку уровня несогласованности происходит с учетом расчета случайного индекса (RI):

$$RI = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}} \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n R_k \right) \quad (4)$$

где R_k - собственные числа случайной матрицы. В таблице 4 использовано табличное значение RI для n=3, равное 0,58.

Таблица 4 - Пример матрицы парных сравнений и расчеты

Критерий C_i	ξ_1	x_3	x_4	Произведение	Корень n -й степени	Вектор приоритетов w_i
ξ_1 (Эффективность)	1	3	$\frac{1}{2}$	1,5	1,1447	0,407
x_3 (Знания пользователя)	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{5}$	0,0667	0,4055	0,103
x_4 (Достоверность отчета)	2	5	1	10,0	2,1544	0,490
Сумма						1,000

Расчет вектора приоритетов (w_i), полученный через нормирование корня n – й степени произведения элементов каждой строки, показывает, что достоверность отчета имеет наивысший приоритет - 0,490 (49,0%). Подтверждается системное требование к аналитической информации, где высокая достоверность и низкая дисперсия ошибки являются критическими факторами для принятия решений [1, 7].

Эффективность ИС занимает второе место с весом 0,407 (40,7%) и согласуется с выводами PLS-SEM, где эффективность была определена как сильный предиктор качества решений.

Знания пользователя получили наименьший вес - 0,103 (10,3%). В данном случае, хоть и квалификация персонала важна, при наличии высокоеффективной и достоверной системы ее прямой вклад в итоговое качество решения ниже, чем вклад самой информации и ее обработки.

Таким образом, анализ матрицы парных сравнений показал, что критерии «Достоверность отчета» и «Эффективность ИС» являются доминирующими (их суммарный вес 90%) при формировании интегрального показателя качества решений.

Для обеспечения системной непротиворечивости оценок, следующим шагом необходимо провести проверку согласованности CR) [6]. Данная процедура поможет оценить, насколько логичными были суждения экспертов. Низкий показатель CR подтвердит, что экспертные оценки могут быть приняты для дальнейшего использования в многокритериальной модели поддержки решений. Проверка согласованности (CR):

$$\lambda_{max} = \frac{0,407 \cdot (1 + 3 + 0,5)}{3} + \frac{0,103 \cdot (\frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{5})}{3} + \frac{0,490 \cdot (2 + 5 + 1)}{3} = 3,097$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}}{0,58} = \frac{\frac{(3,097 - 3)}{(3 - 1)}}{0,58} = \frac{0,0485}{0,58} = 0,0836$$

Так как $CR = 0,0836 < 0,1$, матрица парных сравнений согласована, и подтверждает системную достоверность экспертной оценки.

4. Разработка интегрированной системной модели и стохастическое моделирование

Для перехода к принятию решений необходимо интегрировать статистические связи (β) и экспертные приоритеты (w) в единую модель.

Определяем прогнозируемое качество решений (Q) как функцию, учитывающую системные связи и экспертные приоритеты [15]:

$$Q = \sum_{j=1}^m w_j \cdot \left(\sum_{k=1}^m \beta_{jk} \xi_k \right) \cdot \mathbb{I}(\beta_{jk}) \quad (5)$$

где w_j - приоритет конечного конструкта (в нашем случае ξ_2), β_{jk} - коэффициент пути, $\mathbb{I}(\beta_{jk})$ - индикаторная функция, равная 1, если связь β_{jk} статистически значима ($p\text{-value} < 0,05$), и 0 в противном случае.

В нашем примере, где $\xi_1 \rightarrow \xi_2$ являются индикаторами ξ_2 :

$$Q = w_{\xi_2} \cdot \beta_{\xi_1 \rightarrow \xi_2} \cdot \hat{\xi}_1 + w_{x_3} \cdot x_3 + w_{x_4} \cdot x_4 \quad (6)$$

Используя веса МАИ для индикаторов ξ_2 (см. таблицу 4) и коэффициент $\beta_{\xi_1 \rightarrow \xi_2}$ из PLS-SEM применим прикладной системный анализ (ПСА):

$$Q_{\text{ПСА}} = 0,407 \cdot (0,68 \cdot \hat{\xi}_1) + 0,103 \cdot x_3 + 0,490 \cdot x_4$$

Для оценки устойчивости Q в ИС [6], вводим случайные возмущения. Предполагается, что скорость обработки (x_1) и достоверность отчета (x_4) являются стохастическими переменными в пределах 10% от их среднего значения, распределенными нормально.

Уравнение стохастического моделирования для Q:

$$Q^{(k)} \sim N(\mu_Q \sigma_Q^2), k = 1, \dots, M$$

где, μ_Q и σ_Q^2 - среднее и дисперсия итогового качества решений, вычисленные для M=1000 итераций.

Представленная таблица 5 содержит результаты стохастического имитационного моделирования, проведенного с целью оценки влияния прикладного системного анализа (ПСА), интегрированного с методом анализа иерархий (МАИ), на устойчивость итогового показателя качества решений (Q) в информационной системе.

Таблица 5 - Данные для стохастического моделирования и расчет коэффициента вариации

Показатель	Среднее значение μ	Стандартное отклонение σ	Модель	Среднее Q	σ_Q	Коэффициент вариации $CV = \sigma_Q / \mu_Q$
Базовая модель (без весов АНР)	4,30	0,50	$Q_{\text{база}} \approx \xi_2$	4,35	0,52	0,119
Модель с ПСА (интегрированная)	4,30	0,50	$Q_{\text{ПСА}}$	4,61	0,31	0,067

Сравнение двух анализируемых моделей - базовой модели (без использования весов МАИ) и модели с ПСА (интегрированной) демонстрирует методологический аспект исследования. В моделях использовали одинаковые входные данные, чтобы подтвердить идентичные параметры входного стохастического показателя (например, конструкта «эффективность ИС»). Среднее значение μ и стандартное отклонение σ для входных данных составили 4,30 и 0,50 соответственно для обоих случаев.

Различия наблюдаются исключительно в выходных характеристиках Качества Решений (Q), и видны изменения эффекта от применения разработанной методики ПСА.

Применение интегрированной модели с ПСА привело к значительному увеличению среднего ожидаемого качества решений. В базовой модели среднее значение Q составило 4,35. Модель с ПСА имеет среднее значение Q которое увеличилось до 4,61.

Рост на 6% обусловлен тем, что методика ПСА, посредством МАИ, присвоила более высокие веса (приоритеты) тем индикаторам, которые обладают высокой достоверностью (например, «достоверность отчета»), и минимизировала влияние менее достоверных или более волатильных факторов. Таким образом, системный анализ обеспечил экспертизно-обоснованную оптимизацию прогнозируемого результата.

Наиболее значимый результат, подтверждающий эффективность ПСА как инструмента обработки аналитической информации, демонстрирует коэффициент вариации (CV). Коэффициент вариации, определяемый как отношение стандартного отклонения к среднему значению ($CV = \sigma_Q / \mu_Q$), является мерой относительной неопределенности или волатильности результата. У базовой модели стандартное отклонение σ_Q составило 0,52, а CV - 0,119. У модели с ПСА стандартное отклонение σ_Q снизилось до 0,31, а CV - до 0,067.

Снижение CV с 0,119 до 0,067 означает уменьшение относительной неопределенности на 43,7%. Полученный результат подтверждает, что интеграция ПСА в процесс обработки аналитической информации (PLS-SEM) повышает ожидаемое качество решений и устойчивость (робастность) показателя к стохастическим возмущениям и ошибкам в исходных данных.

Итак, аналитическая информация, полученная через ИС, является надежной основой для принятия стратегических управленических решений.

Заключение

В проведенном исследовании предложено решение проблемы эффективной обработки аналитической информации в ИС путем разработки и апробации интегрированной методики прикладного системного анализа (ПСА). Полученные результаты обеспечивают надежную формализацию системного взаимодействия в ИС, необходимого для поддержки принятия решений.

Анализ структурной модели PLS-SEM неопровергнуло доказал, что эффективность ИС (ξ_i) оказывает сильное, статистически значимое и положительное системное влияние на качество решений (ξ_2) с коэффициентом пути $\beta = 0,68$ и объясняет 46,2% дисперсии. Этот результат (размер эффекта $f^2 = 0,858$) выделяет эффективность ИС как критический фактор в соответствии с положениями ПСА. Метод МАИ помог провести верификацию статистических связей экспертной оценкой. Установлено, что критерии «достоверность отчета» (49,0%) и «эффективность ИС» (40,7%) являются доминирующими (суммарный вес 90%). Высокая согласованность матрицы парных сравнений ($CR = 0,0836 < 0,1$) подтверждает системную достоверность экспертных оценок, чтобы использовать их в многокритериальной модели. Интегрированная модель с ПСА показала снижение коэффициента вариации (CV) с 0,119 до 0,067, означает уменьшение относительной неопределенности на 43,7%. Также подтверждает, что применение интегрированного ПСА (с весами МАИ) повышает робастность итогового показателя качества решений (Q) к стохастическим возмущениям в аналитических данных, делая информацию, полученную через ИС, более надежной основой для стратегического управления.

Таким образом, разработанная и апробированная методика ПСА, интегрирующая PLS-SEM и МАИ, является эффективным инструментом обработки аналитической информации в ИС. Она обеспечивает не только статистическую оценку системных связей, но и экспертизно-обоснованную устойчивость результатов, которая является необходимым условием для перехода от простой автоматизации к интеллектуальному дополнению процессов принятия решений.

Литература

1. Боровская М. А., Куижева С. К., Лябах Н. Н. Системный анализ проблем и перспектив внедрения цифровых и интеллектуальных технологий в России: вызовы и пути решения //Научно-аналитический журнал. – 2025. Т. 32. № 5. С. 153-162.
2. Верба В. С., Михеев В. А. Системный анализ методов проектирования многофункциональной информационной системы // Известия ЮФУ. Технические науки. 2008. №8. С. 109-116.
3. Ракитов А.И., Бондяев Д.А., Романов И.Б., Егерев С.В., Щербаков А.Ю. Системный анализ и аналитические исследования: руководство для профессиональных аналитиков. [отв. ред. А.И. Ракитов]. - М., 2009. - 448 с.
4. Заславская В. Л. Прикладной системный анализ как инструмент для достижения предметных целей в бизнес-аналитике // Хроноэкономика. 2022. №4 (38). С. 51-65.
5. Родионов, А.В., Белов, М.А. и Балашова, М.В. Моделирование сложных организационных систем с применением новейших программно-инstrumentальных средств на примере хэндлинговой компании в открытой облачной среде на базе виртуальной компьютерной лаборатории. Системный анализ в науке и образовании. 2023. № 1. С. 18–40.
6. Тебекин А. В. Определение содержания и сущности системного анализа как инструментальной основы эффективного управления сложными системами // Журнал технических исследований. 2022. №. 2. С. 12-19.
7. Тебекин А.В., Тебекин П.А., Егорова А.А. Развитие принципов системного анализа как методологической основы разработки и применения его методов // Журнал технических исследований. 2021. Т. 7. № 2. С. 20-30.
8. Arthur M. Langer Analysis and Design of Information Systems Third Edition. Publisher. Springer. 2007. 418 p.
9. Kucherer, C., Jung, M., Jahn, F., Schaaf, M., Tahar, K., Paech, B., Winter, A. (2015): System analysis of information management. INFORMATIK. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. 2015. pp. 783-796.
10. Brigato, L.A. Close Look at Deep Learning with Small Data / L.A. Brigato, Luca Iocchi // 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR). – 2020. – P. 2490–2497.
11. Cepeda-Carrion, Gabriel & Roldán, José & Sabol, Misty & Hair, Joe & Chong, Alain. (2024). Emerging opportunities for information systems researchers to expand their PLS-SEM analytical toolbox. Industrial Management & Data Systems. 2024. Vol. 124. P. 1-21. Doi: 10.1108/IMDS-08-2023-0580.
12. Duan L., Da Xu L. Data analytics in industry 4.0: A survey //Information Systems Frontiers. – 2024. – T. 26. – №. 6. – С. 2287-2303.
13. Handling a Small Dataset Problem in Prediction Model by employ Artificial Data Generation Approach: A Review / M. Lateh, A. Muda, Z. Yusof, N. Muda, M. Azmi // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – Vol. 892. – p. 012016. – DOI:10.1088/1742-6596/892/1/012016.
14. Kim B, Cruden G, Crable EL, Quanbeck A, Mittman BS, Wagner AD. A structured approach to applying systems analysis methods for examining implementation mechanisms. Implement Sci Commun. 2023 Oct 19;4(1):127. doi: 10.1186/s43058-023-00504-5.
15. Olson, M. Modern Neural Networks Generalize on Small Data Sets / M. Olson, A.J. Wyner, R.A. Berk // 32nd Conference on Neural Information Processing Systems. – Montreal, Canada, 2018.
16. Spring M., Faulconbridge J., Sarwar A. How information technology automates and augments processes: Insights from Artificial-Intelligence-based systems in professional service operations //Journal of Operations Management. – 2022. – Т. 68. – №. 6-7. – С. 592-618.
17. Susarla A. et al. The Janus effect of generative AI: Charting the path for responsible conduct of scholarly activities in information systems //Information Systems Research. – 2023. – Т. 34. – №. 2. – С. 399-408.

References in Cyrillics

2. Borovskaya M. A., Kuizheva S. K., Lyabah N. N. Sistemnyj analiz problem i perspektiv vnedreniya cifrovyh i intellektual'nyh tekhnologij v Rossii: vyzovy i puti resheniya //Nauchno-analiticheskij zhurnal. – 2025. Т. 32. № 5. С. 153-162.
3. Verba V. S., Miheev V. A. Sistemnyj analiz metodov proektirovaniya mnogofunkcio-nal'noj informacionnoj sistemy // Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki. 2008. №8. С. 109-116.
4. Rakitov A.I., Bondyaev D.A., Romanov I.B., Egerev S.V., SHCHerbakov A.YU. Sistemnyj analiz i analiticheskie issledovaniya: rukovodstvo dlya professional'nyh analitikov. [otv. red. A.I. Rakitov]. - М., 2009. - 448 s.
5. Zaslavskaya V. L. Prikladnoj sistemnyj analiz kak instrument dlya dostizheniya pred-metnyh celej v biznes-analitike // Hronoekonomika. 2022. №4 (38). С. 51-65.
6. Rodionov, А.В., Belov, М.А. и Balashova, М.В. Modelirovanie slozhnyh organizacion-nyh sistem s primeniem novejshih programmno-instrumental'nyh sredstv na pri-mere hendlingovoj kompanii v ot-krytoj oblastnoj srede na baze virtual'noj komp'yuternoj laboratorii. Sistemnyj analiz v naуke i obra-zovanii. 2023. № 1. С. 18–40.

7. Tebekin A. V. Opredelenie soderzhaniya i sushchnosti sistemnogo analiza kak instrumen-tal'noj osnovy effektivnogo upravleniya slozhnymi sistemami // Zhurnal tekhnicheskikh issledovanij. 2022. №. 2. S. 12-19.
8. Tebekin A.V., Tebekin P.A., Egorova A.A. Razvitiye principov sistemnogo analiza kak metodologicheskoy osnovy razrabotki i primeneniya ego metodov // Zhurnal tekhnicheskikh issledovanij. 2021. T. 7. № 2. S. 20-30

Звягин Леонид Сергеевич – к.э.н., доцент,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
ORCID: 0000-0003-4983-6012
lszvyagin@fa.ru

Ключевые слова

прикладной системный анализ, информационная система, обработка информации, аналитическая информация, системный подход, математическое моделирование, поддержка принятия решений, статистика, управление данными.

Leonid Zvyagin. Applied system analysis as a tool for processing analytical information in information systems

Keywords

applied systems analysis, information system, information processing, analytical information, systems approach, mathematical modeling, decision support, statistics, data management.

DOI: 10.34706/DE-2025-04-09

JEL classification C8 – Методология сбора и оценки данных

Abstract.

The problem of the research lies in the absence of a formalized, system-based methodology for processing analytical information in information systems (IS), which is able to take into account complex relationships between system components (latent constructs) and ensure the sustainability of outputs for making effective management decisions in conditions of data heterogeneity. The purpose of the research in the article is to develop and test a methodology for processing analytical information in IP based on the methodological apparatus of applied system analysis.

As a result of the study, during the testing of an integrated methodology combining PLS-SEM and the hierarchy analysis method (MAI), it was proved that the effectiveness of IP has a strong, statistically significant systemic effect on the quality of solutions with a path coefficient $\beta=0.68$ and explains 46.2% of the variance of the endogenous construct ($R^2=0.462$). Expert verification using MAI showed a high systemic significance of the criteria "Report reliability" (49.0%) and "IP effectiveness" (40.7%), while the consistency of judgments was high ($CR=0.0836 < 0.1$). Stochastic simulation demonstrated that the application of the developed PSA technique led to an increase in the average quality of solutions (from 4.35 to 4.61), as well as a decrease in relative uncertainty (coefficient of variation CV) from 0.119 to 0.067, which means an increase in the stability of analytical inference by 43.7% under stochastic conditions. disturbances.

УДК 339.944.2

1.10. Стоимостная оценка неторгуемого на рынке актива (программы для ЭВМ)

Неволин И.В., к.э.н., в.н.с. ЦЭМИ РАН, Москва

В статье предлагается развитие метода стоимостной оценки программного обеспечения на основе модели дележа. Известные синергетические эффекты между данными (машиночитаемыми данными, базами данных) и средствами их обработки (программным обеспечением) естественным образом выражаются формализмом алгоритмической теории информации через количество извлекаемой информации. Каждый элемент многокомпонентного программного продукта – программный модуль или фрагмент данных – при этом получает стоимостную оценку, пропорциональную его среднему вкладу в извлечение дополнительной информации. Такая интерпретация приводит к новому взгляду на задачу стоимостной оценки программ для поддержки принятия решений. Собранные из программных модулей и наборов данных эти многокомпонентные продукты оказываются тем ценнее, чем больший вклад они вносят в принятие информированных решений. В статье даны примеры оценки программ по известной цене обрабатываемых данных, которые торгуются на рынке, а также при сопоставлении с конкурирующими процедурами для принятия решений.

Введение

Современные методы стоимостной оценки – и те, что приняты в профессиональной среде, и те, что развивает научное сообщество, – позволяют отвечать на вопросы о стоимости или о ценообразовании на программные продукты. Если говорить о профессиональной оценке, то известные методы доходного, рыночного (сравнительного) и затратного подходов позволяют получить оценку с опорой на денежный поток, на аналогичный по своему функционалу продукт или по затратам разработки [Козырев, Макаров, 2003]. Научное сообщество со своей стороны предлагает более широкий инструментарий, который включает равновесные модели [Капустина, 2011], оптимизационные методы построения ценового меню [Babaioff, Kleinberg, Leme, 2012; Неволин, Соколов, 2013].

Однако современные программные продукты опираются на множество охраняемых результатов: программных модулей и наборов данных, взаимодействие между которыми настроено определённым образом. В этой связи получаемые стоимостные оценки относятся к целому продукту, но не к отдельным компонентам. Многие компоненты – как программные, так и наборы данных – доступны к приобретению на ИТ-рынке. Наряду с ними конечный программный продукт включает в себя и собственные разработки производителя – фрагменты кода или данные, которые, с одной стороны, позволяют связать между собой готовые компоненты и, с другой стороны, являются отличительной характеристикой продукта. Эти разработки могут не предлагаться на открытом рынке, но представляют самостоятельную ценность. И с ними также может быть связана задача стоимостной оценки. Например, при идентификации собственной разработки в качестве нематериального актива и постановки на баланс, при расчёте суммы компенсации за нарушение исключительных прав. Для таких случаев существует техника, основанная на модели дележа – одного из разделов теории игр. Она находит своё приложение в стоимостной оценке инвестиционных проектов [Козырев, 2016], в ситуациях определения размера компенсации за нарушение исключительных прав [Костин, Неволин, 2023; Неволин, 2023]. Но применение модели дележа к программному продукту имеет свои особенности, которые могут оказать существенное влияние на получаемую оценку неторгуемой на рынке компоненты. Эта особенность связана с зависимостью между данными и программами для их обработки, а также ценностью, которую несут программные продукты для бизнеса. В этой связи цель работы состоит в том, чтобы обозначить нюансы сочетания между данными и компьютерными программами и formalизовать процедуру обработки этих нюансов в контексте стоимостной оценки неторгуемых на рынке компонентов составного программного продукта. Для достижения поставленной цели используется модель дележа и привлекается алгоритмическая теория информации, которая естественным образом устанавливает связь между данными и компьютерными программами.

Модель дележа в контексте алгоритмической теории информации

При стоимостной оценке программ и баз данных необходимо учитывать синергетические эффекты, которые реализуются благодаря их сочетанию. Интуитивно понятно, что программный комплекс с набором данных стоит больше, чем его компоненты. Хорошим примером здесь могут служить системы искусственного интеллекта. Одна нейронная сеть мало пригодна для принятия решений. Также и размеченный набор данных – массив в миллионы записей мало полезен в качестве составного произведения (к ним в законодательстве приравниваются базы данных). Однако при их соединении получается полезный инструмент классификации. Пример с нейронной сетью демонстрирует сочетание торгуемого на рынке актива (датасетов – размеченных данных) с частным продуктом (разработанной системой искусственного интеллекта для внутреннего использования). И этот пример позволяет сформулировать тезис о том, что ценность сочетания данных и программы тем выше, чем больше информации возможно извлечь

из строки, подающейся на вход системы – нейронной сети, за которой стоят процедуры обучения и обучающая выборка. Данный тезис можно проиллюстрировать в терминах колмогоровской сложности из алгоритмической теории информации. Для справки приведём здесь определение количества информации через колмогоровскую сложность, которая вовлекает понятие строки (данных) и программы, по публикации А.Н. Колмогорова [Колмогоров, 1965].

Пусть множество объектов $X = \{x\}$ пронумеровано, и $D = \{n(x)\}$ – множество двоичных последовательностей – номеров элементов x , представленных двоичной записью. При этом требуется взаимно однозначное соответствие между X и D . Функция $l(x)$ обозначает длину последовательности $n(x)$. Предполагая $l(n(x)) \leq l(x) + \text{const}$ на $D \subseteq X$ и $l(x, y) \leq C_x + l(y)$ при $x \in X, y \in X$, вводят понятие программы p и метода программирования $\varphi(p, x) = y$, ставящий в соответствие объект y программе p и объекту x .

Информацией при этом называется величина $I_A(x: y) = K_A(y) - K_A(y|x)$, где

$$K_A(y|x) = \begin{cases} \min_{A(p,x)=y} l(p) \\ \infty, \neg p | A(p, x) = y \end{cases}.$$

Метод программирования A является «наилучшим» в том смысле, что любой другой метод связан с программой большей длины, т.е. $K_A(y|x) \leq K_\varphi(y|x) + C_\varphi$. Колмогоровская сложность $K_A(y|x)$, таким образом, является количественным выражением той степени, с которой сочетаются программа p и данные x . Существует также обобщение колмогоровской сложности на случай ограничения по ресурсам [Верещагин, Семёнов, Шень, 2023].

Актуальными сегодня также являются примеры CRM-система и платформы электронной коммерции. Программа для управления взаимоотношениями с клиентами (CRM, Customer Relationship Management) сама по себе является не более чем общей конструкцией/ заготовкой/ шаблоном для оцифровки общей логики взаимодействия с клиентами (также говорят «бизнес-процессов»). Её ценность (и, далее, стоимость) раскрывается только при объединении с полноценной базой данных конкретных клиентов, их истории покупок и взаимодействий, а также конкретного контекста пользователя этой программы. То же наблюдение справедливо для платформы интернет-магазина, но только если не касаться особенностей ведения бизнеса: правил наполнения каталогов, обслуживания логистики, системы лояльности и т.п. Изолированная механика интернет-магазина, воплощённая в программе, без базы данных о товарах может оцениваться практически по затратам разработчика.

Возможны случаи отклонения стоимости и в обратную сторону, которые также называют «уничтожением стоимости» или «эффектом каннибализма» [Козырев, Макаров, 2002]. Однако, как отмечается А.Н. Козыревым и В.Л. Макаровым, «от оценщика обычно требуют, чтобы стоимость целого была равна суммарной стоимости частей. В частности, это касается стоимости портфелей ИС и НМА, включающих программы и базы данных». Это требование ставит перед необходимостью решения проблемы методологического характера: необходимо разработать чёткое правило, которое позволяет корректно распределять стоимость портфеля интеллектуальных прав между его компонентами. Решение этой проблемы предложено в уже упомянутой работе [Козырев, Макаров, 2002], и оно состоит в использовании аппарата теории игр, а именно, Вектора Шепли. Следует кратко описать это решение для того, чтобы затем применить его к стоимостной оценке компьютерной программы – неторгуемого на рынке актива при известных ценах на данные.

Обращение к решению по Шепли в ситуации разделения стоимости портфеля интеллектуальных прав между его компонентами начинается с абстрагирования от конкретных свойств объектов в портфеле. Важными считаются только денежные потоки и вклады объектов в их генерацию. Все объекты нумеруются натуральными числами i от 1 до n , образуя множество элементов $N = \{1, \dots, n\}$. Предполагается, что подмножества элементов $S \subseteq N$ (например, «только программа», «только база данных», «программа и база данных вместе») возможно рассчитать его стоимость $v(S)$. Это стоимость, которую генерирует использование выделенного набора объектов, при условии, что все остальные элементы из N исключаются из портфеля.

Функция $v(S)$, $S \subseteq N$, где $v(\emptyset) = 0$, а $v(N)$ – стоимость всего портфеля, называется *характеристической функцией игры*. Полный расчёт $v(S)$ для всех возможных комбинаций объектов на практике чрезвычайно трудоёмок, но, как будет показано далее, это не всегда требуется, чему способствуют техники снижения размерности.

Решение по Шепли — это вектор $\varphi[v] = (\varphi_1[v], \dots, \varphi_n[v])$, который задаёт аддитивное распределение общей стоимости портфеля $v(N)$ между n по известной неаддитивной функции $v(S)$, $S \subseteq N$. Этот вектор удовлетворяет трём интуитивно понятным аксиомам:

S1 («аддитивность»): аддитивные оценки объектов, который вносят ощутимый вклад в ведение бизнеса, в совокупности равны интегральной оценке портфели, или $\sum_{i \in S} \varphi_i[v] = v(S)$. Бесполезные в коммерческом отношении объекты получают нулевую оценку.

S2 («независимость от перестановок»): Оценка объекта не должна зависеть от его порядкового номера в портфеле.

S3 («устойчивость к корректировке»): Если неаддитивная функция стоимости представима в виде суммы двух независимых вкладов ($v + u$), то и компоненты Вектора Шепли должны характеризоваться соответствующим разложением: $\varphi[v + u] = \varphi[v] + \varphi[u]$. Это означает, что правило распределения устойчиво к корректировкам в правилах стоимостной оценки объектов.

Этих аксиом достаточно для однозначного определения значений вектора $\varphi[v]$. Решение по Шепли записывается следующей формулой:

$$\varphi_i[v] = \sum_{T \subset S: i \in T} \frac{(n-t)!(t-1)!}{n!} [v(T) - v(T \setminus i)], \quad i = \overline{1, n},$$

где сумма берётся по всем подмножествам S , содержащим объект i , $t = |T|$ – количество объектов (размер) подмножества T , $n!$ – факториал числа n (произведение чисел от 1 до n), $T \setminus i$ – обозначение множества всех элементов T за исключением i .

Теперь представим ситуацию передачи информации в терминах алгоритмической теории информации и выразим стоимость неторгуемой на рынке программы через цену обрабатываемых данных. Предполагается, что продавец обладает частной информацией ω о состоянии мира – сведениями об объекте (в оригинальной работе – характеристиками пользовательской аудитории, которые позволяют настроить контекстную рекламу). В свою очередь покупатель обладает частной информацией θ о своём типе – о том, к какой группе потребителей он относится. При этом покупатель заинтересован в приобретении информации, поскольку она позволяет ему выбрать наилучшее действие $a \in A$, чтобы максимизировать полезность $u(\theta, \omega, a)$. Общим знанием считаются совместное вероятностное распределение $\mu(\theta, \omega)$ случайных величин θ и ω , а также функция полезности $u(\theta, \omega, a)$. Продавец на информационном рынке определяет цены на данные (информирующие сигналы о состоянии рынка), оптимизируя свой ожидаемый доход [Babaioff, Kleinberg, Leme, 2012]. Результатом является ценовое меню: покупатель каждого типа платит свою цену за данные. При этом, однако, изымается потребительский излишек. Можно считать, что, следуя этой процедуре, устанавливаются цены на данные. В процедуре получения информации по Колмогорову участвуют сигнал об объекте (строка), сам объект (также строка) и программа. Как они соотносятся с товарами на рынке программных продуктов? Модельная ситуация предполагает, что продавец обладает некоторым набором данных (частной информацией) и различным типом потребителей посыпает сигналы об этом наборе. Причём продавец может дифференцировать предпочтения относительно данного набора: разные срезы набора данных по-разному востребованы различными типами потребителей. Эти срезы и являются товарами, а сведения о составе этих срезов передаются потребителям в виде цен – информирующих сигналов. А именно: наблюдая цену t_θ , потребитель типа θ формирует апостериорные ожидания о получении ценности $\sum_{q \in Q} v_\theta(q)x_\theta(q)$, где q – апостериорная оценка вероятности сигнала ω , ω – состояние мира (частный сигнал), $x_\theta(q)$ – вероятность оценки q , $v_\theta(q)$ – ценность q для покупателя θ . Следующий слой рынка программных продуктов – получение и обработка среза данных. Последний рассматривается как сигнал (строка) из определения Колмогорова. Потребитель каждого типа обрабатывает полученный срез данных доступным ему программным средством. Если потребитель типа θ получает строку s и имеет в своём распоряжении программу π_θ , реализующую метод программирования $A(\pi_\theta, s)$, то принятая им строка s характеризуется как объект колмогоровской сложности $K^\theta(s)$. Программы π_θ могут рассматриваться в качестве активов, в то же время они являются товарами на рынке программных продуктов. Схему ценообразования на программы следует рассматривать с помощью модели, отличной от той, что представлена для случая торговли информацией. Дело в том, что аналогия с информирующими о функционале программы не вполне уместна. Её функционал можно продемонстрировать на имеющемся у покупателя наборе данных (именно для его обработки и приобретается программа), не передавая исполняемый код на его вычислительные мощности: операции можно выполнить на стороне продавца.

Если программа создана для обработки срезов данных конкретной структуры, её применимость ограничена. Заметим, что и данные имеют ценность только при наличии средств их обработки. Эти наблюдения естественным образом подводят рассуждения к формализации с использованием элементов кооперативной теории игр и распределения стоимости согласно решению по Шепли. Пусть для простоты существуют три программы $\{\pi_1, \pi_2, \pi_3\}$ и один набор данных s , который сообщает некоторые сведения о состоянии мира ω (как в модели из Подраздела 2.6). Различные программы, как говорилось, позволяют извлечь разное количество информации. Зададимся вопросом об оценке стоимости программы в использовании. Ответ на него даёт применение решения по Шепли – правило распределения стоимости между владельцами активов (программ и данных) при их совместной работе.

Если потребитель с программой типа θ (программой π_θ) обрабатывает строку s , извлекаемая им полезность положительно зависит от получаемого количества информации $I_\theta(s: \omega) = K(\omega) - K^\theta(s)$, где $K(\omega)$ – колмогоровская сложность объекта (состояния мира), одинаковая для всех потребителей. Считается, что данные приобретаются именно для того, чтобы повысить качество решения. Таким образом, «шум» или сведения с негативным эффектом исключаются из рассмотрения: оценка их полезности не является положительной с точки зрения покупателя. Положительная связь полезности и информации формально записывается выражением

$$u(\theta) = u(\theta, \omega, a) = u(I_\theta(s: \omega), a) = u(K(\omega) - K^\theta(s), a) = u(\theta, s).$$

Такая запись позволяет определить оценки $V(Y) = V(s, \pi_\theta | \theta \in Y)$ наборов Y с данными и программами естественным образом. Поскольку колмогоровская сложность по определению включает строку и программу для её обработки, отсутствие любого из этих компонентов оставляет колмогоровскую сложность объекта ω без изменений. Это учитывается при построении оценок $V(Y)$ наборов Y .

Если в наборе Y отсутствуют программы, колмогоровская сложность объекта не меняется, новая информация не поступает, и оценка оказывается нулевой:

$$V(s) = u(\emptyset, s) = u(K(\omega) - K(\omega), a) = u(0, a) = 0,$$

где символ пустого множества иллюстрирует отсутствие программы для обработки данных. Без программы сложность объекта ω остаётся постоянной независимо от переданных данных s , что соответствует отсутствию новой информации.

Ситуация нулевой оценки набора Y реализуется и в случае отсутствия данных:

$$V(\pi_\theta | \theta \in Y) = u(K(\omega) - K(\omega), a) = u(0, a) = 0.$$

Если в наборе Y потребителю доступны программы нескольких типов, то оценка набора определяется полезностью «наилучшей» из программ (той, которая позволяет получить наименьшую колмогоровскую сложность):

$$V(\omega, \pi_\theta | \theta \in Y) = \max_{\theta \in Y} u(\theta) = \max_{\theta \in Y} u(K(\omega) - K^\theta(s), a) = \max_{\theta \in Y} u(I_\theta(s: \omega), a).$$

Следует отметить, что в таком случае компоненты Вектора Шепли естественным образом интерпретируются через усреднение выигрыша потребителя в результате использования той или иной программы. Если принять нулевую оценку для пустого набора $V(\emptyset) = 0$, и записать компоненты Вектора Шепли:

$$\varphi_i = \sum_{Y \ni i \in Y} \frac{(n - y)! (y - 1)!}{n!} [V(Y) - V(Y \setminus i)], \quad i = \overline{1, 4},$$

то разности в квадратных скобках для наборов с программами π_1 и π_2 , например, можно привести к выражению:

$$V(s, \pi_1, \pi_2) - V(s, \pi_2) = u(I_1(s: \omega), a) - u(I_2(s: \omega), a),$$

что фактически отражает дополнительную ценность потребителя от извлечения дополнительной информации в результате использования более совершенного (в смысле $K^1(s) < K^2(s)$) программного обеспечения.

Если, например, $u^*(1) = 1$, $u^*(2) = 0,9$, $u^*(3) = 0,8$, то компоненты Вектора Шепли принимают значения $\varphi_1 = 0,38$, $\varphi_2 = 0,31$, $\varphi_3 = 0,27$, $\varphi_4 = 0,72$. Если оценка данных складывается из всех индивидуальных платежей за доступ к ним, то $\varphi_4 = t_1 + t_2 + t_3$, и, исходя из денежной оценки, пропорциональным образом оценить стоимости программ, как $(t_1 + t_2 + t_3) \cdot \varphi_\theta / \varphi_4$, $\theta = \overline{1, 4}$. Именно многократное использование данных без ущерба для их качества позволяет выразить оценку программы через стоимость данных, которая зависит от ценового меню и числа покупателей (в данном примере – один покупатель на одно предложение из меню).

Многокомпонентный продукт

Стоимостная оценка неторгуемой на рынке программы может помещаться в другой контекст. Как и выше, несколько процедур могут обрабатывать один набор данных, приводя к разным реализациям полезности. Однако теперь привязка делается не к цене данных, а к альтернативной стоимости.

Рассмотрим пример многокомпонентного программного продукта, который создан для решения конкретной задачи и, возможно, для конкретного пользователя. Данные для работы этого продукта, однако, приобретаются с рынка. Для решения задачи профилактики анемии предложена схема сценарного анализа ситуаций и архитектура агентной модели [Машкова, Милкова, Неволин, 2020; Машкова и др., 2021]. Пусть регулятор находится в ситуации принятия решения о выработке мер профилактики анемии. Главным фактором при этом является продовольственный. Соответственно, возникает задача обеспечения населения сбалансированным питанием. В базовой постановке модели присутствуют агенты-потребители, агенты-производители и государство, которое устанавливает правила игры. Непосредственное регулирование производителей продовольствия (и норм потребления питательных веществ) косвенно влияют на динамику очагов заболеваний. Так, банкротство производителей того или иного продукта может создать определённый дефицит продовольствия нужного качества (при неспособности конкурентов нарастить сбыт для удовлетворения потребителей в прежней степени) и, как следствие, сместить баланс микроэлементов, поступающих в организм вместе с пищей. В простейшем случае предприятия на продовольственном рынке сталкиваются с конкуренцией за каналы сбыта (место на прилавках ограничено) и действуют в условиях ограничений – организационных (санитарные правила и налоговое законодательство) и естественных (природные закономерности выращивания продукции, её хранения и переработки). Граждане, в свою очередь, получают доход, участвуя на рынке труда, и часть имеющихся в распоряжении средств направляют на потребление продуктов питания. На уровне агентов-индивидуов внимание уделяется диете. Последняя зависит от наличия продуктов, а также от моделей потребления: имеют значение кулинарные традиции, религиозные предпочтения, информация о здоровом питании и т.д. Показано, что окружение индивида, как и его доход, в значительной степени влияет на потребление [Kamphuis et al, 2006]. Следовательно, имея данные о ключевых параметрах агентов, можно формализовать динамику спроса.

Модель с дискретным временем реализует в общем случае следующую последовательность действий. Регулятор выпускает нормативные документы. В ответ остальные агенты следуют правилам производства и потребления товаров, чтобы максимизировать прибыль и удовлетворение от потребления продуктов. Со стороны предложения основными показателями являются цена, качество продуктов питания и количество производителей. Потребляя продукты питания, агенты-индивидуды меняют свои состояния здоровья («больной» или «здоровый») в соответствии с функцией изменения состояния. Регулятор

делает ход лишь в начале моделирования, и далее агенты-предприятия взаимодействуют с агентами-индивидуами в соответствии с принятymi правилами. Имея привязку агентов-предприятий и агентов-индивидуов к Субъектам Федерации, пользователь может наблюдать динамику продовольственного сектора и распространённости анемии в региональном разрезе. Соответственно, меняя параметры расчёта, связанные с производством и потреблением продуктов питания, пользователь исследует сценарии развития ситуации. Причём с каждым сценарием связаны те или иные издержки на борьбу с распространённости заболевания [Mashkova et al, 2021].

Общая рамка модели диктует требования к данным об агентах, процедурам их сбора и обработки. Фокус на производстве и потреблении продуктов питания в контексте регионального распространения анемии позволяет выделить три основных блока данных: о производителе, о продуктах и о населении. Однако выборе направления разработки присутствует и нулевой этап, который обосновывает фокус на питании в вопросе профилактики. И этот этап предполагает обработку больших данных – массива изобретений. Патентные исследования показывают два принципиальных направления усилий: профилактика с помощью питания и применение лекарственных препаратов [Kaur et al, 2022]. Причём эти направления можно детализировать до конкретных изобретений. Этот результат получен применением патентной информационной системы (программного обеспечения 1 – ПО-1), настроенной поверх массива патентных документов (набор данных 1 – Д-1). С выбором конкретного направления – профилактики – возникает задача обеспечения населения сбалансированным рационом. Комплексная экономическая задача требует внимания к производству и распространению продовольствия, обеспечению его доступности населению. И принимаемые меры могут быть точечными – затрагивать группы производителей, группы поставщиков, группы населения. Взаимность влияний на продовольственном рынке подсказывает инструмент количественного анализа – агент-ориентированное моделирование. Разработанная модель (программное обеспечение 2 – ПО-2) оперирует данными о производстве, распространении и потреблении продуктов питания, данными о населении (набор данных 2 – Д-2). Однако агентная модель нуждается в правилах формирования сценариев и в функциях изменения состояний агентов-индивидуов. Сценарии формируются в полуавтоматическом режиме. Из анализа нормативно-правовой базы известны основные документы, имеющие отношение к регулированию рынка продовольствия, и новые сценарии могут представлять из себя проекты правовых актов, которые вносят изменения в существующую базу. Фактически, речь идёт о том, что перечень параметров известен и зафиксирован действующими документами, а сценарии представляют собой значения этих параметров. Блок формирования сценариев дополняется модулем чтения и распознавания электронного документа, поиска значений и записи их в базу данных агентной модели. Этот модуль можно не выделять в качестве самостоятельного, а полностью атрибутировать его из агентной модели.

Функции изменения состояний агентов-индивидуов получаются в результате анализа данных о социальном благополучии населения (набор данных 3 – Д-3) статистическими методами с помощью программных пакетов (программное обеспечение 3 – ПО-3). Это же относится и к группам риска. В разбираемом примере группы риска выявлены в результате исследования Д-3, но другого их среза. Это, однако, потребовало специальной процедуры валидации и привлечения дополнительных данных. В этой связи без ограничения общности можно считать, что задачи выявления и описания групп риска, а также построения функции изменения состояния могут решаться на разных наборах данных, и к ним заведомо применяются различные методы обработки. Поэтому можно считать, что группы риска выявляются по результатам обработки набора данных 4 (Д-4) программным обеспечением 4 (ПО-4).

Как видно, решение в модельной ситуации требует участия разных наборов данных и соответствующих им программных средств обработки. Продуктом – инструментом поддержки принятия решений – в этом случае становится агентная модель ПО-2, данные для которой Д-2 обновляются достаточно регулярно (в соответствии с целями моделирования). Следует обратить внимание на то, что агентная модель ПО-2 является результатом научного проекта, и разработчик – академический институт – не является её непосредственным пользователем. Программа помогает в анализе сценариев на этапе выработки политики регулятором. Он и является основным пользователем и потребителем продукта. При этом ПО-2 и Д-2 являются дополняющими друг друга продуктами. Набор данных Д-2 включает данные официальной статистики, выгрузку из системы СПАРК-интерфакс, реально наблюдаемые цены в различных точках продаж, результаты наблюдений РЛМС. Доступ к ним оценивается по цене лицензий (на момент написания работы данные официальной статистики и результаты РЛМС доступны без оплаты). В то же время, результаты ПО-3, Д-3, ПО-4, Д-4 необходимы для корректной работы агентной модели. Именно в контексте этой тесной связи компонентов программных продуктов следует отвечать на вопрос о стоимости неторгуемого на рынке продукта ПО-2.

Далее рассматриваются две ситуации стоимостной оценки продукта ПО-2: первая предполагает использование продукта наряду с другими правилами принятия решений, вторая – использование продукта взамен других правил. Первая ситуация выглядит следующим образом. Регулятор использует три процедуры принятия решений: по результатам экспертной оценки, по результатам информирующего моделирования, по результатам моделирования с привлечением продукта ПО-2. Каждая процедура опирается на данные, сформированные наборами Д-2 (общие сведения об объекте) и Д-4 (группы риска). Данные Д-3 являются специфичными, могут обрабатываться только продуктом ПО-2 и совершенно бесполезны для процедур принятия решений, не предполагающих использование ПО-2. Ожидаемый

эффект от решения, основанного на экспертных оценках, принимается за единицу. Применение модельных расчётов позволяет уточнить видение ситуации и улучшить эффект на 10%. Это можно интерпретировать так: результатом применения вычислительных процедур является получение объектов меньшей колмогоровской сложности и, соответственно, извлечения большего количества информации – в разной мере, достаточном для снижения ошибок принятия решений. Пусть по результатам каждой процедуры принятия решений регулятор воздействует на разные (не пересекающиеся) наборы параметров. Например, первая процедура может повлиять на изменение стандартов питания в общественных учреждениях (детских садах, школах и т.п.), вторая процедура – на величины налоговых льгот для производителей, третья процедура – на величину субсидий для обеспечения доступности сбалансированной диеты. Возникает вопрос: какой может быть стоимость продукта ПО-2, разработанного научной организацией, в таком контексте? Ответ на него может быть найден с привлечением теории дележей – разнесения стоимости портфеля прав между его компонентами по схеме вычисления Вектора Шепли.

В соответствии с процедурой поиска компонентов Вектора Шепли выделяются группы результатов: данные и программы для их обработки. В соответствии с методикой разбиения стоимости портфеля прав по отдельным компонентам следует обозначить эффекты «синергии» и «каннибализма». Последние можно исключить в случае рассмотрения не баз данных как таковых, а срезов данных. Действительно, на этапе согласования передаваемых наборов можно исключить дублирование полей, поступающих из разных источников. Сложнее обстоят дела в случае приобретения доступа к информационным системам, поскольку они не предполагают фрагментированный доступ к данным. Например, данные официальной статистики могут пересекаться с данными СПАРК-интерфакс. Так, агрегирование компаний по выручке и отраслям в коммерческой системе не должно отличаться от выпуска отраслей по официальной статистике. В общем случае, конечно, эта ситуация неразрешима, но каждый частный случай может быть исследован на предмет проявления эффекта «каннибализма» с учётом конкретных деталей. В рассматриваемом случае агентной модели случаи каннибализма не обнаруживаются, поскольку на коммерческой основе получен доступ к срезам данных, которые невозможно получить из открытых источников. И эти срезы не пересекаются между собой.

Эффект «синергии» просматривается совершенно чётко в связках «данные – программа для их обработки». Как показано выше, каждая такая связка решает свою задачу, и набор этих задач не пересекается. Соответственно, «каннибализм» между такими связками не проявляет себя. Синергетические эффекты связок с результатами других проектов могут иметь место. Однако, поскольку в рассмотрении находится единственный проект – прогнозирование распространённости анемии в результате принятия тех или иных мер, – следует иметь в виду ненулевую оценку каждой связки «данные – программное обеспечение», предполагая экзогеннуюность такой оценки.

Рассматриваемые объекты имеют одинаковую природу и, соответственно, не отличаются по силе правовой охраны. Все они участвуют в общем проекте, связанном с исследованием распространённости анемии, и группировка по участию в других проектах не прослеживается. Единственное, что учитывается в оценке, как сказано, ненулевые оценки каждой связки «данные – программное обеспечение». К назначению этих оценок и следует перейти, следуя процедуре поиска компонентов Вектора Шепли.

Для дальнейшего введём следующие обозначения:

- 1 – процедура уточнения сведений о ситуации для принятия информированного решения с использованием агентной модели (ПО-2);
- 2 – процедура уточнения сведений о ситуации для принятия информированного решения с привлечением модельного инструментария, отличного от ПО-2;
- 3 – процедура уточнения сведений о ситуации для принятия информированного решения путём обработки экспертных оценок;
- 4 – набор данных для принятия информированного решения, включающий Д-2 и Д-4;
- 5 – набор данных для реализации функции изменения состояний агентов-индивидуов Д-3.

Следует обратить внимание на то, что каждая из процедур 1-3 опирается на данные 4, и только данные 5 являются специфичными – их использует только процедура 1. Как сказано выше, принимается допущение о том, что моделирование улучшает ожидаемый эффект на 10%. Таким образом, для сочетания {3,4}, принимая равенство $\{3,4\}=1$, можно получить $\{2,4\}=1,1$ и $\{1,4\}=1,1$. Последнее предполагает использование в агентной модели реальных данных для инициализации социально-экономических параметров, описывающих систему, но условные значения в функции изменения состояний. Сочетание {1,4,5}, как предполагается, приводит более адекватному моделированию, и поэтому $\{1,4,5\}=1,2$. Вновь обращаясь к фундаментальному положению о том, что данные без процедуры их обработки не имеют ценности, как и процедуры – без данных, можно констатировать, что список ненулевых наборов, используемых для вычисления компонентов Вектора Шепли, довольно ограничен.

Используя выражения для вычисления компонентов Вектора Шепли, можно получить: $\varphi(1) = 0,13$, $\varphi(2) = 0,10$, $\varphi(3) = 0,08$, $\varphi(4) = 0,85$, $\varphi(5) = 0,04$. Оценки показывают, что ПО-2 может оцениваться на 60% больше стоимости процедуры 3 или на 33% больше стоимости процедуры 2.

Вторая ситуация стоимостной оценки продукта ПО-2 предполагает другой контекст. С одной стороны, использование различных процедур для выработки мер, направленных на решение конкретной проблемы, может найти своё отражение в реальности, когда регулятор представляется разными ведомствами. Действительно, за нормирование рациона отвечает Роспотребнадзор, за налоговые льготы – Министерство

финансов России, за субсидии – Министерство труда и социальной политики России, Министерство экономического развития России, Пенсионный Фонд России (существуют варианты того, по какой линии выплачивать субсидии населению). И каждый орган вправе использовать те инструменты принятия решений, которые посчитает нужным. Обратимся, однако, к ситуации, когда решения принимаются согласованно, и для этого выбирается одна из трёх конкурирующих процедур. В этом случае решения 1, 2 и 3 являются конкурирующими, и каждое из них принимается с некоторой вероятностью. Аппарат для оценки компонентов Вектора Шепли с вероятностным образованием коалиций из имеющегося набора уже существует, и остаётся лишь назначить вероятности принятия той или иной процедуры. Предполагается, что процедура 3 (обработка экспертных оценок) уже используется регулятором, и ситуация предполагает варианты: остановить, как есть, выбрать процедуру 2, выбрать процедуру 3. Допуская инерцию в системе принятия решений, принимается вероятность сохранения процедуры 3 на уровне 0,5, переход на процедуру 2 – с вероятностью 0,25, переход на процедуру 3 – с вероятностью 0,25. Следует заметить, что полученная в результате стоймостная оценка процедур справедлива на дату оценки – на момент сохранения неопределенности в выборе той или иной процедуры для поддержки принятия решения.

Контекст выбора одной из процедур для поддержки принятия решений оставляет место для использования платформы рынка данных, речь о которой шла выше. Руководствуясь описанием доступных программных моделей, пользователь выбирает те из них, которые соответствуют стоящей перед ним задаче. Далее, имея набор вариантов (процедуры 1 и 2), пользователь находит данные для наполнения моделей. В описываемом случае предполагается, что процедура 1 нуждается в большем наборе данных (лучший результат достигается с реальной, а не модельной функцией изменения состояний), который также может быть найден посредством упомянутой платформы.

При тех же значениях оценок ненулевых наборов получаются невзвешенные на вероятность оценки $\hat{\varphi}(1) = 0,58$, $\hat{\varphi}(4) = 0,58$ в случае принятия процедуры 1, $\hat{\varphi}(2) = 0,55$, $\hat{\varphi}(4) = 0,55$ в случае принятия процедуры 2 и $\hat{\varphi}(3) = 0,50$, $\hat{\varphi}(4) = 0,50$ в случае принятия процедуры 3. И тогда взвешенные на вероятности исходов оценки принимают вид $\varphi(1) = 0,15$, $\varphi(2) = 0,14$, $\varphi(3) = 0,25$, $\varphi(4) = 0,53$. Стоимость процедур 1 и 2 превышают стоимость процедуры на основе экспертной оценки лишь при значении $p(3) = 0,35$ (в предположении равновероятных исходов для 1 и 2) со значениями $\varphi(1) = 0,19$, $\varphi(2) = 0,18$, $\varphi(3) = 0,18$, $\varphi(4) = 0,54$.

Заключение

Приобретая программный продукт, пользователи фактически получают некоторый набор программных библиотек и данных, соединение которых и обеспечивает предсказуемый результат. О стоимости готового продукта сказано много, но что можно сказать о стоимости его компонентов? Для их стоймостной оценки требуется выйти за рамки одного продукта и исследовать все варианты их использования. Оказывается, теоретико-игровой подход позволяет получить наиболее согласованные с теорией результаты. Параметризация через колмогоровскую сложность при этом не является необходимой, но оказывается полезной для иллюстрации разной степени востребованности программных функций одного и того же продукта в разных вариантах использования. Так, настроенная на обработку некоторого массива программы сможет обрабатывать данные и в «усечённом» виде. Обратное тоже верно: один и тот же массив данных может обрабатываться разными программами, приводя к разным результатам. При этом формализм алгоритмической теории информации вписывается в модель дележа, предлагая естественную интерпретацию математических выражений.

Литература

1. Верещагин Н.К., Семёнов А.Л., Шень А.Х. Последнее открытие Колмогорова? (Колмогоров и алгоритмическая статистика), Теория вероятн. и ее примен., 2023, том 68, выпуск 4, 719–750
2. Капустина О.В. Моделирование ценообразования на рынке информационной продукции: специальность 08.00.13 "Математические и инструментальные методы экономики". Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Капустина Ольга Владимировна. – Москва, 2011. – 25 с.
3. Козырев А. Н. Оценка интеллектуальной собственности: Функциональный подход и математические методы / Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью «Издательские решения», 2016. – 350 с.
4. Козырев А. Н., Макаров В.Л. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности / Москва : РИЦ ГШ ВС РФ, 2003. – 368 с.
5. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия “количество информации”. Проблемы передачи информации. Т.1, вып.1, сс.3-11
6. Костин А.В., Неволин И.В. Стоимость права использования товарного знака в составе группы средств индивидуализации // Цифровая экономика. – 2023. – № 3(24). – С. 23-28.
7. Машкова А.Л., Дрипта Р.Ч., Ришемжит К., Неволин И.В. Агент-ориентированная модель взаимосвязи доступности продуктов питания и динамики распространения анемии // Искусственные общества. – 2021. – Т. 16, № 1. – DOI 10.18254/S207751800013573-9.
8. Машкова А.Л., Милкова М.А., Неволин И.В. Система мониторинга заболеваний в региональном разрезе // Цифровая экономика. – 2020. – № 1(9). – С. 30-39. – DOI 10.34706/DE-2020-01-03.
9. Неволин И.В. Разделение стоимости портфеля прав на средства индивидуализации между его компонентами // Цифровая экономика. – 2023. – № 3(24). – С. 29-33.

10. Неволин И.В., Соколов Н.А. Назначение цен на информирующие сигналы при передаче ноу-хау // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 181-182.
11. Babaioff M., Kleinberg R., Leme R. P (2012): "Optimal Mechanisms for Selling Information", in Proceedings of the 13th ACM Conference on Electronic Commerce, EC '12, pp. 92-109.
12. Kamphuis C.B., Giskes K., de Bruijn G.J., Wendel-Vos W., Brug J., Van Lenthe F.J. Environmental determinants of fruit and vegetable consumption among adults: a systematic review // British journal of nutrition. - 2006. - Vol.96. - №4. - p.620-635.
13. Kaur R., Mishra S., Nevolin I.V., Roy Choudhury D., Singh M. Nutritional anemia: Patent landscape // World Patent Information. – 2022. – Vol. 70. – P. 102123. – DOI 10.1016/j.wpi.2022.102123.
14. Mashkova A.L., Dukhi N., Nevolin I.V., Savina O.A. Predictive assessment of the availability of a balanced diet for residents of Russian regions: an agent-based approach // Economic and social changes: facts, trends, forecast. 2021;14(6):107-25. DOI: 10.15838/esc.2021.6.78.6

References in Cyrillics

1. Vereshhagin N.K., Semjonov A.L., Shen' A.H. Poslednee otkrytie Kolmogorova? (Kolmogorov i algoriticheskaja statistika), Teoriya verojatn. i ee primen., 2023, tom 68, vypusk 4, 719–750
2. Kapustina O.V. Modelirovaniye cenoobrazovaniya na rynke informacionnoj produkcii: special'nost' 08.00.13 "Matematicheskie i instrumental'nye metody jekonomiki" : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonomiceskikh nauk / Kapustina Ol'ga Vladimirovna. – Moskva, 2011. – 25 s.
3. Kozyrev A. N. Ocenna intellektual'noj sobstvennosti: Funkcional'nyj podhod i matematicheskie metody / Ekaterinburg: Obshhestvo s ogranicennoj otvetstvennost'ju «Izdatel'skie reshenija», 2016. – 350 s.
4. Kozyrev A. N., Makarov V.L. Ocenna stoimosti nematerial'nyh aktivov i intellektual'noj sobstvennosti / Moskva : RIC GSh VS RF, 2003. – 368 s.
5. Kolmogorov A.N. Tri podhoda k opredeleniju ponjatiya "kolichestvo informacii". Problemy peredachi informacii. T.1, vyp.1, ss.3-11
6. Kostin A.V., Nevolin I.V. Stoimost' prava ispol'zovanija tovarnogo znaka v sostave gruppy sredstv individualizacii // Cifrovaja jekonomika. – 2023. – № 3(24). – S. 23-28.
7. Mashkova A.L., Dripta R.Ch., Rishemzhit K., Nevolin I.V. Agent-orientirovannaja model' vzaimosvjazi dostupnosti produktov pitanija i dinamiki rasprostranenija anemii // Iskusstvennye obshhestva. – 2021. – T. 16, № 1. – DOI 10.18254/S207751800013573-9.
8. Mashkova A.L., Milkova M.A., Nevolin I.V. Sistema monitoringa zabolevanj v regional'nom razreze // Cifrovaja jekonomika. – 2020. – № 1(9). – S. 30-39. – DOI 10.34706/DE-2020-01-03.
9. Nevolin I.V. Razdelenie stoimosti portfelja prav na sredstva individualizacii mezhdu ego komponentami // Cifrovaja jekonomika. – 2023. – № 3(24). – S. 29-33.
10. Nevolin I.V., Sokolov N.A. Naznachenie cen na informirujushchie signaly pri peredache nou-hau // Obozrenie prikladnoj i promyshlennoj matematiki. – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 181-182.

*Неволин Иван Викторович, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник
институт ЦЭМИ РАН (i.nevolin@cemi.rssi.ru)
ORCID 0000-0002-8462-9011*

Ключевые слова

стандарты оценки, программное обеспечение, теория информации, модель дележа, стоимость

Ivan Nevolin. Valuation of a non-traded asset (software)

Keywords

valuation standards, software, information theory, fair division, value

DOI: 10.34706/DE-2025-04-10

JEL classification: G7 – теория игр и теория переговоров, D46 – теория стоимости

Abstract

This article develops a software valuation method based on fair division. The well-known synergistic effects between data (machine-readable data, databases) and the means of processing them (software) are naturally expressed through the amount of extracted information by the formalism of algorithmic information theory. Each part of a multi-component software product (a software module or a data) is valued proportionally to its average contribution to the revelation of additional information. This interpretation results in a new approach to the valuation of programs decision-making. Being assembled from software modules and datasets these multi-component products are the more valuable the greater their contribution to informed decision-making. The article provides examples of software valuation based on the known price of the processed data traded on the market, as well as comparisons with competing decision-making

Памятка для авторов публикаций в журнале «Цифровая экономика»

В нашем журнале выполняются все требования Diamond-OA, включая отсутствие платы как со стороны авторов, так и со стороны читателей, рецензирование, а также проверка на плагиат и избыточное самоцитирование. Авторские права на опубликованные статьи остаются за авторами.

В журнале нет штатных сотрудников, все работы, включая проверку на плагиат, рецензирование, работу корректора и форматирование, выполняются группой единомышленников на общественных началах, а потому мы рассчитываем на такое же отношение к своим правам и обязанностям со стороны авторов. Материалы, опубликованные ранее (полностью или в значительной своей части) в других изданиях, не принимаются. Мы очень надеемся, что предполагаемые авторы избавят нас от работы с такими текстами.

Первое, что предлагается автору, желающему опубликовать статью в нашем журнале, – это зарегистрироваться в качестве потенциального автора и самому разместить предлагаемый к публикации текст на сайте журнала в отведенном для этого разделе (научные статьи, мнения, обзоры, рецензии, переводы). Тем самым автор принимает условия журнала и дает добро на публикацию своей статьи в журнале после прохождения всех предусмотренных процедур. Статья, прошедшая проверку и рецензирование, получает отметку о том, что она будет опубликована в журнале.

При отборе статей для публикации в очередном выпуске включение статьи в этот выпуск определяется, прежде всего, соотношением объемом материалов, в принципе годных для публикации, и фиксированным (96 страниц 9-м кеглем) объемом выпуска. Во внимание принимается соответствие тематики, время подачи материала и его готовность к публикации.

Полная готовность научной статьи к публикации означает ее соответствие принятому в журнале стандарту, включая правильное оформление списка литературы и ссылок, полные сведения об авторах, индексы JEL, аннотацию и ключевые слова на русском и английском, редактируемые формулы (набранные Word и в нем же редактируемые), ручную нумерацию разделов, рисунков и таблиц. Если нумерация автоматическая, она может сбиться при вставке статьи в общий блок.

Заголовок не должен быть длинным. Иначе в колонитуле будет бессмыслица. Не надо набирать заголовок большими буквами. Надо использовать опцию «все прописные». Это важно!

В списке литературы научные статьи упорядочиваются по алфавиту, причем сначала идут русскоязычные публикации, потом англоязычные и пр. Это нужно, чтобы не возникло путаницы при формировании транслитерации кириллических статей. Источники данных, нормативные и методические материалы идут отдельным списком. Ссылки на интернет-ресурсы, газетные публикации и т.д. желательно давать в сносках. Ссылки на научные публикации должны быть даны в формате [Автор, 2023]. При необходимости к году может быть добавлена латинская буква 2023a, 2023b.

Публикация статьи означает получение ей метаданных, включая DOI, номер выпуска, страницы. Выпуск журнала делается в формате pdf, причем в таком виде, что его сразу можно отдать в типографию и сделать твердую (бумажную) копию, если кто-то из авторов хочет ее иметь для себя. Бумажная версия выпуска имеет статус буклета, печатается за счет автора (заказчика) и в количестве, определенном заказчиком.

Статьи, размещенные авторами на сайте журнала, доступны читателям немедленно, еще до того, как прошли рецензирование. Они не считаются опубликованными до прохождения рецензирования и технических процедур. Но самим фактом размещения и предварительной регистрации человек разрешает это публиковать, отпадает необходимость в письменном договоре. Если автор присыпает статью в журнал и просит ее разместить, он нарушает стандартную процедуру и может создать нам сложности в будущем. Страйтесь следовать правилам и не создавать нам проблем!