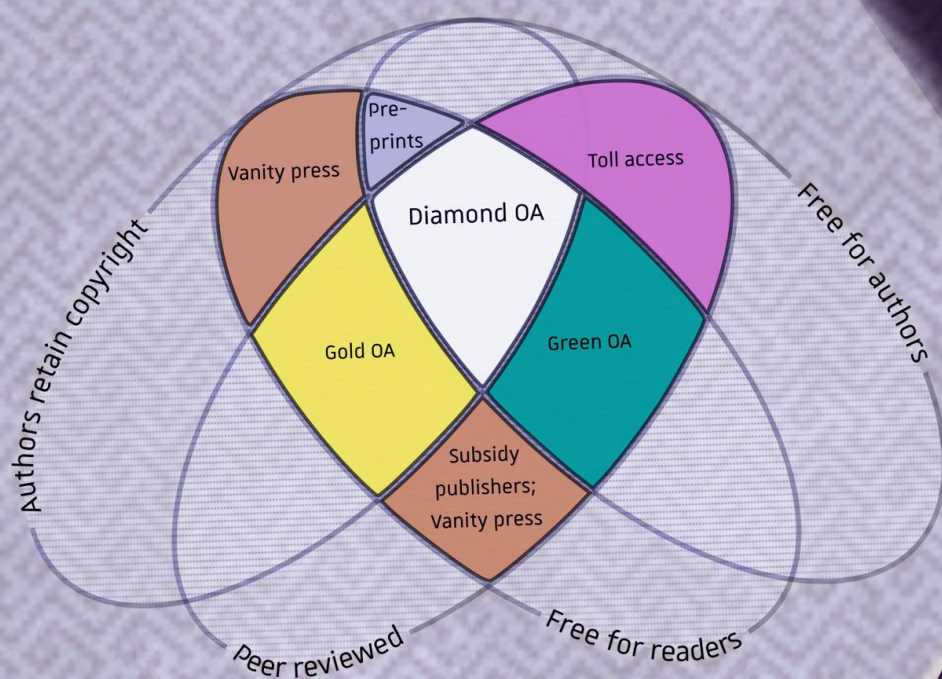


ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА



Принцип двойственности в математике и вычисления

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», № 3(33) 2025

Выпуск № 3, 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.

Тевелева О.В. – к.э.н., старший научный сотрудник ЦЭМИ РАН

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 19.09.2025, 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. Принцип двойственности и вычисления в математических моделях экономики	5
1.2. Малиновский В.К. Анализ распределения ресурсов аналитическими и численными методами	21
1.3. Грачев И.Д., Ларин С.Н., Ноакк Н.В. Моделирование инноваций, увеличивающих технологическую эффективность и ресурсную базу	26
1.4. Ноакк Н.В., Костина Т.А., Ивлева А.Е., Гусаров В.А. Проактивность как метакогнитивная рефлексия ошибок: анализ прошлого опыта в конструировании будущего.....	33
1.5. Ноакк Н.В., Костина Т.А., Ивлева А.Е. «Невидимый стресс» при стабильных показателях: кейс диагностики психоэмоционального напряжения в подразделении финансовой организации.....	46
1.6. Иванов Н.М., Фридман Ч.Ф., Хасанов М.Т. Стратегическое мышление руководителя в условиях цифровой трансформации: политэкономический подход к управлению талантами	49
1.7. Костин А.В. Назначение цен в экономике данных: алгоритмическая справедливость и отраслевые инварианты.....	56
2. Мнения.....	69
2.1. Дорофеев А.В. Зачем современным финансовым организациям нужна IT-платформа Banking-as-a-Service	69
2.2. Романчук А.П. BaaS платформа — революция в архитектуре IT банковской системы.....	74
2.3. Гурдус А.О., Сальников Ю.К. «Обогнать, не догоняя» в будущем развитии мобильной связи	78

Слово редактора

Дорогие читатели, перед вами тридцать третий с начала выпуска и третий в 2025 году номер журнала «Цифровая экономика». Всего за 7 лет мы выпустили 33 номера журнала, из них 31 по плану (4 выпуска в год) и 2 внеочередных выпуска. Мы стараемся не допустить задержки с публикацией научных текстов, оформленных в соответствии с нашими требованиями и успешно прошедших рецензирование.

Вместе с тем, от авторов требуется готовить тексты сразу в том формате, в каком они могут быть опубликованы. Авторам настоятельно рекомендуется внимательно читать памятку, публикуемую на последней странице каждого выпуска журнала, и строго следовать рекомендациям. Это снимает часть забот и технической работы с команды, выпускающей журнал на общественных началах. В стандарте, получившем (независимо) названия *brilliant* и *platinum*. Можно относиться к этому с юмором, но помнить о последствиях. Статьи, подготовленные в точном соответствии с требованиями, пользуются приоритетом при рассмотрении вопроса о включении в очередной выпуск. В результате статьи, подготовленные без учета наших требований, продолжают ожидать официальной публикации с присвоением *doi* и других метаданных, от чего теряют только авторы, поскольку читателям их тексты доступны. Также не следует злоупотреблять большими таблицами и рисунками, это отнимает много времени и сил при форматировании, и категорически не рекомендуется поручать написание текста ИИ.

Основная тематика данного выпуска – математические методы и вычислительная техника в экономике и других науках, в данном случае – в психологии. Частично это связано непосредственно с научными интересами авторов статей, а частично – с выполнением миссии, которую мы на себя взяли, начиная выпускать журнал. С самого первого номера мы уделяли много внимания достижениям отечественных ученых не только настоящего, но и прошлого. Это касается и достижений в области математики и упущенных возможностей вычислительной техники, и космической тематики. В этом выпуске журнала мы затрагиваем эти три темы в редакционной статье и в двух эссе, представленных в разделе «Мнения».

Редакционная статья на сей раз, как и в прошлом выпуске, связана не столько с остальными научными статьями данного выпуска, сколько с историей применения математических методов и вычислительной техники в экономике наукоемких отраслей СССР и позже – в РФ. Эта тема очень слабо освещена в литературе по данной тематике в силу ряда объективных обстоятельств. Среди них ограничения, связанные с секретностью, но не меньшую роль здесь сыграла объективная сложность темы, требующая понимания математики и методов вычислений. Историки, пишущие на эту тему, не знают математики в достаточном объеме, чтобы понимать бурные дискуссии между математиками и экономистами, проходившие в период, именуемый «оттепелью». Современные экономисты, пишущие на ту же тему, кое-что из математики знают, но их взгляд несколько односторонний. Понимание триады из функционального анализа, выпуклого анализа и математического программирования для них затруднено. Мы стараемся хоть сколько-то заполнить этот пробел в меру имеющихся возможностей. К сожалению, среди экономистов новой волны – выпускников Высшей школы экономики и РЭШ – довольно прочно укрепились убеждения, что искать в нашем прошлом нечего. Аналогичное в чем-то положение имело место во времена СССР, когда очень значительная часть интеллигенции жила с «фигой в кармане» и убеждением, что ничего путного отечественная наука дать не может, «все берем с Запада». Достижения в области математики реально могли оценить только математики, достижения в области применения математики в экономике безопаснее было представлять как технические достижения или достижения в области приближенных вычислений, а еще лучше вообще не создавать в этой области шума.

Между тем в области вычислительной математики мы опережали западных конкурентов в такой степени, что могли за счет этого компенсировать существенное отставание в области вычислительной техники и успешно решать те же задачи в космической и ядерной области. Соответствующие отрасли экономики именовались «Общее машиностроение» и «Среднее машиностроение», чтоб «никто не догадался». Именно там мы были долгое время впереди. Более открытым было приборостроение.

Остальные шесть научных статей связаны с математическими основами страхования, с применением математики в сочетании с психологией к решению актуальных проблем современности, с обработкой данных и управлением персоналом. Их разнообразие не позволяет уделить каждой из них достаточное внимание, а названия их авторов можно найти в оглавлении выпуска журнала.

Раздел «Мнения» на этот раз представлен тремя амбициозными публикациями, где авторы выходят на публику с новыми идеями, вызывающими неподдельный интерес у посетителей нашего сайта.

Главный редактор журнала

д.э.н. А. Н. Козырев

1. НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

УДК: 330.4, 519.8, 004.94

1.1. Принцип двойственности и вычисления в математических моделях экономики

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

Показаны неиспользованные до настоящего времени в полной мере возможности математического моделирования и вычислений на основе принципа двойственности, приведенного Л.В. Канторовичем из функционального анализа в выпуклый анализ, в линейное программирование и в экономику. Особое внимание уделяется вычислениям в условиях изначальной неполноты информации и появления дополнительных условий по мере решения задач на экстремум. В качестве иллюстраций использованы примеры из практики. Высказана авторская точка зрения на причины кризиса экономической науки в целом и экономико-математического направления в частности.

1. Введение

Принцип двойственности в математике – это рассмотрение пар объектов, связанных определенным образом (сопряженных). Самые близкие для нашей аудитории примеры – прямая и двойственная задачи линейного программирования, сопряженные выпуклые конусы. Чуть дальше – пространство непрерывных функций, определенных на метрическом компакте, и сопряженное к нему пространство мер, определенных на борелевских подмножествах того же компакта. Каждая мера определяет линейный функционал на пространстве непрерывных функций. В этом пространстве может быть задана перевозочная метрика Канторовича. Список можно продолжать, не уходя от тематики экономико-математического направления, если понимать его широко. Например, в работе [Васильев, 1998] обобщенное значение по Шепли – линейный оператор со значениями в K -пространстве, определенный на множестве неаддитивных функций множеств. Но бывают случаи и попроще, например, евклидово пространство самосопряженное, то есть сопряженное к нему такое же пространство.

Главная из намеченных целей – показать возможности применения принципа двойственности, заимствованного из функционального анализа и геометрии выпуклых многогранников, к решению задач в области экономики и организации производства (с применением математики). Конкретно речь идет о применении этого принципа к решению задач на экстремум, включая многоцелевую оптимизацию, к теории кооперативных игр в форме характеристической функции и к математическим моделям общего экономического равновесия (далее – ОЭР), а потом – к практическим задачам экономики и организации производства. Следование принципу двойственности позволяет переписать теорию ОЭР на языке двойственности, сопряженных пространств и конусов, избавляя её от токсичных следов идеологии и делая применимой на практике. Используемый подход – движение от практической задачи к её абстрактному образу и обратно («до числа») – отличительная черта ленинградской математической школы, берущей начало от Эйлера. Применительно к задачам экономики и организации производства этот принцип воплощен в работах Л. В. Канторовича (далее – ЭЛВЭ) и его учеников, работавших с ним в Ленинградском университете и в отделе приближенных вычислений ЛОМИ АН СССР, а потом МЭО СО АН СССР.

Следующая по порядку, но отнюдь не по важности цель – добиться не только внимания, но и понимания той части читательской аудитории, для которой излагаемые далее идеи и подходы, в основном восходящие к работам ЭЛВЭ, могут быть полезны именно сегодня. Ценность самих идей и подходов сомнению не подвергается, их оценили математики, хорошо знавшие и самого ЭЛВЭ, и его работы.

Важно то, что с высоты понимания тогдашнего функционального анализа, он, как и – почти одновременно – фон Нейман в США, сразу же осознал, что речь идет о применении основополагающих идей функционального анализа, в частности принципа двойственности, который ставит весь выпуклый анализ, созданное им линейное программирование и тем самым важную часть экономической науки на твердую основу. По мнению большинства математиков, это самое замечательное достижение Л. В.

Цитируется по [Вершик, Кутателадзе, Новиков, 2012]

Не оспаривая данную математиками оценку вклада ЭЛВЭ в экономическую науку, приходится признать, что экономисты оценивают его вклад несколько иначе, причем не только в части, касающейся применения идей функционального анализа, но и в части постановки на твердую основу самой экономической науки благодаря применению этих идей. Если о везениях функционального анализа им судить трудно по объективным причинам, то о перманентном кризисе в экономической теории и экономической науке в целом они высказываются вполне компетентно. В общем и целом, речь идет о том, что формализация и математизация, на которые возлагались большие надежды с середины 50-х прошлого века,

как минимум, до середины его 70-х годов, этих надежд не оправдали. Это касается как отечественной экономической науки времен СССР и позже, которую принято ругать, причем очень по делу, так и западной, которую до последнего времени было принято хвалить.

Как это получилось – очень интересный и непростой вопрос, но погружившись в тему, можно сделать вывод о том, что все произошедшее, как минимум, логично. Экономисты, если говорить о них как о профессиональном сообществе, в целом оказались не готовы строить свою науку на той «твердой основе», которая вполне обычна для естественных наук. А математики, пришедшие было в экономическую науку на волне энтузиазма, характерного для середины 50-х годов прошлого века и отчасти для последующих двух десятилетий, в основном остались математиками со своими ценностями, снобизмом и нежеланием заниматься практическими задачами. Как ни парадоксально это выглядит или может показаться, сказанное в полной мере относится к авторам цитируемой выше статьи об ЭЛВЭ. Они понимали идеи ЭЛВЭ, ценили их, но предпочитали работать в чистой математике, хотя одному из них [А.М. Вершику] все же пришлось поработать в какой-то период и в прикладной математике. В этом смысле ЭЛВЭ интересен еще и как личность. В нем был не только талант математика, но и пассионарность.

Проблема понимания идей ЭЛВЭ сидит в деталях, для полного понимания которых важна вся триада – функциональный анализ, выпуклый анализ, линейное программирование. В литературе для широкого круга лиц, включая экономистов, идеи ЭЛВЭ изложены предельно просто, не только без обращения к функциональному анализу и без обучения очень непростому упражнению, которое приводит от дискретной по форме задачи к такой ее формулировке, когда она похожа на задачу линейного программирования. Сам ЭЛВЭ проходил этот путь, используя свои познания в функциональном анализе и геометрии, но для этого надо было их не только иметь, но и понять, как они здесь работают.

2. Начало

Чтобы ситуация стала понятней, надо обратиться к изложению подхода ЭЛВЭ в двух его довоенных работах [ЭЛВЭ, 1939, 1940], а потом в надиктованном им докладе предполагаемого выступления на заседании московского математического общества [ЭЛВЭ, 1986]. Брошюра [ЭЛВЭ, 1939] – доработанная стенограмма лекций для инженеров с подробным описанием пути от практической задачи организации производства к представлению её в виде геометрического образа, а потом к численному решению с применением теоремы отделимости и вычислительной схемы на основе двойственности.

Вторая работа – заметка в докладах академии наук [ЭЛВЭ, 1940]. В ней те же идеи изложены в терминах функционального анализа, но без ссылки на первую работу. Сделано это сознательно. В ожидании неизбежной войны ЭЛВЭ не хотел, чтобы его «практическая работа была использована вне страны» [ЭЛВЭ, 1986, с. 201]. Фактически это признание того факта, что переход от идей, изложенных в заметке 1940 года, к практической их реализации – достаточно трудная задача.

От практики к геометрическому образу и обратно (к числу)

В брошюре 1939 года очень подробно на простых примерах показаны принципы решения производственных задач, изначально формулируемых как дискретные. Все они приводятся к виду, когда рассматриваемая область выпукла, точнее, она принимает форму выпуклого многогранника относительно небольшой размерности. Максимум целевой функции достигается в точке на границе этой области, в той, где границу пересекает луч, выходящий из начала координат. Опорная гиперплоскость, проходящая через эту точку и отсекающая часть луча с более предпочтительными, но недоступными решениями. Описание этой гиперплоскости – решение двойственной задачи. Используя это решение, можно легко найти решение не только непрерывной задачи, но и исходной (дискретной).

В примере, на основе которого сделан рисунок 1, задача заключается в оптимальной загрузке набора станков, способных производить различные детали. В этом примере номенклатура деталей включает всего две позиции. Для каждого станка I время его работы принимается за 1 и делится между производством первой детали h_{i1} и второй детали h_{i2} . Для каждого I имеем $h_{i1} + h_{i2} = 1$. В принципе номенклатура деталей может включать любое число позиций m . В нашем случае $m = 2$. Если станок i полностью занят производством детали k , где k принимает значения от 1 до m , то он производит α_{ik} деталей этого типа, если их производство на станке i невозможно, то $\alpha_{ik} = 0$. Каждой системе чисел h_{ik} , то есть распределению занятости всех станков, соответствует система чисел $z_k = \sum_i \alpha_{ik} h_{ik}$, где каждое z_k – общее количество деталей типа k . Векторы $(z_1, z_2, \dots, z_m)$ для всевозможных допустимых $\{h_{ik}\}$ заполняют выпуклое тело K . На рисунке 1 это заштрихованная часть плоскости. Острые концы получаемой фигуры соответствуют вариантам, когда все время всех станков тратится на изготовление одного вида деталей.

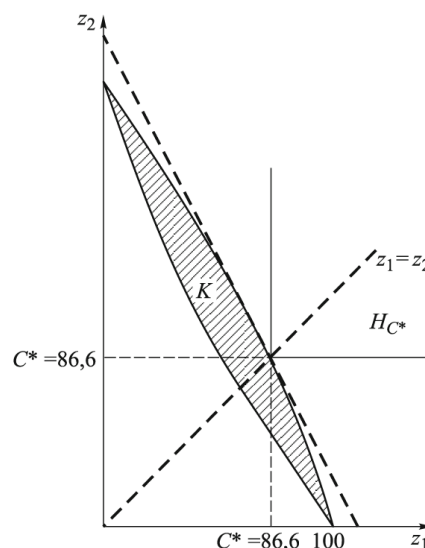


Рисунок 1. Источник (ЭЛВЭ.1939)

Поскольку для изготовления изделия нужно по одной детали каждого типа, число готовых изделий определяется минимальным z_k . По этой причине оптимальное решение – точка на луче, определяемом равенством $z_1 = z_2$. Эта прямая пересекает границу области K в точке C^* . Область H_{C^*} состоит из точек, соответствующих заведомо недостижимым результатам. Исключение – точка C^* . Через нее можно провести разделяющую гиперплоскость. Разрешающие множители λ_1 и λ_2 – компоненты вектора, ортогонального разделяющей гиперплоскости. Все это рассуждение может быть перенесено на случай произвольного m за исключением возможности нарисовать. Получаем множители $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$, отвечающие каждой детали. Если для каждого i рассмотреть произведения $\lambda_1 \alpha_{i1}, \lambda_2 \alpha_{i2}, \dots, \lambda_m \alpha_{im}$ и выделить те k , для которых произведение максимально, то для всех прочих k можно положить $h_{ik} = 0$. Содержательно это означает, что детали типа i на станке k не производятся. Фактически это и есть решение.

Взгляд на проблему из 1986 года

В докладе [ЭЛВЭ, 1986, с. 199–201] описан в самых общих чертах и практически без формул весь ход рассуждений от самого общего представления экономических задач до конкретных решений с применением разрешающих множителей, позже получивших название «о. о. оценки». Экономическую задачу в самом общем виде удобно представить цитатой.

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]

Тут хотелось бы отметить принципиальную значимость отличительного признака – «точка экстремума лежит на границе рассматриваемой области». Он касается не только задач линейного программирования, но и едва ли не всех экономических задач, за которыми стоит что-то реальное, а не «сказка» с использованием экономических терминов, чем грешит теория ОЭР. В граничных точках невозможно использовать традиционный признак экстремума – производная равна нулю. Потребовался принципиально иной подход, так появились разрешающие множители, потом линейное программирование, негладкий анализ [Demyanov, Rubinov 1995] и т.д.

В математической теории ОЭР, напротив, обычно предполагаются гладкость предпочтений и выбор точки внутри рассматриваемого множества (исключения есть, но суть не в этом). Вопрос может показаться чисто техническим, но это не совсем так, или совсем не так. К этому вопросу еще придется вернуться, 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]

Тут важно все, прежде всего, предельная общность постановки вопроса, включая определение упорядоченности через «конус положительных элементов». Два частных случая – оптимизация по скалярному критерию и по Парето. Таким же общим образом упорядоченность понимается в теории частично упорядоченных векторных пространств (К-пространства) и в работах [Вершик, Черняков, 1982а, 1982б], где анонсирована программа обобщения математической экономики и теории экстремальных задач на основе принципа двойственности. Там же развита теория полей выпуклых многогранников и доказана гипотеза Смейла о строении множества критических по Парето точек [Смейл, 1972]. Анонсированная программа не была реализована полностью, а обещанная серия статей так и не появилась в силу личных причин авторов. Тем не менее направление было задано и представляется очень перспективным, в том числе с точки зрения вычислительной математики, хотя изложение основных идей в этих работах крайне абстрактно, как и в заметке [ЭЛВЭ, 1940].

Математическая Теория ОЭР на основе принципа двойственности

Смейл свою программу, намеченную в постановочном докладе 1971 года, практически сразу¹ переведенном и опубликованном на русском [Смейл, 1972]., реализовал полностью в серии работ под общим названием Global analysis and economics, вышедших в период 1972–1976 гг. Они интересны тем, что в них теория ОЭР рассматривается с позиций глобального анализа, то есть без «сказок» и, что очень

¹ до его публикации [Smale, 1973] на английском языке

важно, со здравым пониманием соотношения сравнительной статистики и динамики [Smale, 1976]. Дело в том, что предельным ценам логично сопоставлять обмен в таком же предельном, то есть в инфинитезимальном объеме. Именно это предлагается в его работе 1976 года. При таком повороте многие трудности математической теории экономического равновесия уходят, не попрощавшись. Вместе с их уходом исчезает экономический смысл изящных теорем о конечности числа равновесий и о сходимости ядра большой экономики к равновесию. Возможно, об этом не надо жалеть, а поискать новый смысл.

Понимание цен как двойственных переменных в теории ОЭР и в публикациях по вопросу о числе равновесных состояний отнюдь не превалирует, скорее, наоборот. Оно даже в принципе могло появиться никак не раньше, чем функциональный анализ и линейное программирование, то есть не раньше середины XX века, тогда как понимание равновесных цен как результата «нащупывания» (*tâtonnement*) в условиях совершенной конкуренции появилась почти на век раньше. В знаменитом труде Леона Вальраса, относительно недавно переведенном на русский язык [Вальрас, 2000], этот термин встречается 57 раз в разных контекстах и с разной подробностью описания самого процесса. Можно с уверенностью утверждать, что речь идет о воображаемом процессе, имеющем место до совершения обмена или до начала производства [Вальрас, 2000, сс. 17, 180]. Такое предположение неявно присутствует в моделях обмена, где цена набора продуктов, потребляемого каждым участником обмена, равна цене его начальных запасов. Оно же неявно присутствует в модели Эрроу-Дебре и многих других моделях ОЭР, хотя о процессе «нащупывания» авторы публикаций предпочитают не говорить и сам термин не употреблять. В том же источнике сказано, что «при режиме свободной конкуренции это нащупывание происходит естественным образом, поскольку при таком режиме цену услуг повышают, когда спрос больше предложения, и понижают, когда предложение больше спроса» [Вальрас, 2000, 190]. Остается заменить слова «это нащупывание» чем-то типа «достижение равновесия», и будет современная трактовка, но остаются бюджетные равенства и восходящая к Вальрасу интерпретация, а динамика подражывается, оставаясь за пределами статичной по сути модели. Здесь трудно не заметить логического противоречия, если посмотреть на модель непредвзято. Особенно ярко это противоречие видно при рассмотрении вопроса о совпадении ядра и множества состояний равновесия в больших экономиках.

С точки зрения математика «логическая стройность и математическая строгость» теории Вальраса не так уж далеко ушли от теории Маркса. А идеологическая составляющая в ней не просто присутствует, а доминирует. Просто она имеет принципиально иную направленность. Никакого взаимодействия субъектов в модели Вальраса нет, есть именно гипотеза, или «сказка» о том, что такое состояние достигается в результате некоторой процедуры «нащупывания», напоминающей аукцион. Строго говоря, нет и модели с полным набором условий существования решения и приписываемых ему свойств. Все это появилось много позже и полностью оформилось в математическую теорию примерно через сто лет усилиями многих математиков, сохранив при этом родимые пятна исходной идеологии.

Особое внимание к работам С. Смейла в настоящей работе – продолжение линии, заявленной в [Вершик, Черняков, 1982a, 1982b], где особо отмечена его попытка впервые систематически использовать идеи современного глобального анализа для исследования теоретико-игровых динамических проблем математической экономики.

В том же докладе Смейл обобщил понятие оптимальности по Парето, заменив понятие границы Парето более общим понятием множества критических по Парето точек, сформулировал гипотезу о строении множества таких точек в задаче оптимизации по m критериям на многообразии размерности $n \geq m$. Согласно его гипотезе, это множество – многообразие с углами, размерности $m - 1$.

В исходной гипотезе Смейла, доказанной в [Вершик, Черняков, 1982b] и получившей статус теоремы, нет привязки понятия критической по Парето точки к модели обмена. Такая привязка появляется в работах Смейла лишь в качестве примера, а в цитируемых здесь работах Вершика и Чернякова ее вообще нет. В статье [Вершик, Черняков, 1982a] речь идет о гладком отображении $\varphi: X \rightarrow R^m$, где X – гладкое n -мерное многообразие без края. Уточненная формулировка утверждения о структуре критических по Парето точек звучит так: если $n > 2m - 4$, то для почти всех φ множество $\theta(\varphi)$ – подмногообразие с углами в X . Добавление $m - 1$ дополнительного условия, формулируемых на языке двойственных переменных, приводят к ситуации, когда из этого многообразия выделяется дискретное подмножество. На этом строятся теоремы о конечности числа равновесий. Двойственные переменные можно считать ценами, но с определенной осторожностью в интерпретации. Если речь идет о модели обмена, то эти дополнительные $m - 1$ ограничения – баланс. В более сложных моделях содержательный смысл обязательно есть, но его надо увидеть, как было с разрешающими множителями, ставших ценами.

Наконец, в [Smale, 1976] тем же Смейлом описан естественный вариант внесения динамики в модель обмена, а именно, предполагается, что обмены совершаются непрерывно в инфинитезимально малых объемах по ценам, выгодным всем участникам обмена. В итоге траектория состояний приходит к одной из критических по Парето точек. В таких точках градиенты критериев (функций полезности) «пропорциональны вектору цен», то есть совпадают между собой с точностью до множителя. В этой ситуации выгодный для всех инфинитезимальный обмен невозможен, а это и есть определение критической по Парето точки.

В примере из [Смейл, 1972] функция φ задана на многообразии $W \subset R^{lm}$, состоящем из точек вида $x = (x_1, \dots, x_m)$, где $x_i \in R_+^l$ для любого i от 1 до m и выполняется равенство

$$\sum_{i=1}^m x_i = \sum_{i=1}^m w_i, \quad w_i \in R_+^l,$$

где w_i интерпретируется как начальный запас продуктов у агента i , соответствующая координата векторной функции $\varphi = (\varphi_1, \dots, \varphi_v)$ – как его функция полезности, приведенное выше равенство – как продуктовый баланс. Выгодный для всех агентов обмен, то есть изменение x с сохранением левой части равенства невозможно совершить, если градиенты всех функций φ_i коллинеарны или, что то же самое, пропорциональны некоторому вектору p , именуемому вектором цен. Но именно это условие в данном случае определяет множество критических по Парето точек.

Но обмен обычными продуктами не исчерпывает тему. Вместо баланса обычных продуктов можно рассмотреть баланс научных разработок в том ключе, как это делалось в [Макаров, 1973, 1976],

$$\max_i y_i = \max_i z_i,$$

то есть интерпретировать x_i как уровень развития различных разработок, необходимые агенту i , а z_i как уровень развития различных разработок, которые он готов поставить другим агентам.

Также определенный интерес представляет его обобщение понятия полуравновесия, когда требование оптимальности заменяется более слабым требованием пропорциональности двух векторов, один из них – вектор цен, второй – градиент функции полезности [Smale, 1974a, 1974b]. Этот шаг можно продолжить, используя элементы негладкого анализа. Вместо гладких функций можно использовать кусочно-гладкие функции, получаемые в виде поточечного минимума набора гладких функций. Кроме того, можно вообще не использовать функции полезности, а использовать поля многогранников.

Определение 1. Пара $(\bar{p}, \bar{x}) \in P_+^L \times X(w)$ – равновесие рынка (u, w) , если выполняются следующие условия.

$$(E1) \quad \sum_{i=1}^m \bar{p} \cdot \bar{x}_i = \sum_{i=1}^m \bar{p} \cdot w_i$$

$$(E2) \quad \bar{p} \cdot \bar{x}_i \leq \bar{p} \cdot w_i \quad i \in M$$

$$(E3) \quad u_i(\bar{x}_i) = \max\{u_i(x_i) | x_i \in \mathbb{R}_+^l, \bar{p} \cdot x_i \leq \bar{p} \cdot w_i\} \quad i \in M$$

Первое уравнение (E1) – закон Вальраса. Когда $\bar{x}_i \geq 0$, $w_i \geq 0$ для каждого i , это равенство подразумевает выполнение условий.

$$(F1) \quad \sum_{i=1}^m \bar{x}_i^k \neq \sum_{i=1}^m w_i^k \Rightarrow \bar{p}^k = 0 \quad k \in L$$

$$(F2) \quad \bar{p} \cdot \bar{x}_i = \bar{p} \cdot w_i \quad i \in M$$

Условие (E3) можно заменить более слабым условием (F3).

(F3) для каждого $i \in M$ существуют $\bar{\mu}_i \in R_+$ и $\bar{\alpha}_i \in P_+^{K_i(x_i)}$ такие, что

$$\left[\bar{\mu}_i \bar{p} - \sum_{j \in K_i(x_i)} \alpha_{ij} \nabla v_{ij}(\bar{x}_i) \right] \in \Gamma^+(\bar{x}_i),$$

где $P_+^{K_i(x_i)}$ – единичный симплекс в $\mathbb{R}_+^{K_i(x_i)}$, а $\Gamma^+(\bar{x}_i)$ – конус, сопряженный конусу, касательному $\mathbb{R}_+^l$ в точке $\bar{x}_i$.

Условие (F3) – существенное обобщение полуравновесия по Смейлу. Здесь использование функций полезности – шаг навстречу Смейлу. Предпочтения экономических агентов можно задавать, используя поля многогранников или конусов. Про наблюдаемость можно говорить только в конкретных случаях. Сказку о том, что «наблюдаемы поверхности безразличия» [Debreu, 1972] можно оставить тем, кто очень хочет в это верить.

Ключевая особенность класса задач – оптимум на границе выпуклой области

Не менее важно обратить внимание на предполагаемую выпуклость множества $\{(x_t, y_t) : t \in T\}$. Как уже говорилось выше, экстремальные решения в задачах рассматриваемого класса имеют общую особенность – точка экстремума «лежит на границе рассматриваемой области». Тут можно увидеть противоречие с тем, какие задачи реально рассматривались в брошюре [ЭЛВЭ. 1939]. В цитате «рассматриваемая область выпукла», хотя в исходной постановке задача фанерного треста дискретна, как и другие рассматриваемые в брошюре [ЭЛВЭ, 1939]. Увидеть в них выпуклость помог подход с позиций функционального анализа.

Между тем различия в решении выпуклых и целочисленных задач математического программирования принципиальны. Целочисленные задачи при малом числе допустимых вариантов решения тривиальны, а при большом – практически неразрешимы. Количество возможных вариантов растёт

экспоненциально. Обычно такая задача не поддается решению, если нет каких-то возможностей отбросить большую часть возможных вариантов с самого начала, не рассматривая их как реально возможные.

В задачах рассматриваемого ЭЛВЭ класса такая возможность реализуется путем погружения множества всех возможных решений в выпуклую область сравнительно небольшой размерности, тогда как число возможных вариантов может быть на несколько порядков больше. В задаче по загрузке станков разного типа размерность такой выпуклой области равна количеству типов обрабатываемых деталей. В задаче фанерного треста номенклатура выпускаемых деталей насчитывает 8 типов. При этом количество теоретически возможных вариантов в задаче фанерного треста – миллиарды. В иллюстративном примере [ЭЛВЭ, 1939] их всего 2, что позволяет построить чертеж (иллюстрацию) на плоскости, но нет проблемы с решением путем простого перебора вариантов. А это сбивает интуицию (не у ЭЛВЭ).

Решение практической задачи как процесс уточнения условий

Еще одно важное обстоятельство в понимании позиции ЭЛВЭ заключается в представлении им решения экономической задачи на экстремум как процесса. Практические задачи на экстремум могут уточняться и часто уточняются в ходе их решения. В ходе решения обнаруживаются дополнительные ограничения, понимавшиеся постановщиками задачи как само собой разумеющиеся, или открываются дополнительные возможности. Такие уточнения постоянно происходили в практике сотрудников ЭЛВЭ из отдела приближенных вычислений ЛОМИ, занимавшихся оптимизацией производственных процессов на заводах Ленинграда в конце 40-х и в начале 50-х годов прошлого века. Тогда еще не было доступных ЭВМ, пригодных для решения таких задач. Расчеты проводились вручную, часто с применением подручных инструментов, это был живой процесс. После появления относительно мощных ЭВМ этот живой процесс никуда не ушел. Так было при решении практических задач в 60-х – 80-х годах в МЭО ИМ СО АН СССР. То же происходит при попытках решать задачи планирования на современных ЭВМ. Учесть все условия заранее проблематично, да и не нужно. Так было, когда «все началось с фанеры», то есть с задачи фанерного треста, когда ЭЛВЭ увлекся экономикой, так оно остается и сейчас.

3. Автоматизация принятия решений в 70-х. Госплан и АСУ

Описанные сложности проявились при построении и использовании автоматизированных систем управления (АСУ). Вокруг этой проблематики и сопутствующей истории накопилось много мифов или, если угодно, разных интерпретаций событий того периода. Разные люди видели совершенно разные стороны процесса и соответственно его описали в своих воспоминаниях.

Взгляд из Госплана на роль АСУ

Вот, например, взгляд Э. Б. Ершова¹ из НИИ Госплана.

АСУ были инструментом торговли предприятий и отраслевых ведомств с вышестоящими уровнями управления. Только для этого АСУ были им нужны. Я сам видел, как приезжали ходоки в Госплан и привозили распечатки с ЭВМ, полученные с помощью АСУ. В Госплане говорили: "Ну что у вас, обычная муть, или муть с применением?"

Дальше идет объяснение Эмилем Борисовичем такой позиции, а еще чуть дальше он немного смягчает сказанное.

АСУ – это не система управления, это была система, которая в лучшем случае приводила в порядок нормативы, инвентаризировала расходы, наличные ресурсы, проводило каталогизацию. И это было правильно. Эта система могла дать полезное что-то внутри предприятия. И это было. Но все зависело от внешних ограничений – АСУ могла работать, а могла не работать. Но наводить какой-то порядок в собственных делах она помогала.

А дальше еще одно замечание, хорошо согласующееся со сказанным выше об ограничениях и возможностях, не часто учтенных в исходной постановке задачи. Второе предложение цитаты ниже ровно об этом.

А во внешней среде у АСУ была только одна функция – отстаивать интересы нижнего звена перед верхними. И при этом не раскрывать полностью свои возможности.

Сказано весной 1999 года о том, что происходило в 70-х, но актуальность не потеряло ни для сегодняшнего бизнеса, ни для тех, кто сегодня пытается разобраться в истории экономико-математического направления и АСУ. Существуют совершенно разные точки зрения на пользу АСУ, причем тоже на основе собственного опыта. В данном контексте особенно интересно то, что и тогда «не раскрывать полностью свои возможности» было общим правилом, как и сегодня. Но тогда говорить о нем категорически не было принято. Сегодня скорее есть крен в другую сторону, но суть не в этом, а в том, что были и остаются интересы, возможности и ограничения, не раскрываемые сразу без крайней необходимости.

¹ <http://www.sapov.ru/staroe/si06.html> Последнее обращение 5 сентября 2025.

Отраслевой уровень

На отраслевом уровне предприятия или научно-производственные объединения (далее – НПО) «торговались» в указанном Эмилем Борисовичем смысле со своим министерством, предоставляя для подтверждения своих доводов распечатки решения задач по оптимизации планов на будущее. А министерство торговалось с Госпланом и Совмином. Эти наблюдения Ершова в целом подтверждаются опытом работы с блоком «Перспективное планирование» АСУ-Прибор. Но выводы из опыта не столь однозначны. В какой-то мере это можно показать на примере АСУ-Прибор.

В середине 70-х, когда разрабатывалась и одновременно начинала эксплуатироваться АСУ-Прибор, в Министерстве приборостроения СССР было 76 НПО. Номенклатура распределяемых между ними ресурсов состояла из двух крупных блоков – «капитальное строительство» и «оборудование». Объемы того и другого выражались в деньгах, но под эти деньги предполагалось получение материальных ресурсов, в пределах имеющихся лимитов. Об этой системе распределения стоит сказать несколько слов.

Ресурсы распределялись с использованием лимитов, то есть помимо оплаты ресурсов деньгами, нужно было иметь разрешение на их приобретение в рамках выделенного ограничения сверху – лимита. Эти лимиты распределялись между хозяйственными субъектами сначала на верхнем отраслевом уровне и далее вниз, вплоть до предприятий. Дробление было достаточно детальным, но в данном блоке АСУ-Прибор использовалась схема с делением только на 2 вида. Необходимость в лимитах была связана с несбалансированностью (дифференциацией) цен в зависимости от решаемых задач. В научной среде было принято иронизировать по поводу лимитов, тогда как следовало их изучать, используя функциональный анализ в частично упорядоченных пространствах. Но этот шанс упущен.

Один из вопросов, которые должен был решать блок «Перспективное планирование» – обоснование перед вышестоящими органами своих потребностей в ресурсах на развитие, второй вопрос – распределение ресурсов между НПО. Задача, решаемая министерством, состояла в том, как распределять между НПО те ресурсы, которые предполагалось получить на развитие отрасли. Содержательно выбор заключался в том, давать ли больше средств туда, где ожидался больший эффект, или туда, где нужно было «расшить узкое место». И, разумеется, предполагалась оптимизация с применением численных методов там, где это было возможно.

Выбор для реализации в АСУ-Прибор был сделан в пользу «расширения узких мест». Формальная реализация такого выбора изначально состояла в распределении ресурсов обратно пропорционально двойственным оценкам, рассчитанным для отдельных НПО. Такое решение было весьма спорным, поскольку результат получался заведомо неоптимальным по Парето. Больше ресурсов шло бы в «узкое место», но не в тех пропорциях, которые ему были нужны. Также не в лучших пропорциях получали ресурсы и другие НПО. При распределении единственного ресурса (денег) такой проблемы, разумеется, не бывает, но в реальном планировании приходится распределять более двух наименований имеющихся ресурсов.

Оптимизация распределения ресурсов без запроса «лишней» информации

Чтобы решить проблему, была использована простая, но достаточно эффективная процедура обмена выделяемыми ресурсами между НПО, не требующая от них дополнительной информации об имеющихся резервах и потому совместимая со стимулами. Её основа – хорошо известный на сегодняшний день признак оптимальности по Парето в задаче распределения ограниченных ресурсов. Суть его в том, что двойственные оценки ресурсов для всех подзадач (то есть для всех НПО) должны быть, как векторы, коллинеарны или, что то же самое, пропорциональны некоторому положительному «вектору цен». Если это условие не выполняется, соответствующий блок АСУ рассчитывает по формальной процедуре направление обмена, выгодное для всех участников [Козырев, 1975]. Если это подтверждается, то происходит выгодный для всех обмен. Он ненулевой в силу линейности задачи, но совершается в ограниченном объеме, то есть до точки, когда дальнейший обмен в тех же пропорциях станет невыгодным кому-то из участников. При достижении такого состояния двойственные оценки должны быть пересчитаны заново. В принципе это означает пересчет задачи линейного программирования для, как минимум, одного участника. Здесь это какое-то НПО, а задачи для них всех решались на уровне отрасли, но возможны варианты, когда каждое НПО решает задачу для себя само и представляет наверх результаты, включая свои оценки ресурсов. Так или иначе, дополнительная информация об ограничениях или резервах подается наверх, когда в этом заинтересовано само НПО.

Если смотреть на задачи линейного программирования, решаемые в НПО, как на функции от ресурсов, то получается набор кусочно-линейных функций, получаемых как поточечный минимум набора линейных функций. Вместо линейных функций можно рассматривать гладкие. Получаемая функция – поточечный минимум набора гладких функций. Кусочно-линейные и гладкие функции представляют собой два ее частных случая. Это позволяет с единых позиций рассматривать сюжет, описанный выше, и сюжет, представленный в [Smale, 1976].

Сюжет, предлагаемый в [Smale, 1976] – попытка ввести в модель динамику, но интересен он еще и тем, как определяются цены и направление движения к границе Парето в каждой точке пути, или (иными словами) в каждый момент времени. Если на момент t состояние $x(t) = (x_1(t), \dots, x_m(t))$ не является

оптимальным по Парето, то для каких-то i и j найти подходящий вектор обмена достаточно просто. Можно сложить векторы $\nabla u_i(x_i(t))$, в качестве $p(t)$ взять нормализованную сумму, то есть

$$p(t) = \sum_{i=1}^m \nabla u_i(x_i(t)) / \sqrt{\langle \sum_{i=1}^m \nabla u_i(x_i(t)), \sum_{i=1}^m \nabla u_i(x_i(t)) \rangle}. \quad (1)$$

Направление обмена для каждого i можно получить по формуле

$$\Delta x_i(t) = \nabla u_i(x_i(t)) - \mu_i p(t), \quad \mu_i = \langle \nabla u_i(x_i(t)), p(t) \rangle.$$

Тогда $\langle \nabla u_i(x_i(t)), \Delta x_i(t) \rangle > 0$ для каждого i , а сумма $\Delta x_i(t)$ по всем i равна нулю. Иначе говоря, вектор $(\Delta x_1(t) \dots \Delta x_m(t))$ – направление инфинитезимально малого обмена.

Изложенная выше схема с некоторыми поправками распространяется на случай, когда функции u_i кусочно-гладкие. Тогда при некоторых t функция u_i для каждого i имеет вид

$$u_i(x_i(t)) = \min_j v_{ij}(x_i(t)), \quad j \in J_i(x_i(t)),$$

где v_{ij} для всех i и j – гладкие функции. Функции u_i указанного вида квазидифференцируемы, причем квазидифференциал в точке $x_i(t)$ представим в виде $(\bar{\partial} u_i(x_i(t)), 0)$, где $0 \in R^l$ – субдифференциал, а

$$\bar{\partial} u_i(x_i(t)) = co\{\nabla v_{ij}(x_i(t)), j \in K_i(x_i(t))\},$$

– супердифференциал u_i в $x_i(t)$, где набор $K_i(x_i(t)) \subset J_i(x_i(t))$ задан условием

$$K_i(x_i(t)) = \{j \in J_i | v_{ij}(x_i(t)) = u_i(x_i(t))\}.$$

Смысл выделения подмножества $K_i(x_i(t))$ состоит в том, что ненулевые множители могут иметь градиенты функций v_{ij} только с минимальными значениями [Demyanov, Rubinov, 1995].

Решая задачу квадратичного программирования

$$\sum_{i=1}^m \langle g_i - \gamma_i p, g_i - \gamma_i p \rangle \rightarrow \min, \quad g_i \in \bar{\partial} u_i(x_i(t)), \gamma_i \in R_+ \quad \forall i; p \in R_+^l, \quad (2)$$

получим вектор цен $p(t)$ и набор коэффициентов $\{\gamma_i\}_{i=1}^m$, для которых выполняются условия

$$\langle g_i(t) - \gamma_i(t)p(t), g_i \rangle \geq 0 \quad \forall g_i \in \bar{\partial} u_i(x_i(t)), \sum_{i=1}^m \langle g_i(t) - \gamma_i(t)p(t), g_i \rangle = 0, \quad (3)$$

причем для некоторых i неравенства строгие. Точнее, в ситуации общего положения, достижимого сколь угодно малым «шевелением», неравенства строгие для всех i . Иначе говоря, получается направление обмена $(\Delta x_1(t) \dots \Delta x_m(t))$, где $\Delta x_i(t) = g_i(t) - \gamma_i(t)p(t)$, улучшающее положение всех агентов.

Разумеется, такая схема приводит к выгодному для всех сторон обмену и (в конечном счете) к оптимальному по Парето распределению ресурсов только в предположении, что пропорции двойственных оценок достоверны. Но именно благодаря этому достигается совместимость со стимулами, в том числе, при наличии скрытых интересов.

Примечательно здесь то, что в исходной постановке задача планирования представлялась как целочисленная. Возможные варианты развития генерировались автоматически на основе имеющихся данных, нормативов и целей развития. Здесь есть определенное сходство с теми задачами, что пришлось решать ЭЛВЭ в 1939 году, а решали её на основе ранее накопленного под его руководством опыта сотрудники созданного им Математико-экономического отделения Института математики СО АН СССР. Как и в 1939 году, дискретные задачи всех НПО заменялись на задачи линейного программирования, решаемые автономно, при имеющихся ограничениях по ресурсам и других ограничениях. Иначе говоря, опыт 1939 года для решения задач на отдельном предприятии был достаточно успешно перенесен на уровень отрасли и повторен еще в двух министерствах [Бендилов, 2025].

4. Принцип двойственности в теории кооперативных игр

В наиболее общей форме применение принципа двойственности к теории кооперативных игр, вероятно, представлено в статье [Васильев, 1998], где значение по Шепли рассматривается как линейный оператор со значениями в частично упорядоченном пространстве. Принцип двойственности здесь состоит в одновременном рассмотрении пространства неаддитивных функций (игр), определённых на некоторой σ -алгебре, элементы которой именуются коалициями, и линейных операторов, переводящих неаддитивные функции в аддитивные, определённые на той же σ -алгебре и удовлетворяющие некоторому набору дополнительных требований. В таком виде можно рассматривать, прежде всего, значение по Шепли для кооперативных игр в форме характеристической функции как с конечным множеством игроков, так и бесконечномерные обобщения этой концепции [Ауман, Шепли, 1977]. С точки зрения практики столь высокий уровень абстракции, вероятно, излишен.

Реальные задачи, причем не только в экономике, практически всегда дискретны, а количество элементов в них конечно. Будь то количество атомов в видимой вселенной, количество молекул воды в стакане или количество игроков в кооперативной игре с побочными платежами, число элементов в каждом случае конечно, число возможных сочетаний этих элементов тоже конечно. Теоретически все эти варианты можно рассмотреть, если не вручную, то с применением мощной ЭВМ. Но этот путь тупиковый.

Переход от рассмотрения игры с конечным числом игроков к игре, где коалиции – элементы какой-то σ -алгебры, бывает полезен благодаря уходу от деталей. Аналогично в механике сплошных сред рассматривается континуум, а не конечный набор молекул. В математической экономике такой подход тоже применяется и даже удостоился упоминания в качестве одного из четырех важнейших аспектов теории ОЭР [Debreu, 1974]. В конкретном случае речь идет о совпадении равновесия и ядра больших экономик. Этот факт интерпретируется как достижение условий совершенной конкуренции при бесконечном числе участников торго и, как следствие, достижение состояния равновесия.

Но возможен совершенно иной подход к тому же математическому факту, он связан с вычислениями и в чем-то аналогичен подходу, использованному ЭЛВЭ в примере с загрузкой станков. Также, как и задачах, рассматриваемых в [ЭЛВЭ, 1939], ситуация с малым числом участников игры задача кажется тривиальной или почти такой, но с ростом их числа, количество вариантов, которые надо рассмотреть, растет очень быстро. Решение становится неподъемным, если в задаче нет какой-то специфики. А специфика может быть выявлена, если иметь представление о практических задачах, которые надо решать, и достаточно большой запас математических инструментов, из которых можно выбирать подходящий.

Вообще говоря, речь идет о дележах, причем результат дележа, но не процедура, понимается как кооперативная игра многих лиц с побочными платежами. Дележи здесь понимаются достаточно широко, это могут быть и распределение выигрыша между участниками некоторой кооперативной игры, где участники – физические лица, как в примере из лекции Алексея Саватеева, и распределение стоимости портфеля интеллектуальных прав между его компонентами в целях бухгалтерского учета как нематериальных активов, [Костин, Неволин, 2023], и более сложные конструкции, возникающие в процессе переговоров о долях участников инвестиционного проекта, когда вклады вносятся в различной форме, а доли в проекте надо определить в одинаковой для всех форме, то есть не обязательно в деньгах, но точно не в «полезности», которая индивидуальна для каждого участника [Козырев, 2016]. Более того, вклад каждого из участников проекта может состоять из нескольких компонентов, состав которых может меняться по ходу переговоров, формально это можно представить как изменение состава участников игры. В работе [Неволин, 2023] уточнены некоторые подходы к объединению в одну «игру» результатов разных проектов. Для придания изложению точности нужна его формализация.

Чтобы сформулировать аксиомы Шепли и показать их упрощение, получаемое благодаря предлагаемому далее подходу, нам потребуются дополнительные обозначения. Удобнее всего взять стандартные обозначения и формулировки из популярного в прошлом учебника по теории игр [Оуэн, 1971].

Игра с конечным числом игроков n понимается как функции v , определенной на множестве всех коалиций (подмножеств множеств $N = \{1, 2, \dots, n\}$, Её значение $v(S)$ на множестве S понимается как максимальный возможный для коалиции S выигрыш при объединении усилий. Носителем функции v называется $T \subset N$, удовлетворяющее условию

$$v(S) = v(S \cap T) \quad \forall S \subset N,$$

Символ π означает перестановку N , а функция $u: 2^N \rightarrow R$ получается как

$$u(\pi(i_1), \pi(i_2), \dots, \pi(i_s)) = v(S) \quad \forall S = \{i_1, i_2, \dots, i_s\}.$$

Функция πv отличается от функции v лишь тем, что элементы множества N поменялись ролями в соответствии с перестановкой π .

Аксиомы Шепли. Под вектором значений (решением по Шепли) для v будем понимать n -мерный вектор $\varphi[v] = \varphi_1[v], \dots, \varphi_n[v]$, удовлетворяющий аксиомам:

S1. Если S – любой носитель v , то

$$\sum_{i \in S} \varphi_i[v] = v(S)$$

S2. $\forall \pi$ и $i \in N$ выполняется равенство

$$\varphi_{\pi(i)}[\pi v] = \varphi_i[v].$$

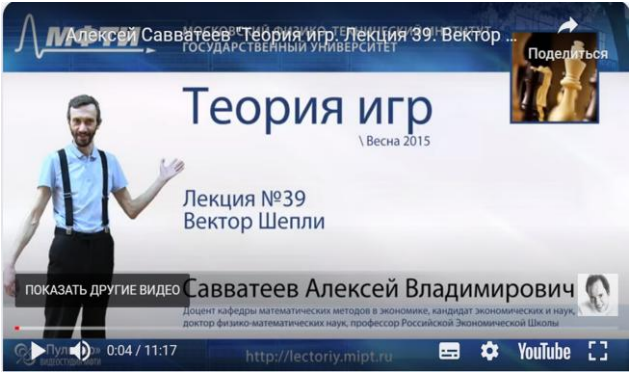


Рисунок 2. Кадр из лекции А. саватеева

S3. Если v и u – две любые игры, то

$$\varphi[v + u] = \varphi[v] + \varphi[u].$$

Смысл каждой из аксиом достаточно понятен, если разобраться с формальными обозначениями. Первая аксиома означает то, что рассматриваются именно дележи. Вторая аксиома означает принцип анонимности [Мулен, 1975]. Он совсем очевиден для простейших функций, когда есть такое множество S , что любое $T \supset S$ является носителем v , а на остальных подмножествах функция v принимает нулевые значения. В общем случае он тоже понятен, но не так очевиден. Аксиома S3 не вызывает сомнения, если смотреть на нее с позиций функционального анализа, более того, её можно заменить требованием линейности оператора φ , хотя с игровых позиций ее можно подвергнуть сомнению.

Теорема (Шепли). Аксиомы S1 – S3 однозначно определяют значения φ для всех игр, доля игрока i определяется как

$$\varphi_i[v] = \sum_{S \subset N; S \ni i} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} [v(S) - v(S \setminus \{i\})],$$

где

s – число элементов в коалиции S ,

$n!$ произведение всех чисел от 1 до n ,

$S \setminus \{i\}$ – множество всех элементов из S за исключением i .

Здесь $\frac{(s-1)!(n-s)!}{n!}$ – вероятность появления коалиции S , если формирование коалиций происходит случайным образом, $v(S) - v(S \setminus \{i\})$ – вклад игрока i в выигрыш $v(S)$ коалиции S .

Достаточно легко проверить, что получаемый по этой формуле вектор $\varphi[v]$ удовлетворяет аксиомам S1 – S3. Также следует заметить, что вероятностная интерпретация формулы, определяющей вектор Шепли, может быть заменена другой, построенной на принципе анонимности S2 и сложения игр S3.

В примере, приведённом в Лекции А. Савватеева, число игроков равно трем, а вероятностная интерпретация кажется вполне логичной. Не столь логичной она представляется, когда игроки не присоединяются к группе в случайном порядке, а делят собственность, например большую квартиру. Такие решения реально принимаются с применением решения по Шепли, о чем А. Савватеев тоже говорил.

Но все это касается ситуаций, когда число участников достаточно мало или очень специальных случаев, например

$$v(i, 1) = 1 \& v(i, j) = 0 \text{ } i, j \neq 1 \Rightarrow \varphi_1[v] = \frac{(n-1)}{n}.$$

Агент с номером $i \neq 1$ получит $\frac{1}{n}$ с вероятностью $\frac{1}{(n-1)}$. Зато агент с номером 1 получает $\frac{(n-1)}{n}$, то есть все остальное. Впрочем, так получается и без вероятностей. У игрока с номером 1 здесь просто сильная позиция, он может легко оказаться от сделки, если у него есть много других вариантов, а у игроков с номерами $i \neq 1$ вариантов мало, точнее, только один и то лишь с некоторой вероятностью.

Наиболее интересным с точки зрения практики и применимости принципа двойственности представляется промежуточный случай, когда есть конечное, но большое множество «игроков» и практически необозримое число возможных коалиций. В таких условиях о построении характеристической функции для всего множества возможных коалиций не может быть и речи, о точном решении задачи дележа – тем более. Тем не менее, требуется (и это реально возможно) построить приблизительное решение, которое с определенными основаниями можно считать достаточно точным. На практике, как ни парадоксально это звучит, такое вполне реально!

Ключ к решению задачи обеспечивает математическая техника, разработанная в рамках теории полиномиальных функций множеств [Рубинштейн Г.Ш., 1973], то есть неаддитивных функций, представимых в виде диагонального сечения функции m переменных, являющейся мерой по каждой их своих переменных при фиксировании остальных. Формально это можно записать в виде

$$v(e) = \psi(e, e, \dots, e), e \in B,$$

где B – σ -алгебра, функция φ определена на B , а функция ψ – на B^m , причем она σ -аддитивна по каждому аргументу. Здесь m – степень функции v .

В конечномерном случае, когда число «игроков» равно n , а функция v определена на 2^N , то есть на всех подмножества $N = \{1, 2, \dots, n\}$, её всегда можно представить как полиномиальную меру степени n . В этом случае понятие полиномиальной меры теряет содержательный смысл, как и в случае $m = 1$. Интерес представляют варианты $n \gg m > 1$ и $n > m > 1$.

Техника, развитая в теории полиномиальных мер, позволяет представить каждую игру $v: 2^N \rightarrow R$ в виде

$$v = \sum_{T \in 2^N} \varphi_T,$$

где функция φ_T для каждого $S \in 2^N$ определяется правилом

$$v_T(S) = v_T(T), S \cap T = T; v_T(S) = 0, S \cap T \neq T.$$

При этом значения $v_T(T)$ могут быть как положительными, так и отрицательными. Для них аксиомы Шепли сильно упрощаются, значение по Шепли получается делением $v_T(T)$ между элементами T в равных долях, а значение по Шепли для исходной игры получается сложением $\varphi_T(T)$ по всем $T \in 2^N$. Но и это не все. Можно сразу строить игру v по формуле

$$\varphi[v] = \sum_T \varphi[v_T]$$

Разложение на такие простейшие функции – элементарный шаг, следующий за разложением на чистые степени, используемом в теории полиномиальных мер. Впрочем, реальную сложность представляет разложение на чистые степени в бесконечномерном случае, в конечномерном случае все просто.

Процедура разложения на чистые степени функции v , определенной на множестве всех коалиций (подмножеств множеств $N = \{1, 2, \dots, n\}$), может быть описана рекурсивным образом. Сначала вычисляются выигрыши или значения (стоимости) игроков, действующих автономно. В качестве значения первой степени v^1 для произвольной коалиции S применяется формула

$$v^1(S) = \sum_{i \in S} v(\{i\}), \forall S.$$

Вторая степень v^2 получается сначала для коалиций из двух элементов

$$v^2(\{i, j\}) = v(\{i, j\}) - v(\{i\}) - v(\{j\}), \forall i, j,$$

а затем и для произвольных коалиций

$$v^2(S) = \sum_{i, j \in S} v^2(\{i, j\}), \forall S.$$

Аналогичным образом получается третья степень v^3 , сначала для коалиций из трех игроков (элементов)

$$v^3(\{i, j, k\}) = v(\{i, j, k\}) - v^2(\{i, j\}) - v^2(\{i, k\}) - v^2(\{j, k\})$$

потом для произвольных коалиций

$$v^3(S) = \sum_{i, j, k \in S} v^3(\{i, j, k\}).$$

Далее в том же ключе строятся чистые степени вплоть до степени n . В бесконечномерном случае разложение полиномиальной меры на чистые степени требует более сложной техники и дополнительных условий. Но для практики интересен именно конечный случай.

Как уже говорилось выше, любая игра на конечном множестве может быть разложена на простейшие игры, часть из которых отрицательные. В таких случаях выигрыш коалиции делится между ее участниками поровну (аксиома S2), выигрыши суммируются (аксиома S3), а сумма выигрышей совпадает с выигрышем коалиции из всех игроков (аксиома S1).

Для чистой степени формула вектора Шепли выглядит существенно проще, чем в общем виде, а потому для вычислений часто удобно использовать разложение исходной функции на чистые степени. Более того, часто неаддитивная функция с самого начала получается в виде суммы чистых степеней. При этом о наличии эффектов синергии и «каннибализма» можно догадаться практически сразу, не делая вычислений. Вычисления нужны лишь для определения конкретных значений этих эффектов. К тому же можно учитывать только наиболее значимые эффекты, что делает ситуацию обозримой.

Простейший пример. Рассмотрим игру v , описываемую как

$$N = \{1, 2, 3\}, v\{1, 2, 3\} = 1, v\{1, 2\} = 1, v\{1, 3\} = 1, v\{2, 3\} = 0, v\{1\} = v\{2\} = v\{3\} = 0$$

Тогда получим

$$v^1\{i\} = 0 \forall i = 1, 2, 3; v^2\{1, 2\} = 1, v^2\{1, 3\} = 1, v^2\{2, 3\} = 0$$

и

$$v^3\{1, 2, 3\} = v\{1, 2, 3\} - v^2\{1, 2\} - v^2\{1, 3\} - v^2\{2, 3\} = 1.$$

В итоге выигрыш игрока 1 будет равен

$$1/2 + 1/2 - 1/3 = 2/3$$

Игроки 1 и 2 получают по 1/6.

Интересно то, что приходится рассматривать функции с отрицательными значениями, когда выигрыш от объединения усилий есть, но он гораздо меньше, чем сумма эффектов от частичных объединений, возникает эффект, именуемый отрицательной синергией или «каннибализмом». Особенно ярко этот эффект проявляется при объединении нематериальных ценностей, например знаний. Подробнее об этом сказано в статье [Козырев, 2023]. Но вернемся к двойственности.

Принцип двойственности оказывается наиболее полезен в переговорном процессе, например при определении долей в проекте. В процессе переговоров постоянно открываются дополнительные возможности и ограничения, то есть на каждом этапе рассматривается игра, несколько отличающаяся от всех предыдущих. Движение к более выигрышному результату идет путем, в чем-то напоминающем обмен ресурсами в предыдущем разделе, где речь шла тоже о практической задаче, решаемой в системе

Перспективное планирование АСУ Прибор. Теоретически можно предполагать, что в игре сколько угодно лиц, но носитель составляет относительно небольшое число игроков. Более того, можно предполагать с самого начала, что игра – некоторый идеальный объект, подобный аналитическому решению задачи, которое никогда не будет представлено в численном виде. А мы приближаемся к нему, строя все более точные приближенные модели и решая их. В каком-то смысле это напоминает решение сложного дифференциального уравнения с построением все более точных сеток и решения разностных уравнений.

5. Эпилог.

Если смотреть с позиций, намеченных ЭЛВЭ еще тогда (в 1939 г.), на развитие экономико-математического направления в период примерно с середины 50-х годов, когда оно стало модным, до настоящего времени, когда в нем ясно просматривается кризис [Полтерович, 2024a], то можно указать целый букет рукотворных причин такого деградиационного процесса. Возможно, это будет не совсем полный букет причин, но именно их можно было избежать, если бы не личные интересы и амбиции в сочетании со слабым (например, в сравнении с сотрудниками ЛОМИ) знанием математики и недостаточным вниманием к идеям ЭЛВЭ. А потому рецепты, предлагаемые в [Полтерович, 2024b], не помогут.

Разумеется, яростное сопротивление идеям ЭЛВЭ оказывали экономисты-политэкономы и (отчасти) статистики, чьи достижения и место в научной иерархии были связаны с обоснованием идеологических догм. Оно не исчезло и сегодня, место трудовой теории стоимости заменила идея свободного рынка как механизма, обеспечивающего оптимальные цены. Открытия типа «... сталевар не варит сталь, а плавит, или даже в некотором смысле кипятил»¹, приносившие успех тогда, сменились новыми рыночными мантрами примерно той же глубины. Они особенно хорошо срабатывали в конце 80-х годов прошлого века, пока народ их не попробовал на себе. В те далекие годы внесли свою лепту и редакции технических журналов, публиковавших с задержкой на годы (вплоть до 10 лет) статьи ЭЛВЭ, написанные подробно и просто для инженеров и других работников среднего звена.

Но и внутри экономико-математического направления, если понимать его широко, не обошлось без противоречий и непонимания. Они проявились уже на научном совещании 4–8 апреля 1960 года «О применении математических методов в экономических исследованиях и планировании», не исчезли и после него. Основное видимое противоречие тогда наметилось между сторонниками цен на основе межотраслевого баланса, внутри которого хватало своих противоречий, и «оптимальщиками», многие из которых воспринимали идеи ЭЛВЭ вульгарно. Возможно, самый яркий пример вульгарного восприятия идей ЭЛВЭ – поиски народнохозяйственного критерия оптимальности, продолжавшиеся, как минимум, с 1963 года по 1983 год. Невозможность и ненужность такого критерия сегодня кажутся вполне очевидными (возможно, не всем), но и тогда это не было секретом. Об этом говорил не только ЭЛВЭ (его и тогда не слышали), но и некоторые представители Госплана (они попали в «ретрограды»). Также не была услышана явно высказанная ЭЛВЭ на конференции 1960 года мысль, что нельзя строить цены на основе межотраслевого баланса. Об этом он говорил и с Василием Леонтьевым, но ясного ответа (о том, что возможно и как) не получил. Впрочем, это отдельная тема. В стенограммах выступлений ЭЛВЭ можно найти много мыслей, не усвоенных товарищами по цеху, занятыми продвижением своих идей, более доступных для понимания и широкими массами интеллигенции, и начальством.

Также стоит заметить, что попытки строить экономическую науку по образцу механики Ньютона, предпринятые экономистами во второй половине двадцатого века, были обречены на неудачу не в силу особой сложности экономической материи, а в силу не вполне адекватного подхода. Ньютон формулировал свои законы на основе мысленного эксперимента применительно к идеальной ситуации, а для демонстрации обращался к простым ситуациям типа движения бильярдного шара по столу, а не военной колесницы по пересеченной местности. Иначе у него получилась бы физика Аристотеля, где тело движется с постоянной скоростью под воздействием силы. Однако экономисты со своим мысленным экспериментом хотели все и сразу. А потому причины неудачи надо искать не только в экономической действительности, но и в самой экономической науке (не только российской), в соотношении её амбиций и качества используемых инструментов, числовых данных, иллюстративных примеров, в зависимости от многих интересов, наконец, в слишком большой замкнутости на саму себя. Объединение с другими гуманитарными науками – тоже не выход. Тут все защищают свои территории от посторонних.

Тем не менее, жизнь продолжается. Современная математика предлагает все новые инструменты на основе двойственности, позволяющие описывать и решать экономические задачи, о которых экономическая теория только начинает догадываться. Например, тропическая геометрия позволяет эффективно решать некоторые целочисленные задачи, так как двойственные к ним выпуклы. На основе двойственности можно построить идеальные с точки зрения математики цены не только для экономики обычных (материальных) продуктов, но и для цифровых и других нематериальных продуктов, а также для различных комбинаций того и другого. Главное – правильно интерпретировать такие цены применительно к реальным ситуациям, далеко не всегда их надо понимать буквально. А для этого надо понимать и математику, и реалии дня. Список сопряженных между собой объектов все время растет, а подход на основе принципа двойственности находит применение в развитии математического аппарата,

¹ Ироническая цитата из выступления Л. В. Канторовича на сессии Академии наук в 1959 году

пригодного для исследования проблем экономики, включая вычисления состояний равновесия в линейных моделях экономики [Шмырев, 1983, 2014, 2020] и не только [Гамидов, Доможиров, Ибрагимов, 2013].

Литература

1. Александров А.Д. (1950) Выпуклые многогранники. — М.-Л.: Гостехиздат, 1950. — 428 с.
2. Ауман Р., Шепли. Л. Значения для, неатолических игр. М.: Мир, 1977.
3. Белых, А. А. (2024). Экономические идеи Л.В. Канторовича и их восприятие в СССР и на Западе. *AlterEconomics*, 21(1), 82–102. <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2024.21-1.6>
4. Бендилов М.А. (2025) Разработка уникальной автоматизированной системы долгосрочного планирования НИОКР, производства и развития научно-производственного потенциала космической отрасли СССР.
5. Булавский В.А. (1973) Один специальный алгоритм квадратичного программирования. - В кн.: Оптимизация. Вып. 5(22), Новосибирск, 1973, — 23–36.
6. Вальрас Л. (2000) Элементы чистой политической экономии. — М.: Изограф, 2000. - 448 с. ISBN 5-87113-102-
7. Васильев В.А. (1998) Функционал Шепли и полярные формы однородных полиномиальных игр, Матем. тр., 1998, том 1, номер 2, 24–67.
8. Васильев В. А., Суслов В. И. (2010) Равновесие Эджворта в одной модели межрегиональных экономических отношений // Сиб. журнал индустриальной математики. 2010. Т. 13, № 1. — 18–33.
9. Вершик А. М., Кутателадзе С. С., Новиков С. П. (2012) Леонид Витальевич Канторович (к 100-летию со дня рождения), УМН. 2012, том 67, выпуск 3(405), — 185–191, DOI: [10.4213/rm9475](https://doi.org/10.4213/rm9475)
10. 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.
11. Вершик А. М., Черняков А.Г. (1982b) 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.
12. Вирченко М. И., Шестакова Н. В. Экономическим анализ оценок продукции и ресурсов в задачах размещения сельскохозяйственного производства. - В кн.: Проблемы экономической кибернетики в сельском хозяйстве. Новосибирск, 1977, — 34–54.
13. Гамидов Т.Г., Доможиров Д.А., Ибрагимов Н.М. (2013) Равновесные состояния открытой межрегиональной системы, порожденной оптимизационной межрегиональной межотраслевой моделью. — ISSN 1818–7862. Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. 2013. Том 13, выпуск 3, — 81–94.
14. Демьянов В.Ф. Васильев Л.В. (1981) Недифференцируемая оптимизация. М.: Наука, 1981. — 384 с.
15. Канторович Л.В. (1939) Математические методы организации и планирования производства. Л.: Изд-во ЛГУ. 1939. — 68 с.
16. Канторович Л.В. (1960) Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. Изд-во Академии наук СССР, 1960–346 с.
17. Канторович Л.В. (1986) Мой путь в науке. *Успехи математических наук*, 1987, [том 42, выпуск 2\(254\)](#), страницы 183–213
18. Канторович В.Л., Кутателадзе С.С., Фет Я.И. Леонид Витальевич Канторович человек и ученый. Новосибирск: Издательство СО РАН, Филиал “Гео”, 2002. — Т. 1. — 544 с., ил. 48 с. ISBN 5-7692-0641-1.
19. Козырев А.Н. Оценка интеллектуальной собственности: Функциональный подход и математические методы. Издательские решения, 2016. — 350 с. ISBN 978-5-4483-4276-9
20. Козырев А. Н. (2023) Синергия и каннибализм знаний в экономике и в науке // Цифровая экономика № 3(24), 2023 — с. 5–22. DOI: [10.34706/DE-2023-03-01](https://doi.org/10.34706/DE-2023-03-01)
21. Козырев А.Н. (2024) Мультидисциплинарный подход как шанс на спасение экономической науки (от экономистов) // Цифровая экономика № 1(27), 2024 — 5–13. DOI: [10.34706/DE-2024-01-01](https://doi.org/10.34706/DE-2024-01-01)
22. Козырев А. Н. Об одном алгоритме многоцелевого планирования. (на примере размещения закупок сельскохозяйственной продукции по районам области). - В кн.: Численные методы оптимизации и их приложения. Иркутск, 1981, — 72–83.
23. Козырев А.Н. (1975) Оптимизация распределения ресурсов в системе линейных моделей производства - В кн.: Оптимизация. Вып. 165(33), Новосибирск, 1975, — 61–72.
24. Костин А.В., Неволин И.В. (2023) Стоимость права использования товарного знака в составе группы средств индивидуализации // Цифровая экономика № 3(24), 2023 — с. 23–28. DOI: [10.34706/DE2023-03-02](https://doi.org/10.34706/DE2023-03-02)
25. Макаров В. Л. (1973) Баланс научных разработок и алгоритм его решения. Оптимизация: Сб. статей. Новосибирск 11(28): 37–45.
26. Макаров В. Л. (1976) Модель экономического равновесия, учитывающая нововведения. Оптимизация: Сб. статей. Новосибирск 18: 19–45.
27. Мулен Э.*1985) Теория игр с примерами из математической экономики: Пер. с франц.—М.: Мир, 1985.—200 с/

28. Неволин И.В. (2023a) Разделение стоимости портфеля прав на средства индивидуализации между его компонентами // Цифровая экономика № 3(24), 2023 – с. 29–33. DOI: 10.34706/DE2023-03-03.
29. Неволин И.В. (2023b) Вознаграждение за передачу технологий: методы расчёта и границы применимости // Цифровая экономика № 2(23), 2023 – с. 31–35. DOI: 10.34706/DE-2023-02-03
30. Оуэн Г. Теория игр 1971, М.: Мир, 229 с
31. Полтерович В.М., (2024a), 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.
32. Полтерович В.М., (2024b), 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.
33. Рубинштейн А. Г. (1983) Моделирование экономических взаимодействий в территориальных системах. Новосибирск: Наука, 1983. – 238 с.
34. Рубинштейн Г.Ш. (1973) О некоторых классах неаддитивных функций множеств. // Оптимизация: Сб. статей. Новосибирск, 1973, вып. 9(23), С. 157–164.
35. Шмырев В. И., (1983) Об одном подходе к отысканию равновесия в простейших моделях обмена, Докл. АН СССР, 1983, Т. 268, № 5, – 1062–1066
36. Шмырев В. И., (2014) Алгоритмы полиэдральной комплементарности для отыскания равновесия в линейных моделях конкурентной экономики // Дискретный анализ и исследование операций. 2014. Т. 21, № 2. – . 84–101.
37. Шмырев В. И., (2020) Двойственность в линейных экономических моделях обмена // Тр. Ин-та математики и механики УрО РАН. - 2020. - Т. 26. - № 3, – 258–274
38. Смейл С. (1972) Глобальный анализ и экономика, I. Оптимум Парето и обобщение теории Морса / Успехи математических наук, т. XXVII, вып. 3(165). – 177–187.
39. Debreu G. (1972) Smooth Preferences. *Econometrica* 40, – 603–616.
40. Debreu G. (1974) Four Aspects of the Mathematical Theory of Economic Equilibrium. *Proceedings of the International Congress of Mathematicians. Vancouver, 1974.* – 65–77.
41. Demyanov, V. F. and Rubinov A. M., (1995), “Constructive Nonsmooth Analysis,” Verlag Peter Lang, New York, 1995
42. Keiding, H., (2020) *Theory of general economic equilibrium Description*: Singapore; Hackensack, NJ: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., [2020] | Includes bibliographical references and index. Identifiers: LCCN 2020006477 | ISBN 9789811214387 (hardcover) | ISBN 9789811214394 (ebook)
43. Michio Morishima (1973) *MARX'S ECONOMIC'S A dual theory' of value and growth.* Cambridge University Press 1973.
44. Michio Morishima (1977) *Walras's Economics: A pure theory of capital and money*, 1977
45. Michio Morishima (1989) *Ricardo's Economics*, 1989.
46. Smale, S. (1975) Global analysis and economics. *Synthese Volume Issue 31*, p. 345–358 (1975). <https://doi.org/10.1007/BF00485983>
47. Smale, S. (1976), Exchange processes with price adjustment, *Journal of Mathematical Economics*, Elsevier, vol. 3(3), – 211-226.
48. Smale, S. (1974a), “Global analysis and economics IIA: Extention of a theorem of Debreu”//*J. Math. Econom.*, Volume 1, Issue 1, March 1974, p. 1-14
49. Smale, S. (1974b), “Global analysis and economics IV, Finiteness and stability of equilibria with general consumption sets and production”. *J. Math. Econom.*, Volume 1, Issue 1, p. 119–127.
50. Smale, S. (1973) Global analysis and economics. I. Pareto optimum and a generalization of Morse theory. In: *Dynamical systems (Proc. Sympos., Univ. Bahia, Salvador, 1971)*, – 531-544. Academic Press, New York (1973)

References in Cyrillics

1. Aleksandrov A.D. (1950) *Vy`pukly`e mnogogranniki.* — М.-Л.: Gostexizdat, 1950. — 428 s.
2. Auman R., Shepli. L. *Znacheniya dlya, neatomicheskix igr.* М.: Mir, 1977.
3. Bely`x, A. A. (2024). E`konomicheskie idei L.V. Kantorovicha i ix vospriyatie v SSSR i na Zapade. *AlterEconomics*, 21(1), 82–102. <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2024.21-1.6>
4. Bendikov M.A. (2025) *Razrabotka unikal`noj avtomatizirovannoj sistemy` dolgosrochnogo planirovaniya NIOKR, proizvodstva i razvitiya nauchno-proizvodstvennogo potentsiala kosmicheskoy otrasli SSSR.*
5. Bulavskij V.A. (1973) *Odin special`ny`j algoritm kvadrachnogo programmirovaniya.* - V kn.: *Op-timizatsiya. Vy`p. 5(22)*, Novosibirsk, 1973, —. 23–36.
6. Val`ras L. (2000) *E`lementy` chistoy politicheskoy e`konomii.* — М.: Izograf, 2000. - 448 s. ISBN 5-87113-102-
7. Vasil`ev V.A. (1998) *Funkcional Shepli i polyarny`e formy` odnorodny`x polinomi-l`ny`x igr*, *Matem. tr.*, 1998, tom 1, nomer 2, 24–67.

8. Vasil'ev V. A., Suslov V. I. (2010) Ravnovesie E'dzhvorta v odnoj modeli mezhregional'ny'x e'konomicheskix otnoshenij // Sib. zhurnal industrial'noj matematiki. 2010. T. 13, № 1. – 18–33.
9. Vershik A. M., Kutateladze S. S., Novikov S. P. (2012) Leonid Vital'evich Kantorovich (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya), UMN. 2012, tom 67, vy'pusk 3(405), – 185–191, DOI: 10.4213/rm9475
10. Vershik A. M., Chernyakov A.G. (1982a) Kriticheskie tochki polej vy'pukly'x mnogogrannikov i optimum po Pareto-Smejlu // Doklady AN SSSR. – 1982. – T. 266, № 3. – S. 342–345.
11. Vershik A. M., Chernyakov A.G. (1982b) Polyva vy'pukly'x mnogogrannikov i optimum po Pareto-Smejlu. // Optimizaciya: Sb. statej. Novosibirsk, 1982. Vy'p. 28 (45): Problemy' vy'puklogo analiza i teo-rii e'kstremal'ny'x zadach, 1982. – S. 112–145.
12. Virchenko M. I., Shestakova N. V. E'konomicheskim analiz ocenok produkcii i resursov v zadachax razmeshheniya sel'skoxozyajstvennogo proizvodstva. - V kn.: Problemy' e'konomicheskoy kibernetiki v sel'skom xozyajstve. Novosibirsk, 1977, – 34–54.
13. Gamidov T.G., Domozhirev D.A., Ibragimov N.M. (2013) Ravnovesny'e sostoyaniya otkry'toj mezhregional'noj sistemy', porozhdennoj optimizacionnoj mezhregional'noj mezhotraslevoj model'yu. – ISSN 1818–7862. Vestnik NGU. Seriya: Social'no-e'konomicheskie nauki. 2013. Tom 13, vy'pusk 3, – 81–94.
14. Dem'yanov V.F. Vasil'ev L.V. (1981) Nedifferenciруемая оптимизация. М.: Наука, 1981. – 384 с.
15. Kantorovich L.V. (1939) Matematicheskie metody' organizacii i planirovaniya proizvodstva. L.: Izd-vo LGU. 1939. – 68 s.
16. Kantorovich L.V. (1960) E'konomicheskij raschet nailuchshego ispol'zovaniya resursov. Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1960–346 s.
17. Kantorovich L.V. (1986) Moj put' v nauke. Uspexi matematicheskix nauk, 1987, tom 42, vy'pusk 2(254), stranicy 183–213
18. 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.
19. Koz'yrev A.N. Ocenka intellektual'noj sobstvennosti: Funkcional'ny'j podxod i matematicheskie metody'. Izdatel'skie resheniya, 2016. — 350 s. ISBN 978-5-4483-4276-9
20. Koz'yrev A. N. Sinergiya i kannibalizm znanij v e'konomike i v nauke // Cifrovaya e'konomika № 3(24), 2023 – s. 5–22. DOI: 10.34706/DE-2023-03-01
21. Koz'yrev A.N. (2024) Mul'tidisciplinarny'j podxod kak shans na spasenie e'konomicheskoy nauki (ot e'konomistov) // Cifrovaya e'konomika № 1(27), 2024 – 5–13. DOI: 10.34706/DE-2024-01-01
22. Koz'yrev A. N. Ob odnom algoritme mnogocелеvogo planirovaniya. (na primere razmeshheniya zakupok sel'skoxozyajstvennoj produkcii po rajonam oblasti). - V kn.: Chislenny'e metody' optimizacii i ix prilozheniya. Irkutsk, 1981, – 72–83.
23. Koz'yrev A.N. (1975) Optimizaciya raspredeleniya resursov v sisteme linejny'x modelej proizvodstva - V kn.: Optimizaciya. Vy'p. 165(33), Novosibirsk, 1975, – 61–72.
24. Kostin A.V., Nevolin I.V. (2023) Stoimost' prava ispol'zovaniya tovarnogo znaka
25. v sostave gruppy' sredstv individualizacii // Cifrovaya e'konomika № 3(24), 2023 – s. 23–28. DOI: 10.34706/DE2023-03-02
26. Makarov V. L. (1973) Balans nauchny'x razrabotok i algoritmy ego resheniya. Optimizaciya: Sb. statej. Novosibirsk 11(28): 37–45.
27. Makarov V. L. (1976) Model' e'konomicheskogo ravnovesiya, uchity'vayushhaya novovvedeniya. Optimizaciya: Sb. statej. Novosibirsk 18: 19–45.
28. Mullen E'. (1985) Teoriya igr s primerami iz matematicheskoy e'konomiki: Per. s francz.—M.: Mir, 1985.—200 s
29. Nevolin I.V. (2023a) Razdelenie stoimosti portfelya prav na sredstva individualizacii mezh-du ego komponentami // Cifrovaya e'konomika № 3(24), 2023 – s. 29–33. DOI: 10.34706/DE2023-03-03.
30. Nevolin I.V. (2023b) Voznagrazhdenie za peredachu texnologij: metody' raschyota i granicy primenimosti // Cifrovaya e'konomika № 2(23), 2023 – s. 31–35. DOI: 10.34706/DE-2023-02-03
31. Oue'n G. Teoriya igr 1971, M.: Mir, 229 s
32. Polterovich V.M., (2024 a), Matematicheskaya e'konomika v e'poxu socializma i perexod k ry'nku (chast' I) // Problemy' prognozirovaniya. 2024. № 5 (206). S. 6–19. DOI: 10.47711/0868 -6351-206-6-19.
33. Polterovich V.M., (2024 b), Matematicheskaya e'konomika v e'poxu socializma i perexod k ry'nku (chast' II) // Problemy' prognozirovaniya. 2024. № 6 (207). S. 6–15. DOI: 10.47711/0868 -6351-207-6-15.
34. Rubinshtejn A. G. (1983) Modelirovanie e'konomicheskix vzaimodejstvij v territorial'ny'x si-stemax. Novosibirsk: Nauka, 1983. – 238 s.
35. Rubinshtejn G.Sh. (1973) O nekotory'x klassax neadditivny'x funkcij mnozhestv. // Optimizaciya: Sb. statej. Novosibirsk, 1973, vy'p. 9(23), S. 157–164.
36. Shmy'rev V. I., (1983) Ob odnom podxode k oty'skaniyu ravnovesiya v prostejshix modelyax obmena, Dokl. AN SSSR, 1983, T. 268, № 5, – 1062–1066

37. Shmyrev V. I., (2014) Algoritmy poliedral'noj komplementarnosti dlya otskaniya ravnovesiya v linejny'x modelyax konkurentnoj ekonomiki // Diskretnyj analiz i issledovanie operacij. 2014. T. 21, № 2. – 84–101.
38. Shmyrev V. I., (2020) Dvoystvennost' v linejny'x ekonomicheskix modelyax obmena // Tr. In-ta matematiki i mexaniki UrO RAN. - 2020. - T. 26. - № 3, – 258–274
39. Smej S. (1972) Global'nyj analiz i ekonomika, I. Optimum Pareto i obobshhenie teorii Morsa / Uspexi matematicheskix nauk, t. XXVII, vy'p. 3(165). – 177–187..

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-2025-03-01

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

Abstract

The possibilities of mathematical modeling and calculations based on the principle of duality, introduced by L.V. Kantorovich from functional analysis to convex analysis, linear programming and economics, which have not been fully used to date, are shown. Special attention is paid to calculations in conditions of initial incompleteness of information and the appearance of additional conditions as the extremum tasks are solved. Examples from practice are used as illustrations. The author's point of view on the causes of the crisis of economics in general and economics and mathematics in particular is expressed.

УДК: 368.01

1.2. Анализ распределения ресурсов аналитическими и численными методами

Малиновский В.К.
ЦЭМИ РАН, Москва, Россия

В вероятностных моделях распределения ресурсов между многими предприятиями некоторой отрасли в некоторый временной период (например: неделя, месяц, квартал) возникают сложные суммы, на которые в естественных условиях распространяются (см. [5]) аналитические результаты классической теории суммирования, такие как нормальное приближение и его уточнения. Использование таких аналитических результатов в практических целях требует более высокой теоретической подготовки, чем та, которая необходима для проведения имитационного моделирования. Аналитические результаты дополняют численные расчеты и верифицируют их, давая представление о том, в каком диапазоне численные результаты должны находиться. В статье обсуждается применимость на практике аналитических результатов для сложных сумм и баланс между имитационными и аналитическими методами, волнующий специалистов с начала компьютерной эры.

Введение

Нобелевская премия по экономике 1975 года была присуждена Л.В. Канторовичу и Тьяллинг Купмансу "за вклад в теорию оптимального распределения ресурсов". Исследование этой экономической проблемы было основано на таких достижениях в математике, как задача линейного программирования. В известном смысле она состоит в поиске экстремума линейного функционала при линейных ограничениях.

1. Вероятностные модели распределения ресурсов и сложные суммы случайных величин

Рассмотрим следующие простейшие вероятностные модели в задачах распределения ресурсов с ограничениями и случайностью.

Пример 1: промышленные предприятия с ограниченным ресурсом. Предположим, что отрасль экономики¹ состоит из ряда промышленных предприятий, рассматриваемых в некоторый временной период (например: неделя, месяц, квартал), выбор которого несущественен. Обозначим через t общий ресурс отрасли, например энергию, в этот временной период. Если случайная величина T_i обозначает энергию, потребляемую в рассматриваемый период i -м предприятием², то работать при указанных ограничениях может только случайное число предприятий, определяемое принимающей целочисленные значения случайной величиной $\bar{N}_t = \sup\{n \geq 1: \sum_{i=1}^n T_i \leq t\}$, или 0, если множество в фигурных скобках пусто. Обозначив через X_i продукцию i -го предприятия, мы получим, что сложная сумма $S_{\bar{N}_t} := \sum_{i=1}^{\bar{N}_t} X_i$ — это совокупный продукт отрасли, обладающей ограниченным ресурсом. Последовательность $(T_i, X_i), i = 1, 2, \dots$, будем называть базисом, а сложную сумму $S_{\bar{N}_t}$ — $\mathcal{R}/\mathcal{I}$ -суммой³.

Если не предполагать независимости предприятий друг от друга, то сложная сумма $S_{\bar{N}_t}$ будет не $\mathcal{R}/\mathcal{I}$ — суммой, а $\mathcal{R}/\mathcal{D}$ — суммой⁴. Такую сложную сумму рассмотрим в следующем примере.

Пример 2: кластеризованная отрасль экономики с ограниченными ресурсами. Пусть отрасль экономики состоит из ряда промышленных предприятий, а отчетный период — такая же фиксированная единица времени, как в Примере 1. Энергию, потребляемую i -м предприятием, по-прежнему обозначим через T_i , а производимый им продукт — через X_i . Совокупным продуктом отрасли, как в Примере 1, будет сложная сумма $S_{\bar{N}_t} := \sum_{i=1}^{\bar{N}_t} X_i$, базис которой $(T_i, X_i), i = 1, 2, \dots$, вообще говоря, состоит из зависимых случайных векторов.

Рассмотрим один пример преобразования сложной суммы $S_{\bar{N}_t}$ в модульную сложную сумму, базис которой состоит из независимых модульных случайных векторов. Предположим, что предприятия принадлежат разным компаниям, которые мало влияют друг на друга, хотя взаимная зависимость предприятий внутри одной компании существенна. Объединим (мы оставляем в стороне вопрос о том, как устроена приоритетность среди компаний) предприятия, принадлежащие разным компаниям, в кластеры: нумерация предприятий производится таким образом, чтобы первыми шли T_1 предприятий компании номер 1, затем $\tau_2 := T_2 - T_1$ предприятий компании номер 2 и т.д. Общее потребление энергии k -й компанией, у которой $\tau_k := T_k - T_{k-1}$ предприятий, составляет $T_k := \sum_{i=j_{k-1}+1}^{j_k} T_i$. Число фирм, которые могут работать при условии, что общий ресурс равен t , равно $\bar{N}_t = \sup\{n \geq 1: \sum_{i=1}^n T_i \leq t\}$, или 0, если множество пусто. Общий

¹ Отрасль экономики есть совокупность всех производственных единиц, осуществляющих преимущественно одинаковый или сходный вид производственной деятельности.

² Мы не будем останавливаться на факторах, влияющих на такую случайность, хотя сделать это несложно.

³ Первая буква — от “regular summation”, а вторая — от “independence”. Обратим внимание читателя на то, что случайные величины $T_i, i = 1, 2, \dots$, и $X_i, i = 1, 2, \dots$, в Примере 1 положительны и независимы.

⁴ Первая буква, по-прежнему, от “regular summation”, вторая — от “dependence”.

продукт всех этих фирм, а следовательно, и всей отрасли экономики, равен $\sum_{k=1}^{\bar{N}_t} X_k$, где X_k — продукт k -й фирмы. Эта сложная сумма отличается от исходной сложной суммы $S_{\bar{N}_t} := \sum_{i=1}^{\bar{N}_t} X_i$ в основном лишь тем, что ее базис $(T_k, X_k), k = 1, 2, \dots$, образован независимыми модулями.

В следующем примере мы возвращаемся к предположению Примера 1 о независимости предприятий друг от друга⁵, но случайные величины $T_i, i = 1, 2, \dots$, больше не обязаны быть положительными.

Пример 3: промышленные предприятия и возобновляемые ресурсы. Пусть общий ресурс отрасли t — это совокупный объем отходов (например, сточных вод или оксидов углерода), превышение которого отраслью в отчетный период недопустимо. Пусть каждое предприятие отрасли, помимо производства своей основной продукции, обладает возможностями переработки таких отходов и даже предоставляет услуги по такой переработке сторонним организациям. Другими словами, оно производит противоположность собственным загрязнениям — частично, полностью или даже в избытке. В этих предположениях общий объем промышленного производства моделируется сложной суммой, базис которой состоит из независимых случайных векторов $(T_i, X_i), i = 1, 2, \dots$. Когда очистка интенсивнее загрязнения, компоненты T_i принимают отрицательные значения, что приводит к “нерегулярности” суммирования: такая сумма не обязана строго возрастать при росте числа слагаемых.

В Примере 3 центральным объектом является сложная сумма вида $S_{\bar{N}_t} := \sum_{i=1}^{\bar{N}_t} X_i$, где $\bar{N}_t = \inf\{n \geq 1: \sum_{i=1}^n T_i > t\}$, или $+\infty$, если множество пусто, которую назовем $\mathcal{I}/\mathcal{I}$ -суммой (первая буква от “irregular summation”, вторая — от “independence”). Легко видеть, что структура распределения случайных величин T_i (говоря нестрого, сколько вероятностной массы расположено справа и слева от нуля) играет существенную роль. Как и в Примере 2, но на основе других соображений, сложную сумму $S_{\bar{N}_t}$ можно представить в виде модульной сложной $\mathcal{R}/\mathcal{I}$ -суммы.

Пример 4: кластеризованная отрасль экономики и возобновляемые ресурсы. В контексте модели переработки отходов из Примера 3 предположим, что предприятия различных компаний, в совокупности составляющие отрасль экономики, содержатся в кластерах, зависимость между которыми незначительна. Примерами таких кластеров могут служить регионы или страны, взаимодействие между которыми развито слабо. Зависимость предприятий друг от друга присутствует, то есть базис $(T_i, X_i), i = 1, 2, \dots$ состоит из зависимых векторов. Кроме этого, $T_i, i = 1, 2, \dots$ необязательно положительны. В этом примере возникает сложная сумма $S_{\bar{N}_t}$, которую назовем $\mathcal{I}/\mathcal{D}$ -суммой (первая буква от “irregular summation”, вторая — от “dependence”). Нас будет интересовать ситуации, в которых эту сложную сумму можно представить в виде модульной сложной $\mathcal{R}/\mathcal{I}$ -суммы.

Классические результаты теории суммирования, такие как нормальная аппроксимация, оценки скорости сходимости к нормальному распределению и асимптотические разложения Эджворта-Крамера, распространены на сложные суммы из Примеров 1–4 в [5]. Ниже приводятся некоторые соображения об использовании этих аналитических результатов.

2. Вычисления на основе аналитических результатов

Познавательная ценность вероятностного анализа в значительной мере определяется предельными теоремами⁶. До середины 20-го века главными из них были предельные теоремы для обыкновенных (в отличие от сложных, рассмотренных в Примерах 1–4) сумм независимых случайных величин: центральная предельная теорема и ее уточнения, такие как оценка скорости сходимости и асимптотические разложения Эджворта-Крамера.

Предельные теоремы теории вероятностей изначально были вычислительным инструментом в задачах, которые не имеют явного аналитического решения или в которых использование такого решения сложно для вычислений. Например, теорема Муавра-Лапласа позволяет переходить от факториалов к показательным функциям в выражениях, связанных с испытаниями Бернулли. Разложение Эджворта-Крамера с явно выписанными корректирующими выражениями, в которых заключено больше информации об отдельных слагаемых, чем дают их математическое ожидание и дисперсия, часто позволяет повысить точность аппроксимации. Если бы компьютеры не были изобретены, то предельные теоремы и по сей день оставались бы основой для алгоритмов вычислений, чем они были изначально.

До изобретения компьютеров многие технические сложности, возникавшие при попытках применения аналитических результатов в вычислительных целях, считались неразрешимыми, а сами эти аналитические результаты непригодными для вычислений. В особо важных случаях вычисления производились большим числом людей, вооруженных арифмометрами. В компьютерную эпоху стоимость элементарных арифметических операций снизилась. Поэтому на первый план вышли численные методы, такие как имитационное моделирование.

⁵ То есть, базис $(T_i, X_i), i = 1, 2, \dots$, состоит из независимых векторов.

⁶ Это цитата из книги [1]. Полезно отметить, что предельные теоремы теории вероятностей, в отличие от результатов теории случайных процессов и, в известном смысле, от самой этой теории, появились (например, теоремы Бернулли и Муавра—Лапласа) задолго до аксиоматизации теории вероятностей.

3. Прямое имитационное моделирование и моделирование, основанное на аналитике

С распространением компьютеров стремление к замене аналитических приближений вычислительными выходит на первый план. Обычно методы, требующие интенсивного использования компьютеров (см., например, [3], [8]), можно определить как повторение простых вычислений, таких как генерация псевдослучайных чисел и их использование так, как это требуется в определении изучаемого объекта. Наиболее часто применяемая разновидность таких методов — имитационное моделирование. Суть этого ресурсоемкого метода⁷ остается той же, что и при подбрасывании монеты. Разница заключается лишь в том, что физический эксперимент фактически не проводится, а результаты эксперимента “воспроизводятся” или “моделируются” компьютерной программой с помощью псевдослучайных чисел⁸. Технически, мы различаем:

- прямую (или наивную) процедуру имитационного моделирования для сложной суммы, в вычислении вероятностных характеристик которой используется только ее определение.
- интеллектуальную процедуру имитационного моделирования для сложной суммы с использованием предельных теорем в терминах числовых характеристик (например, степенных моментов и семиинвариантов) элементов исходного базиса или модулей, если модульный анализ применялся. Такое имитационное моделирование в значительной степени сводится к численным методам нахождения указанных числовых характеристик для исходных или модульных случайных величин, которое намного проще прямой процедуры имитационного моделирования для сложной суммы.

4. Баланс между имитационным моделированием и аналитическими методами

Проблема баланса имитационного моделирования, который — даже при безошибочном программировании — является лишь численным методом, не дающим общих ответов, и аналитическими методами, ограниченность применимости которых была давно ясна, волновала ученых в 1980-х годах, в самом начале эры массовой компьютеризации.

Важно выработать правильный подход к балансу между имитационными и аналитическими методами, чтобы одни дополняли другие. С одной стороны (см. [6], стр. 45), аналитическое исследование, даже в сильно упрощенной ситуации, может подсказать полезные идеи для имитационного анализа. Например, оно помогает правильно учитывать особенности модели. Предварительное аналитическое исследование основных переменных, участвующих в модели, может улучшить модель за счет выбора наиболее подходящих распределений. В целом, предварительное знакомство с моделью посредством аналитического исследования может помочь как выработке разумной стратегии моделирования, так и оптимизации вычислений.

С другой стороны, моделирование может помочь нам реабилитировать аналитические методы в глазах практиков. Хотя некоторые специалисты считают, что большинство аналитических методов основано на неестественных предположениях, их использование полезно для верификации (например, в процессе отладки и поиска ошибок программирования) результатов численных расчетов. Это можно сделать, сравнив полученные численные результаты с ожидаемыми теоретическими результатами, пусть даже и в тех же условиях, в которых последние были получены.

Подводя итог, следует отметить, что традиционные аналитические методы и методы моделирования ни при каких обстоятельствах не следует рассматривать как конкурирующие. Общее правило (см. [2], с. 154) заключается в том, что аналитические исследования следует проводить всегда, когда это возможно. Однако следует избегать искушения манипулировать предпосылками модели, упрощая ее лишь затем, чтобы сделать такое аналитическое исследование возможным. Особенно следует избегать нарушений применимости модели в реальных условиях.

5. Заключение: применимы ли аналитические методы на практике?

Поскольку любая теория в конечном итоге предназначена для практического применения, основным является вопрос, вынесенный в заголовок этого раздела. В контексте страхового регулирования он возник в конце 1970-х годов в связи с началом массового использования компьютеров, которые, как считали некоторые, сделали из многих прежде знаменитых аналитических результатов (например, из предельных теорем Крамера-Лундберга в коллективной теории риска) ненужный пережиток прежнего научного знания.

В этой связи, опираясь на авторитет Тейво Пентикайнена⁹, имевшего огромный опыт использования научных идей в практическом регулировании страховой отрасли, мы приведем (в виде прямых цитат, в переводе на русский язык) несколько соображений, высказанных им в [6] и в [7].

⁷ Под ресурсоемкими методами мы обычно подразумеваем набор идей, которые в значительной мере зависят от доступности высокоскоростных вычислений.

⁸ О проблеме качества псевдослучайных чисел см., например, [4].

⁹ Из некролога, помещенного в журнале ASTIN Bulletin (2006), том 36, № 2: “Тейво Пентикайнен внес один из важнейших вкладов в теорию платежеспособности во второй половине 20-го века. Его основополагающие работы, положившие основы научному пониманию факторов платежеспособности, а также оптимальной величины и типа перестрахования, были написаны уже в 1950-х годах”. В 1948 году Пентикайнен являлся заведующим отдела страхования Министерства социальных дел и находился на этой должности до 1962 года. В этот период он играл значительную роль в развитии финских накопительных пенсионных схем. В 1962 году стал первым президентом и CEO вновь созданной пенсионной страховой компании Илмаринен (фин.

- ([6], стр. 45): “Одним из важных преимуществ аналитического метода, даже если он основан на весьма частных предположениях, является возможность проиллюстрировать взаимозависимость задействованных переменных. Даже если полученные значения далеки от значений, полученных при исходных предположениях, вероятно, действуя так¹⁰, можно предварительно изучить, по крайней мере, форму взаимозависимости, что облегчает понимание структуры сложной модели”.
 - ([7], стр. 30): “Достоинством подхода, основанного на имитационном моделировании, является его замечательная гибкость, позволяющая учитывать весьма общие условия и предположения. Его недостаток заключается в том, что качество результата зависит от качества выборки, а поэтому могут потребоваться большие объемы наблюдений и большие временные затраты для повышения этого качества”
 - ([6], стр. 29): “Вероятно, слишком часто поведение руководства определялось простой интуицией. Зачастую многие “опытные” менеджеры относятся с подозрением и предвзято к теоретическим соображениям, которые они легко обходят краткими комментариями об отсутствии в них практической ценности. Однако пренебрежение четкой формулировкой проблем и принципов в выборе управления не означает, что такой менеджер фактически не следует какой-либо стратегии. Напротив, любой способ принятия решений, даже пренебрежение принятием решения, является своего рода стратегией. Разница лишь в том, что стратегия “людей из практики” может быть случайным продуктом старых традиций, более или менее надежной интуиции и т.д., без какой-либо четкой формулировки и анализа различных альтернативных вариантов. Обсуждение теоретических аспектов и теоретических точек зрения, даже если результаты расчетов не представляют большой ценности, может в любом случае направить внимание на формулировку и переформулировку проблем и на осознанный анализ фактов и возможностей”.
 - ([6], стр. 44): “Одна из проблем, как практическая, так и теоретическая, заключается в том, чтобы так организовать результаты моделирования, чтобы они наилучшим образом отвечали нуждам руководства. Идея использования модели, конечно же, заключается в попытке найти оптимальную стратегию, то есть набор параметров решения, которые дают “наилучший возможный результат”. Простейший способ — это повторить процесс моделирования для различных стратегий и более или менее интуитивно попытаться найти подходящие значения параметров стратегии. Например, зафиксировав все параметры, кроме одного, и придавая ему разные значения, можно уловить, как система реагирует на такие изменения параметра. Изменяя такой “свободный параметр”, можно получить набор результатов, и, возможно, хотя бы приблизиться к оптимальной стратегии”.
 - ([6], стр. 45): “В качестве компромисса между имитационным и аналитическим методами может быть целесообразно сначала выполнить некоторые упрощенные аналитические расчеты. Найдя подходящие частные предположения, можно, вероятно, найти аналитическое решение проблемы. Насколько эти аналитические результаты справедливы также и для исходной задачи, в которой предположения более общие и более реалистичные, вероятно, в общем случае невозможно предсказать. Однако решения, полученные аналитически, могут служить для начала моделирования — так что задача оптимизации с помощью моделирования, возможно, может быть упрощена”.
- ([6], стр. 44–45): “Вместо методов моделирования, возможно, можно было бы использовать и другие методы. Вероятно, с помощью некоторых подходящих предположений в виде взаимозависимости переменных модели распределения переменных состояния можно было бы выразить аналитически. Если бы это удалось, то оптимизация стратегий, вероятно, была бы также решена аналитически, и вышеупомянутые трудности были бы преодолены. С другой стороны, модель настолько сложна и включает в себя так много переменных, что аналитическое рассмотрение всей проблемы, по-видимому, возможно только при весьма ограничительных предположениях. Они должны быть сделаны с учетом простоты расчетных операций, и тогда, возможно, придется пожертвовать способностью модели адекватно соответствовать требованиям практического управления. По этой причине мы, по крайней мере на первом этапе, отдали предпочтение методам моделирования”.

Литература

1. Гнеденко, Б.В., Колмогоров, А.Н. (1949) Предельные распределения для сумм независимых величин. ГИТТЛ, Москва, Ленинград.
2. Daykin, C.D., Pentikäinen, T., and Pesonen, M. (1996) Practical Risk Theory for Actuaries. Chapman and Hall, London, etc.
3. Diaconis, P., and Efron, B. (1983) Computer intensive methods in statistics, Sci. Amer., 248, 115-130.
4. Hellekalek, P. (1998) Good random number generators are (not so) easy to find, Mathematics and Computers in Simulation, 46, 485-505.
5. Malinovskii, V.K. (2025) Compound Sums and Modular Analysis. Quasi-Distributional Limit Theorems and Their Refinements. (готовится к публикации)

Ilmarinen), проработав в этой должности до 1977 года. Компания была одной из первых, которая стала применять пенсионные схемы, разработанные Пентикайненем в период его работы в Министерстве социальных дел Финляндии.

¹⁰ То есть, сперва проводя аналитическое исследование. — В.М.

6. Pentikäinen, T. (1975) A model of stochastic-dynamic prognosis. An application of risk theory to business planning, Scandinavian Actuarial Journal, 29-53.
7. Pentikäinen, T. (1988) On the solvency of insurers. In book: Classical Insurance Solvency Theory, ed. by D. Cummins and R. Derrig, Kluwer, Boston, etc.
8. Ripley, B.D. (1987) Stochastic Simulation. John Wiley & Sons, New York.

References in Cyrillics

1. Gnedenko, B.V., Kolmogorov, A.N. (1949) Predel'ny'e raspredeleniya dlya summ nezavisimy'x velichin. GITTL, Moskva, Leningrad.

*Всеволод Константинович Малиновский, д.ф.-м.н.,
Центральный экономико-математический институт (ЦЭМИ РАН), 117418,
Нахимовский просп., 47, Москва, Россия
IstinaResearcherID (IRID): 121051920
Scopus Author ID: 56506806300
ResearcherID: R-7328-2017
ORCID: 0000-0002-6454-9647
E-mail address: admin@actlab.ru, Vsevolod.Malinovskii@mail.ru
URL: <http://www.actlab.ru>*

Ключевые слова

Страхование, государственное регулирование, вопросы теории и методологии.

Vsevolod Malinovskii. Analysis of resource allocation using analytical and numerical methods

Keywords

Insurance, analytical methods, simulation modeling

DOI: 10.34706/DE-2025-03-02

JELclassification – C65, E42

Abstract

In probabilistic models of allocation of resources between enterprises producing the same type of products in a reference time period (e.g., week, month, quarter), compound sums naturally arise. The analytical results of classical summation theory, such as the normal approximation and its various refinements, are generalized (see [5]) to the compound sums under natural assumptions. The use of such analytical results for practical purposes requires a higher theoretical background than is needed for performing simulation. Analytical results typically complement and validate numerical results, e.g., by indicating the range within which those numerical results are expected to lie. The article discusses the practical use of analytical results for compound sums and the balance between simulation and analytical methods, which were of interest for the experts since the beginning of the computer era.

УДК: 330.354

1.3. Моделирование инноваций, увеличивающих технологическую эффективность и ресурсную базу

Грачев И.Д., Ларин С.Н., Ноакк Н.В.,
ЦЭМИ РАН, Москва, Россия

Сегодня экономический рост ведущих мировых держав неразрывно связан с разработкой и внедрением инноваций. Они способствуют повышению производительности труда, снижению ресурсных и финансовых затрат, увеличению конкурентоспособности стран и их экономик, созданию новых товаров, услуг и технологий, открытию новых рынков, увеличению доходов и благосостояния населения. Основной целью статьи является обоснование возможности и целесообразности инновационного развития России в ближайшей перспективе через активизацию включения в хозяйственный оборот двух типов инноваций. На основе анализа источников литературы сделан вывод о необходимости одновременного внедрения инноваций двух типов. На примере эволюционного развития популяции коронавируса Covid-19 показано, что его популяция с целью повышения вероятности выживания применяет два принципиально разных типа мутаций: 1) увеличивающих КПД в освоении ресурса и 2) качественно расширяющих ее ресурсную базу. В статье предложено использовать аналогичный подход применительно к инновационному развитию реальных экономических систем. Проанализировано на моделях сравнительное воздействие инноваций 1-го и 2-го типов на эволюцию экономических систем. Главный вывод по результатам проведенного исследования заключается в том, что для ускорения инновационного развития российской экономики необходимо активно разрабатывать и внедрять инновации второго типа.

Введение

Современный мир переживает эпоху сущностных перестроений. Закончилась однополярная модель развития, а вместе с ней - доминирование либерал-фундаменталистской экономической модели в экономике и торговле. Гиперболизированная ставка на финансовый спекулятивный капитал и информационную ответственность провалилась где-то полностью (Великобритания), а где-то частично (США).

С точки зрения вероятности выживаемости страны восстанавливается понимание роли реального сектора и, прежде всего, энергетики. Это заставляет обратиться к решению проблемы конечности ресурсного обеспечения такого развития.

В свою очередь, выход за пресловутые «пределы роста» осуществляется и будет осуществляться путем развития науки и технологических инноваций 1-го и 2-го типа. Разумное распределение финансовых ресурсов и практических усилий в этом направлении предполагает ясное понимание и в идеале моделирование влияния на эволюцию экономических систем инноваций, увеличивающих КПД (в частности, более экономично использующих доступные ресурсы), или 1-го типа, и инноваций, принципиально расширяющих доступные к использованию ресурсы (например, открытие атомной энергии), или 2-го типа.

В данной статье авторами предпринята попытка на основе модельного представления динамики развития живых и экономических систем показать влияние инноваций 1-го и 2-го типов на экономический рост.

Обзор литературы

В условиях глобализации практически ежедневно появляются новые технологии, материалы, продукты и услуги. Сегодня инновации превратились в ключевой драйвер экономического роста. Под инновациями в экономике принято понимать процесс внедрения новых идей, технологий и подходов, позволяющих повысить эффективность производства, управления и потребления ресурсов.

Концепция распространения инноваций основана на теоретических разработках французского ученого Габриэля Тарда. В своей книге, вышедшей в 1903 году, он предложил теорию S-образной кривой, отражающей законы принятия инноваций, и отметил важность фактора межличностной коммуникации [Тард Ж.Г., 2011]. В 40-е годы XX века американцы поставили эту концепцию на научную основу. В настоящее время наиболее распространенными теориями являются диффузная модель распространения инноваций Э. Роджерса и диффузная модель Ф. Басса [Bass F.M., 2004].

Первый в 1962 году предложил концепцию линейной модели инноваций. Согласно этой модели, инновационный процесс начинается с научных исследований, после которых новые идеи и технологии мигрируют в производство, затем в маркетинг, а в конце – к потребителям.

Основные этапы линейной модели инноваций:

1. Научные исследования – разработка новых идей и технологий на основе научных исследований;
2. Производство – создание прототипов и внедрение новых технологий в производственный процесс;
3. Маркетинг – проведение маркетинговых исследований и разработка стратегии продвижения новых продуктов на рынок;

4. Дистрибуция – продажа новых продуктов и услуг на рынке, а также распространение их среди потребителей.

Линейная модель инноваций была очень популярна в первые десятилетия после ее внедрения за счёт своей простоты и понятности. Однако с течением времени инновационный процесс перестал быть линейным и стал включать в себя множество взаимосвязанных этапов. В результате, линейная модель инноваций после конструктивной критики была заменена более сложными моделями, такими как модель инновационной экосистемы.

Второй из указанных выше авторов моделей – Ф. Басс – предложил математическую модель инноваций, которая имеет следующий вид: $n_t = (p + q \times \frac{N_t}{M})(M - N_t)$

n_t - количество принявших инновацию в момент времени t ;

M - потенциал рынка;

N_t - суммарное число принявших инновацию в момент времени t ;

p - коэффициент внешнего влияния;

q - коэффициент внутреннего влияния.

В работе Кузнецова Ю.А. и Марковой С.Е. дается краткое описание ряда математических моделей диффузии инноваций¹. Одно из направлений в построении таких моделей восходит к классической модели Ф. Басса. Другое основано на использовании биологических аналогий – метафор и поэтому концептуально модели этого направления исследований оказываются сходными с моделями динамики численности взаимодействующих биологических популяций, в частности, с известными моделями Лотки – Вольтерры. Такие модели могут учитывать как отношения типа хищник – жертва, так и отношения конкуренции и симбиоза. В работе строится обобщенная математическая модель динамики смены поколений инновационного товара, в определенной мере объединяющая упомянутые выше подходы в области моделирования диффузии инноваций. Эта модель охватывает весьма широкий диапазон конкретных математических моделей и может быть положена в основу общих эконометрических моделей диффузии инноваций, описываемых системами одно-временных уравнений.

В статье [Бухаров Д.Н., Аракелян С.М., 2020] обосновано использование модели диффузии инноваций на основе подходов клеточного автомата для рассмотрения различных режимов распространения инноваций в обрабатывающих отраслях как во времени, так и по территориальному и другим признакам. В качестве примера инновационной продукции выбраны новые принципы создания элементов оптоэлектроники и фотоники с помощью лазерных технологий как перспективных экономических ниш рынка наукоемких технологий для России в конкурентном мире с учетом международного разделения труда и роли отечественных вычислительных устройств нового поколения.

В работе [Ештокин С.В., 2021] выявлены основные проблемы и перспективы диффузии инновационных технологий оборонно-промышленного комплекса в гражданский сектор экономики для реализации политики импортозамещения. Проведенное исследование показало, что в ОПК России, по сравнению с зарубежными странами, имеется ряд организационно-правовых и регулятивных проблем, которые значительно снижают его конкурентные позиции и увеличивают зависимость от государственного заказа. При реализации предложенных автором подходов можно ожидать, что российский ОПК сможет успешно интегрироваться в гражданский сектор экономики и участвовать в формировании новой социально-экономической реальности, рожденной технологической революцией Индустрии 4.0.

Основной вывод исследования, проведенного Цыганковым Н.С., Петруниной А.Э., Москалевым А.К. заключается в том, что применение моделей инновационного процесса, адекватных современным условиям функционирования экономических субъектов, – это один из основных элементов процесса планирования и управления инновациями². За счет применения моделей с адаптивными параметрами станет возможным достичь максимальной эффективности от реализации инноваций на рынке за счет оптимизации инновационного процесса и распределения усилий и ответственности между всеми участниками.

В работе [Кощеева А.К., Брындин А.В., Зюзин А.Н., 2024] выполнен обзор новых математических моделей инновационного развития. Отмечается появление моделей влияния культуры и институтов на экономическое развитие, применения рефлексивной логики для решения ранее неразрешимых проблем оппортунизма экономических агентов, методов проектирования бизнес-процессов инновационной деятельности.

В работе [Молокова Е.Л., Ляшенко Е.А., 2023] представлена характеристика факторов формирования модели отклоняющегося поведения типа институциональный новатор, а также процессов диффузии результатов институционального новаторства.

В работе [Мотченко Л.А., Клочко Н.В., 2019] предложены прогнозно-аналитические модели динамики распространения инновационных продуктов и услуг типа SIR-модели в непрерывной и дискретной формах. Авторы предлагают разбить население региона, где распространяется инновация, численностью $N(t)$, в момент времени t на три группы. Первая группа объединяет лиц, которые положительно относятся к нововведениям. Это потенциальные новаторы, а их количество в момент t обозначено через $S(t)$. Вторая группа объединяет лиц, которые уже являются потребителями новации. Это настоящие новаторы, распространители

¹ [http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik_soc/18115942_2017_-_1\(45\)_unicode/4.pdf?_ysclid=mca5zx8tb625309383](http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik_soc/18115942_2017_-_1(45)_unicode/4.pdf?_ysclid=mca5zx8tb625309383) (Дата обращения 24.06.2025)

² <http://www.nauteh-journal.ru/files/2cee24f4-2725-4f2a-89a8-e78b5d7073dc> (Дата обращения 22.06.2025)

новаторских идей, агенты. Их количество в момент t обозначено через $I(t)$. И третья группа состоит из лиц, которые негативно относятся ко всяким новшествам и изменениям. Это консерваторы, а их количество в момент t обозначено через $R(t)$. Таким образом, общая численность населения региона в момент t равна сумме $N(t) = S(t) + I(t) + R(t)$. Полученные авторами модели позволяют прогнозировать в пространственном и временном масштабах только общие тенденции распространения инновационных продуктов или услуг, пропорционально динамике численности указанных трех групп потребителей.

В работе [Рогачев А.Ф., Симонов А.Б., 2023] отмечено, что нелинейность диффузии инноваций затрудняет прогнозирование и управление как инновационными, так и другими связанными с ними экономическими процессами. Авторами предложена модель диффузии, учитывающая временные лаги между моментом возникновения спроса на инновацию и созданием инновационного продукта. Показано, каким образом эти лаги влияют на динамику инновационной деятельности. Полученные результаты схожи с положениями теории двойного рынка и цикла Хайпа. При этом они позволяют оценить факторы, влияющие на особенности нелинейной динамики диффузии инноваций. Показано, как информационные потоки в региональном разрезе влияют на особенности диффузии инноваций в регионе, и сделаны предложения по оптимизации управления инновационной деятельностью с использованием полученной модели.

В статье [Титова А.В., 2024] исследована эволюция от модели линейных инноваций к модели открытых инноваций, в призме развития области знаний управления инновациями и области знаний экономической географии, пересечение которых создало само понятие инновационной модели. Использование инструментария проектного менеджмента позволило выделить ключевое отличие этих двух моделей, состоящее не в их образующих субъектах, а в особенностях управления процессом создания результата, характеризующегося итерационностью и инкрементностью. Это доказало необходимость применения адаптивного подхода к управлению инновациями в системах любого масштаба.

Длинные волны базовых научно-технологических инноваций интерпретируются некоторыми исследователями, например [Яковец Ю.В., 2021], как научно-технологические революции, технологические уклады и т.д. Причем продолжительность этих волн с течением времени уменьшается. Эта особенность учитывается при помощи множества известных математических моделей, например, элементарных степенных и экспоненциальных функций, затухающих колебаний, моделей системной динамики (System Dynamics - SD) и др. Вместе с тем, эмпирическая периодизация волн инноваций сталкивается с такими методическими проблемами, как наличие относительно коротких эмпирических временных рядов, отсутствие точной календарной идентификации начала и конца волны, выбор показателей и стран мира для обоснованного измерения волн инноваций.

В статье [Стоун, В.И., Лейн, Дж.П., 2012] предлагается концептуальная структура, объединяющая все методы генерации знаний в логическую модель. Она может использоваться для планирования, получения и измерения предполагаемых полезных воздействий посредством внедрения знаний на практике. Кроме того, интеграция модели оценки «Контекст-Вход-Процесс-Продукт» (CIPP) проактивно повышает релевантность политики и программ НТИ, поддерживая при этом строгость. Полученная структура логической модели явно отслеживает прогресс знаний от входов, следуя за ним через три процесса генерации знаний и их соответствующие результаты знаний (открытие, изобретение, инновация), поскольку она генерирует предполагаемые социально полезные воздействия. Эта гибридная модель для создания технологических инноваций основана на лучших практиках в разработке новых продуктов в объединении с широко принятым подходом к трансляции знаний. Учитывая акцент на практике, основанной на доказательствах, в области медицины и здравоохранения и ожидания «от скамьи до постели больного» в отношении передачи знаний, спонсоры и получатели грантов должны найти эту модель полезной для планирования, внедрения и оценки инновационных процессов.

Материалы и методы

Согласно фундаментальной аксиоме основной целью деятельности любых живых систем является повышение вероятности их выживания. Затем можно воспользоваться ленинской методикой, которая рекомендует (в произвольном изложении) при анализе запутанных и сложных свойств обществ спуститься по спирали на несколько ступеней вниз и там поискать что-то аналогичное.

При обосновании моделей инновационного развития экономических систем методологически целесообразно использовать аналогию влияния на эволюцию мутаций вируса Covid-19, по которому накоплено громадное количество экспериментальных данных, и эволюцию экономических систем под воздействием инноваций.

В реальной эволюции Covid-19 явно наблюдались мутации двух принципиально разных типов: увеличивающие КПД вируса, в частности, по заразности (1-го типа), и увеличивающие доступную к использованию ресурсную базу за счет обнуления иммунитета у переболевших к вирусу-мутанту (2-го типа).

Экспериментально выполнена проверка двух-триггерной мутационной модели без дополнительной подстройки к обновленным данным для Москвы на 18.03.2025 г. Эволюционная модель адекватно отражает реальные данные. В связи с этим была построена двух-триггерная модель случайно-закономерной эволюции экономических систем с инновациями. При этом инновации 1-го типа предполагались квази-непрерывными, а инновации 2-го типа по времени увязывались с квазипериодическими циклами Кондратьева.

Результаты и обсуждение

Для применения модели эволюционного развития живых систем к экономическим системам достаточно заменить слово «мутации» на слово «инновации».

Если мы непредвзято проанализируем все известные инновации, то и они, по аналогии с мутациями, могут быть классифицированы как: повышающие КПД экономической системы (1-го типа) и принципиально

расширяющие доступные к использованию природные ресурсы (2-го типа). К примеру, переход от паровых к двигателям внутреннего сгорания – это инновации первого типа, а открытие и освоение деления и синтеза ядер – это инновация второго типа, так как они кардинально увеличивает энергетическую ресурсную базу.

Эта методология легко моделируется математически. Достаточно построить предельно простую эволюционную модель в форме, близкой к моделям Фишера для простейших биологических популяций [Фишер, Р.А., 1930]. С целью проверки этих вербально сформулированных гипотез в предыдущих работах авторов [Грачев И.Д. и др., 2025; Грачев И.Д. и др., 2020a] была предложена двух-триггерная мутационная модель эволюции вируса Covid-19, а также проведены предварительные оценки динамики пандемии и получены сравнительные прогнозы ее развития на будущий период до 1600 дней. Учитывая, что с момента публикации этих работ прошло немало времени, представляет интерес, прежде всего, проверка актуальности модели без дополнительной настройки.

На рисунке 1 представлена фактическая эволюция Covid-19 (красная кривая) и случайная реализация динамики развития пандемии по двух-триггерной мутационной модели без дополнительной подгонки для Москвы по состоянию на 18.03.2025. Учитывая расхождение фактических реализаций эволюции Covid-19 для разных стран и городов [Грачев И.Д. и др., 2020b; Грачев И.Д. и др., 2020c], результат следует признать вполне удовлетворительным. Модель работает.

Это позволяет нам перейти к во многом аналогичной эволюции экономических систем. Общая вероятностная эволюция по экономической модели задается в форме, близкой уравнениям из работы авторов [Грачев И.Д. и др., 2025]. Сущность двух-триггерной модели инноваций детально изложена в работе [Грачев И.Д., Ноакк Н.В., 2023]. Для учета характера волновых мутаций в модель включены два закономерно случайных триггера, один из которых меняет КПД системы, а второй расширяет ресурсную базу. Там же обоснован подбор параметров, соответствующих реальному развитию экономических систем.

В отличие от биологических мутаций, экономические инновации 1-го типа (с повышающим КПД системы) непрерывно дискретны. С целью эффективности разделения воздействия на эволюцию инноваций 1-го и 2-го типа, мы в данной работе инновации 1-го типа моделировали непрерывным изменением КПД системы в смысле погрешности оценивания рыночных стоимостей (или себестоимости производства товаров агентами). Случайно-закономерный триггер инноваций второго типа по времени и инновативности привязывался к циклам Кондратьева

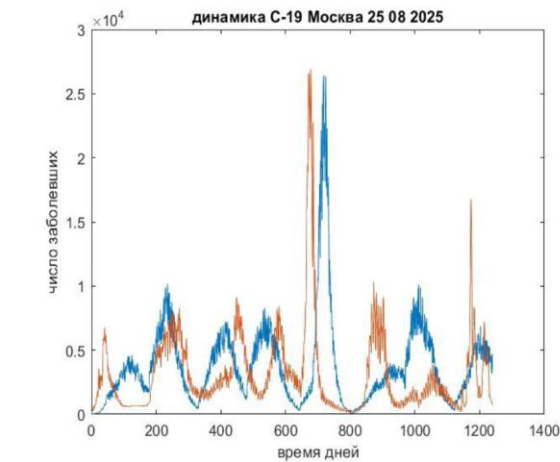


Рис.1. Фактическая эволюция Covid-19 (красная кривая) и случайная реализация динамики ее развития по двухтриггерной мутационной модели без дополнительной подгонки для Москвы по состоянию на 18.03.2025.

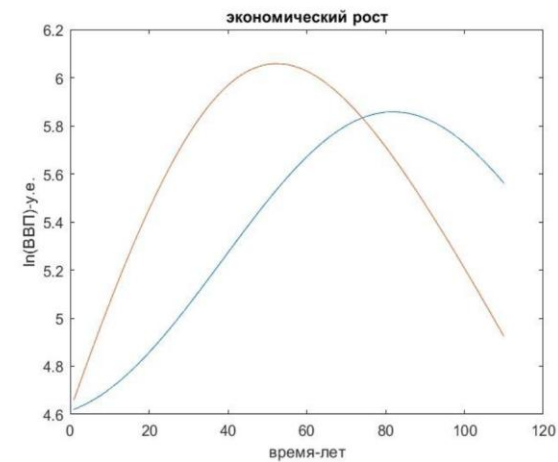


Рис.2. Сравнительная эволюция инновационной страны А к стационарной стране В при использовании исключительно инноваций 1-ого типа.

Как обычно, для исключения влияния множества нецелевых факторов использовали компаративный метод, при котором страна В не применяла инновации ни 1-го, ни 2-го типов. Доступные к использованию ресурсы составляют примерно 1000% капитализации страны.

На рисунке 2 представлена сравнительная эволюция инновационной страны А к стационарной стране В при использовании исключительно инноваций 1-го типа. В данном конкретном примере КПД страны А в смысле эффективности оценивания рыночных стоимостей примерно на 20% выше КПД страны В.

При использовании инноваций только 1-го типа наблюдается ожидаемое и очевидное ускорение инновационной страной экономического роста с последующим ускоренным проеданием ресурсов и катастрофическим падением ВВП.

При моделировании инноваций второго типа соответствующий инновационный триггер (который может быть увязан с затратами на знания) включал пополнение ресурсами страны А, соответствующими стартовым для данного конкретного примера.

На рисунке 3 представлена сравнительная эволюция страны В и страны А при одновременной работе инноваций 1-го и 2-го типа.

И, наконец, на рисунке 4 представлено компаративное соотношение ВВП страны А к стране В при одновременной работе инноваций 1-го и 2-го типа. Применительно к современному этапу развития российской экономики это единственный вариант выхода на долгий, стремящийся к 1, рост вероятности выживания страны в условиях ужесточения санкционных ограничений.

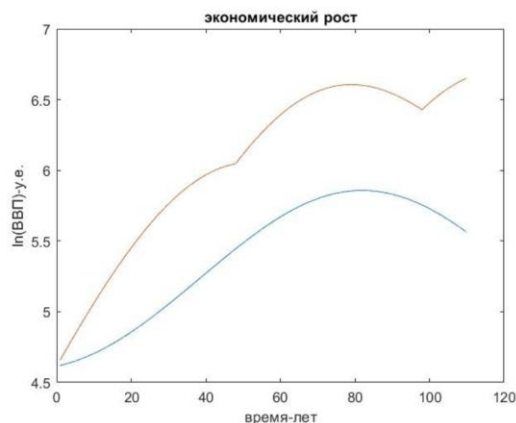


Рис. 3. Сравнительная эволюция страны В и страны А при одновременной работе инноваций 1-го и 2-го типа.

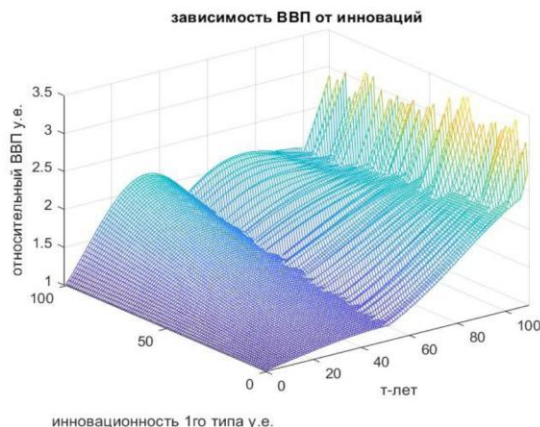


Рис. 4. Компаративное сравнение совместной работы инноваций 1-го и 2-го типов.

Инновации 2-го типа работают по шкале X, которая также является шкалой времени, а инновации 1-го типа — по шкале Y, на которой значение 0 соответствует КПД(А)/КПД(В) = 1, а значение 100 — КПД(А)/КПД(В) = 1,5.

Закключение

Полученные в ходе проведенных исследований результаты позволяют сформулировать следующие выводы.

На основе общих модельных оценок можно утверждать, что инновации 1-го типа могут значимо повысить КПД системы и ускорить освоение ресурсов, но в экономическом смысле они не могут, в отличие от инноваций 2-го типа, принципиально повысить вероятность выживания России. Следовательно, инновации 1-го типа не могут быть главным и первым вопросом перспектив будущего развития экономики России. Обязательно должны быть готовы инновации 2-го типа и механизмы для их генерирования.

Этот вывод наглядно подтверждается результатами проведенных исследований и их сравнительной графической интерпретацией, которые представлены в данной статье.

Литература

1. Бухаров Д.Н., Аракелян С.М. Математическое моделирование диффузии инноваций в контексте анализа угроз национальной безопасности Российской Федерации // Вопросы инновационной экономики. 2020. Т. 10. № 3. С. 1467-1494. DOI 10.18334/vines.10.3.110455.
2. Грачев И.Д., Грачев Д.И., Ларин С.Н., Ноакк Н.В. Цифровая модель экономически оптимальных противоэпидемических ограничений // Экономика и предпринимательство, 2020а. Вып.14. №2(115). С.869-872. DOI: 10.34925/EIP.2020.115.2.175.
3. Грачев И.Д., Грачев Д.И., Ларин С.Н., Ноакк Н.В. Оценка экономических результатов различных вариантов карантинных с использованием комбинированной цифровой экономико-эпидемиологической модели // Экономика и предпринимательство, 2020б. Вып.14. №2(115). С.902-909. DOI: 10.34925/EIP.2020.115.2.182.
4. Грачев И.Д., Грачев Д.И., Ларин С.Н., Ноакк Н.В. Прогноз вероятной динамики эпидемии COVID-19 в Москве при стандартном управлении интенсивностью контактов // Экономика и предпринимательство, 2020с. Вып. 14. №3 С. 814–820. DOI: 10.34925/EIP.2020.116.3.169.
5. Грачев И.Д., Ларин С.Н., Ноакк Н.В., Хрусталева Е.Ю. Инструментарий прогнозирования динамики развития пандемии Covid-19 и оценки ее влияния на экономический рост. Монография / И.Д. Грачев, С.Н. Ларин, Н.В. Ноакк, Е.Ю. Хрусталева; Центральный экономико-математический институт Российской академии наук. — М., 2025. — 218 с.
6. Грачев И.Д., Ноакк Н.В. Общие вероятностные прогнозы динамики COVID-19 // Цифровая экономика, 2023. № 2(23). С. 36-41. DOI: 10.34706/DE-2023-02-04.
7. Ештокин С.В. Диффузия высоких технологий оборонно-промышленного комплекса в гражданский сектор экономики: стратегические шаги к импортозамещению // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11, № 1. С. 257–278. DOI 10.18334/vines.11.1.111862.

8. Кощеева А.К., Брындин А.В., Зюзин А.Н. Новые математические модели инновационного развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Том XXII. Декабрь 2024. С. 14-25.
9. Молокова Е.Л., Ляшенко Е.А. Подходы к характеристике процессов диффузии результатов институционального новаторства // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13, № 11. С. 4903–4912. DOI 10.18334/epp.13.11.119473.
10. Мотченко Л.А., Ключко Н.В. Математическая модель динамики распространения инновационных продуктов и услуг // Экономический вестник ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2019. № 1. С. 75–79.
11. Рогачев А.Ф., Симонов А.Б. Моделирование диффузии инноваций на региональных рынках с учетом информационных аспектов // Друкеровский вестник. 2023 № 2. С. 270–283.
12. Стоун, В.И., Лейн, Дж.П. (2012). Моделирование технологических инноваций: как наука, инженерия и отраслевые методы могут сочетаться для достижения положительных социально-экономических последствий. Implementation Sci 7, 44. DOI: 10.1186/1748-5908-7-44.
13. Тард Жан Габриэль. Законы подражания. – М.: Академический проект, 2011. – 304 с.
14. Титова А.В. Линейная и открытая модель инноваций в призме предиктивного и адаптивного подходов к разработке проектов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и Право № 9 сентябрь 2024 г. С. 102–107. DOI 10.37882/2223-2974.2024.09.33.
15. Фишер, Р.А. (1930). Генетическая теория естественного отбора. Оксфорд, Великобритания: Кларендон Пресс. 16.
16. Яковец Ю.В. Динамика продуктивности общественного интеллекта цивилизаций: закономерности, исторические тенденции, перспективы. // Вестник Российской академии естественных наук, 2021. №1. С. 72–82. DOI 10.52531/1682-1696-2021-21-1-72-82.
17. Bass F.M. Comments on «A new product growth model for consumer durables» // Management Science. 2004. Vol. 50. № 12 (Supplement). Pp. 1833-1840.

References in Cyrillics

1. Buharov D.N., Arakeljan S.M. Matematicheskoe modelirovanie diffuzii innovatsij v kontekste analiza ugroz natsional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federatsii // Voprosy innovatsionnoj `ekonomiki. 2020. T. 10. № 3. S. 1467-1494. DOI 10.18334/vinec.10. 3.110455.
2. Grachev I.D., Grachev D.I., Larin S.N., Noakk N.V. Tsifrovaja model' `ekonomicheski optimal'nyh protivopredmetnykh ogranichenij // `Ekonomika i predprinimatel'stvo, 2020a. Vyp.14. №2(115). S.869-872. DOI: 10.34925/EIP.2020.115.2.175.
3. Grachev I.D., Grachev D.I., Larin S.N., Noakk N.V. Otsenka `ekonomicheskikh rezul'tatov razlichnykh variantov karantinov s ispol'zovaniem kombinirovannoj tsifrovoj `ekonomiko-`epidemicheskoy modeli // `Ekonomika i predprinimatel'stvo, 2020b. Vyp.14. №2(115). S.902-909. DOI: 10.34925/EIP.2020.115.2.182.
4. Grachev I.D., Grachev D.I., Larin S.N., Noakk N.V. Prognoz verojatnoj dinamiki `epidemii COVID-19 v Moskve pri standartnom upravlenii intensivnost'ju kontaktov // `Ekonomika i predprinimatel'stvo, 2020c. Vyp. 14. №3 S. 814-820. DOI: 10.34925/EIP.2020. 116.3.169.
5. Grachev I.D., Larin S.N., Noakk N.V., Hrustalev E.Ju. Instrumentarij prognozirovanija dinamiki razvitiya pandemii Covid-19 i otsenki ee vlijanija na `ekonomicheskij rost. Monografija / I.D. Grachev, S.N. Larin, N.V. Noakk, E.Ju. Hrustalev; Tsentral'nyj `ekonomiko-matematicheskij institut Rossijskoj akademii nauk. – M., 2025. – 218 s.
6. Grachev I.D., Noakk N.V. Obschie verojatnostnye prognozy dinamiki COVID-19 // Tsifrovaja `ekonomika, 2023. № 2(23). S. 36-41. DOI: 10.34706/DE-2023-02-04.
7. Eshtokin S.V. Diffuzija vysokih tehnologij oboronno-promyshlennogo kompleksa v grazhdanskij sektor `ekonomiki: strategicheskie shagi k importozamescheniju // Voprosy innovatsionnoj `ekonomiki. 2021. T. 11, № 1. S. 257-278. DOI 10.18334/vinec.11.1.111862.
8. Koscheeva A.K., Bryndin A.V., Zjuzin A.N. Novye matematicheskie modeli innovatsionnogo razvitiya // `Ekonomika i upravlenie: problemy, reshenija. 2024. Tom XXII. Dekabr' 2024. S. 14-25.
9. Molokova E.L., Ljashenko E.A. Podhody k harakteristike protsessov diffuzii rezul'tatov institutsional'nogo novatorstva // `Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo. 2023. T. 13, № 11. S. 4903-4912. DOI 10.18334/epp.13.11.119473.
10. Motchenko L.A., Klochko N.V. Matematicheskaja model' dinamiki rasprostraneniya innovatsionnykh produktov i uslug // `Ekonomicheskij vestnik GOU VPO LNR «DonGTU», 2019. № 1. S. 75-79.
11. Rogachev A.F., Simonov A.B. Modelirovanie diffuzii innovatsij na regional'nyh rynkah s uchedom informatsionnykh aspektov // Drukerovskij vestnik. 2023 № 2. S. 270-283.
12. Stoun, V.I., Lejn, Dzh.P. (2012). Modelirovanie tehnologicheskikh innovatsij: kak nauka, inzhenerija i otraslevye metody mogut sochetat'sja dlja dostizhenija polozhitel'nyh sotsial'no-`ekonomicheskikh posledstvij. Implementation Sci 7, 44. DOI: 10.1186/1748-5908-7-44.
13. Tard Zhan Gabri'el'. Zakony podrazhanija. – M.: Akademicheskij proekt, 2011. – 304 s.
14. Titova A.V. Linejnaja i otkrytaja model' innovatsij v prizme prediktivnogo i adaptivnogo podhodov k razrabotke projektov // Sovremennaja nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Serija: `Ekonomika i Pravo № 9 sentjabr' 2024 g. S. 102-107. DOI 10.37882/2223-2974.2024.09.33.

15. Fisher, R.A. (1930). *Geneticheskaja teorija estestvennogo otbora*. Oksford, Velikobritanija: Klarendon Press.
16. Jakovets Ju.V. Dinamika produktivnosti obschestvennogo intellekta tsivilizatsij: zakonomernosti, istoricheskie tendentsii, perspektivy. // *Vestnik Rossijskoj akademii estestvennyh nauk*, 2021. №1. S. 72-82. DOI 10.52531/1682-1696-2021-21-1-72-82.
17. Bass F.M. Comments on «A new product growth model for consumer durables» // *Management Science*. 2004. Vol. 50. № 12 (Supplement). Pp. 1833-1840.

Сетевые ресурсы

1. Кузнецов Ю.А., Маркова С.Е. Математическое моделирование динамики смены поколений инновационных технологий // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки*, 2017. № 1(45). С. 37–45. [Электронный ресурс]. URL - [http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik_soc/18115942_2017_-_1\(45\)_unicode/4.pdf?ysclid=mca5zx8tb625309383](http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik_soc/18115942_2017_-_1(45)_unicode/4.pdf?ysclid=mca5zx8tb625309383). Дата обращения 24.06.2025.
2. Цыганков Н.С., Петрунина А.Э., Москалев А.К. Модель управления воронкой коммерциализации инноваций // *Информатика, вычислительная техника и управление. Серия: Естественные и технические науки*, №4, апрель 2022 г. С. 145–151. [Электронный ресурс]. URL - <http://www.nauteh-journal.ru/files/2cee24f4-2725-4f2a-89a8-e78b5d7073dc> (дата обращения 22.06.2025).

*Грачев Иван Дмитриевич – д.э.н., к.ф.-м.н., главный научный сотрудник
ЦЭМИ РАН ORCID 0000-0003-1815-5898
ldg@mail.ru*

*Ларин Сергей Николаевич, к.техн.н., ведущий научный сотрудник
ЦЭМИ РАН ORCID 0000-0001-5296-5865
sergey77707@rambler.ru*

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

Ключевые слова

Развитие экономических систем, инновации 1-го и 2-го типа, эволюционные аналогии, экспериментальная и модельная проверка

Ivan Grachev, Natalia Noack, Sergey Larin. Modeling innovations that increase technological efficiency and resource base

Keywords

Development of economic systems, innovations of the 1st and 2nd type, evolutionary analogies, experimental and model verification

DOI: 10.34706/DE-2025-03-03

JEL classification O32 – Управление технологическими инновациями и разработками, O47 Эмпирические исследования экономического роста.

Abstract

Today, the economic growth of the world's leading powers is inextricably linked with the development and implementation of innovations. They contribute to increased labor productivity, reduced resource and financial costs, increased competitiveness of countries and their economies, the creation of new goods, services and technologies, the opening of new markets, and an increase in income and well-being of the population.

The main objective of the article is to substantiate the possibility and feasibility of innovative development of Russia in the near future through the activation of the inclusion of two types of innovations in economic circulation. Based on the analysis of literary sources, a conclusion is made about the need for the simultaneous implementation of two types of innovations. Using the example of the evolutionary development of the Covid-19 coronavirus population, it is shown that its population uses two fundamentally different types of mutations in order to increase the likelihood of survival: 1) increasing the efficiency of resource development and 2) qualitatively expanding its resource base. The article proposes to use a similar approach in relation to the innovative development of real economic systems. The comparative impact of type 1 and type 2 innovations on the evolution of economic systems is analyzed using models. The main conclusion from the results of the study is that in order to accelerate the innovative development of the Russian economy, it is necessary to actively develop and implement innovations of the second type.

УДК 004.8, 316.6

1.4. Проактивность как метакогнитивная рефлексия ошибок: анализ прошлого опыта в конструировании будущего

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

В статье обосновывается парадигма проактивности как процесса метакогнитивной рефлексии прошлого опыта для осознанного конструирования будущего. Цель исследования – разработка и эмпирическая проверка модели проактивного поведения, ключевым механизмом которой выступает трансформация негативного опыта в ресурс для антиципации и действий. Проведено поперечное исследование на выборке россиян с высшим образованием ($N = 80$). Использован авторский опросник, измеряющий три компонента проактивности: рефлексия ошибок, антиципацию будущего и интеграцию опыта (α Кронбаха = 0.906). Применены методы контент-анализа ассоциаций, линейной регрессии, факторного и кластерного анализа. Результаты подтвердили ведущую роль рефлексии ошибок в прогнозировании проактивности ($\beta = 0.90$, $p < 0.001$). Кластерный анализ идентифицировал четыре профиля проактивности: «стратегии» (42%), «наблюдатели» (34%), «аналитики» (15%), «прагматики» (9%). Теоретическая новизна заключается в предложении модели, развивающей идеи М. Фрезе и Т. Zhang за счет введения метакогнитивного уровня анализа – процесса «переплавки» ошибок в когнитивные схемы будущего.

Введение

Проактивность традиционно определяется как самоиницируемое, упреждающее поведение, направленное на изменение среды, предполагающее трансформацию сложившегося положения, а не пассивную адаптацию (Crant, 2000). Временная перспектива проактивности рассматривается как ориентация прежде всего на будущее. Однако, основываясь на концепции проактивности как когнитивного конструкта, мы предполагаем, что ее фундаментом выступает глубинная работа с прошлым опытом, а именно – метакогнитивная рефлексия ошибок.

Целью данного исследования является теоретическое обоснование и эмпирическая проверка модели связи рефлексии ошибок с проактивностью, опосредованной социальными представлениями о будущем. Гипотезы исследования:

1. Глубина и качество анализа ошибок положительно связаны с уровнем проактивности.
2. Метакогнитивная рефлексия прошлого опыта является ключевым механизмом в структуре проактивности.

Основная часть

Теоретический обзор. Эволюция концепции проактивности: от поведения к метакогниции

Концепция проактивности прошла путь от поведенческих моделей (Bateman & Crant, 1993) к когнитивным и темпоральным (Frese, 2015; Zhang, 2023). Если первоначально акцент делался на инициативности и ориентации на будущее, то современные исследования смещаются в сторону изучения когнитивных механизмов, связывающих прошлый опыт с проактивным действием.

Ошибка как ресурс: вклад М. Фрезе и его школы Первопроходцем в области связи анализа ошибок и проактивности является М. Фрезе с концепцией «Error Orientation» (ориентация на ошибки). Фрезе и его коллеги эмпирически показали, что конструктивное отношение к ошибкам (Error Management Orientation), предполагающее их открытое обсуждение и анализ, ведет к более быстрому обучению, инновациям и проактивному поведению, в то время как ориентация на избегание ошибок приводит к пассивности (Frese & Keith, 2015; Keith & Frese, 2008; Frese, 2000). Мета-анализы подтвердили, что обучение управлению ошибками значительно повышает производительность и проактивность.

Школа Фрезе изучала не сами ошибки, а отношение к ним людей и организаций (error orientation/error culture). Ею выделены два принципиально разных подхода:

1. Ориентация на избегание ошибок (Error Avoidance Orientation): страх перед ошибками, их сокрытие, культура наказания. Это ведет к пассивности и сокрытию проблем.
2. Ориентация на управление ошибками (Error Management Orientation): активный подход, при котором ошибки воспринимаются как неизбежная и полезная часть обучения. Он направлен на уменьшение их негативных последствий и усиление позитивных эффектов (обучение, инновации). Поощряется открытое обсуждение, анализ и извлечение уроков.

Согласно Фрезе, ошибки — это следствие работы человеческого мозга, основанной на эвристиках, а не алгоритмах. Исследования показывают, что люди совершают в среднем 2–4 ошибки в час при выполнении задач, а при освоении нового — до 10 ошибок в час.

Обработка ошибок — описательный термин. Управление ошибками (Error Management) — это стратегия, которая включает:

- быстрое устранение последствий и предотвращение цепочки ошибок;
- снижение вероятности повторения конкретных ошибок в будущем;

- оптимизацию позитивных последствий: долгосрочное обучение, рост производительности и инновации.

Обучение через ошибки происходит через эмоциональные, мотивационные и когнитивные процессы. Ключевую роль играет метакогниция — обдуманый, рефлексивный и систематический анализ ошибок, основанный на выдвижении гипотез. Сам по себе опыт не ведет к обучению без его осмысления.

Эмпирические доказательства эффективности:

- Мета-анализ 2008 г. (Keith & Frese, 2008): обучение управлению ошибками (Error Management Training, EMT) значительно повышает производительность при выполнении сложных задач. Размер эффекта является большим ($d = 0.80$).
- Исследования в авиации, медицине, бизнесе показывают, что ориентация на управление ошибками приводит к более быстрому обучению и адаптации, повышению инновационной активности и инициативы, проактивному поведению — сотрудники не боятся предлагать изменения для предотвращения будущих ошибок.
- Данные 2017 г.: люди с конструктивной ориентацией на ошибки проявляют на 68% больше проактивности.
- Тренинг личной инициативы: программы, основанные на этих принципах, приводили к увеличению прибыли компаний на 30% (Tornau & Frese, 2013).

Концепция Фрезе доказывает, что создание культуры, поощряющей анализ и открытое обсуждение ошибок, а не их сокрытие, является мощным инструментом для стимулирования обучения, инноваций и проактивного поведения в организациях.

Хотя Фрезе был первым, кто связал это именно с проактивностью, корни идеи уходят глубже. Тезис о том, что люди учатся на прошлом опыте (включая неудачи) для подготовки к будущему, существовал давно, но не был напрямую и эмпирически привязан к конструкту проактивности.

Альберт Бандура (Albert Bandura) и его теория социального научения (концепция самоэффективности - веры в свои силы) косвенно связана с проактивностью: успешный анализ и преодоление ошибок повышает самоэффективность, что, в свою очередь, поощряет проактивное поведение.

Работа Фрезе открыла направление, которое стало активно развиваться. Parker и коллеги (Parker & Bindl, 2017) углубили понимание того, как индивидуальные факторы (например, уверенность в своей компетентности) влияют на готовность анализировать ошибки и быть проактивным.

Исследования Ш. Эллис и И. Давиди (Ellis & Davidi (2005) занимают важную и конкретную нишу в изучении проактивности, выступая связующим звеном между теоретическими концепциями М. Фрезе и прикладными методами развития проактивного поведения. Если М. Фрезе теоретически обосновал, что отношение к ошибкам как к ресурсу (Error Management Orientation) связано с проактивностью, то Эллис и Давиди предложили конкретный метод (инструмент) для формирования этого отношения. Их работа «After-Event Reviews: Drawing Lessons from Successful and Failed Experience» (Ellis & Davidi, 2005) предоставляет эмпирически проверенный протокол того, как именно следует анализировать ошибки.

Они сместили акцент с общего конструкта «ориентация на ошибки» на структурированный процесс «разбора полетов» (After-Event Reviews, AER). Их вклад заключается в демонстрации того, что именно систематический, а не спонтанный анализ неудач приводит к значительным улучшениям. Ключевое эмпирическое открытие, цитируемое в тексте («Структурированный разбор неудач через After-Event Reviews повышает проактивность на 37%»), показало, что эффективность AER сравнима с анализом успехов: изучение как неудач, так и успехов оказалось высокоэффективным.

Анализ неудач критически важен для переноса навыков. Группы, анализировавшие только успехи, показывали хорошие результаты в тренировочных условиях, но гораздо хуже справлялись с новыми, непредвиденными ситуациями. Группы, анализировавшие неудачи, демонстрировали более высокую гибкость и адаптивность — ключевые компоненты проактивности. Механизмы AER работают потому, что заставляют людей глубже обрабатывать информацию, выявлять глубинные причинно-следственные связи и вырабатывать общие принципы действий, а не просто запоминать правильный алгоритм для конкретной ситуации.

Метод AER по своей сути является практическим инструментом для запуска метакогнитивных процессов. Вопросы, лежащие в основе AER («Почему это произошло?», «Что можно было сделать иначе?», «Какие уроки мы извлекаем для будущего?») — это именно те вопросы, которые переводят анализ с уровня констатации ошибки («Что я сделал не так?») на уровень анализа мышления и принятия решений («Почему я решил поступить так?»).

Таким образом, Ellis S. & Davidi I. (Ellis & Davidi, 2005) перевели абстрактную концепцию «обучения на ошибках» в конкретный, эффективный и измеримый организационный инструмент (AER), доказав его прямую связь с повышением проактивности и адаптивности, что напрямую поддерживает и развивает идеи школы Фрезе.

Одна из моделей, наиболее близких разрабатываемой нами модели и продолжающих идеи Фрезе, представлена в работах (Zhang et al, 2020, 2023). Цель авторов — разработать теорию, объясняющую, как прошлый опыт трансформируется в проактивное поведение через процессы темпоральной саморегуляции. Ключевая концепция — Temporal self-regulation — способность связывать прошлое, настоящее и будущее для инициирования изменений. Эмпирической основой исследования является мета-анализ 120 исследований, подтверждающий связь ретроспекции с проактивностью ($r = 0.68$). Авторы предлагают

трехфазную модель: 1) Реконструкция: анализ прошлых событий (успехов/неудач). 2) Абстрагирование: выявление паттернов и принципов. 3) Проекция: применение извлеченных уроков к будущим сценариям. Ошибки активируют механизм переоценки (reappraisal), ведущий к коррекции поведения. Вывод: проактивность возникает из способности «перекодировать» прошлый опыт в предиктивные модели будущего. Модель Zhang и его коллег (Zhang et al., 2020; 2023) служит теоретическим фундаментом, подтверждающим нашу идею о связи прошлого и будущего. Наша разработка углубляет и специализирует их подход за счет: метакогнитивного акцента (переход от «что анализировать» к «как анализировать»); эмпирической операционализации (создания измерительного инструмента; культурной адаптации (учета роли кризисного опыта в формировании проактивности)).

Теоретические построения Фрезе и его последователей находят подтверждение в нейронауке. Гипотеза эпизодического симулятора будущего (Episodic Simulation Hypothesis) (Schacter et al., 2017) утверждает, что мозг использует систему эпизодической памяти не только для воспоминаний, но и для конструирования сценариев будущего. Данные fMRI показывают, что при воспоминании прошлого и воображении будущего активируются перекрывающиеся нейронные сети (гиппокамп, вентромедиальная префронтальная кора). Это предоставляет биологическое обоснование для нашей модели: проактивность есть результат работы системы симуляции будущего, использующей «сырье» прошлого опыта, включая ошибки. Память и антиципация — две стороны одной медали: система, которая хранит прошлое, является одновременно системой, которая симулирует будущее. Общие нейронные сети позволяют кодировать и извлекать прошлый опыт, интегрировать детали в целостные сценарии, а также осуществлять контроль и оценку правдоподобия. Данные fMRI показывают, что при выполнении задач на воспоминание и воображение будущего активируются перекрывающиеся нейронные ансамбли. Ошибочные предсказания (например, неверная оценка рисков) корректируются через рекомбинацию элементов прошлого опыта в гиппокампе.

Эндель Тульвинг (Tulving, 2002) вводит понятие эпизодической памяти и ментальных путешествий во времени. Эпизодическая память — это нейрокогнитивная (мозг/разум) система, которая позволяет человеку помнить прошлый опыт. Обсуждаются подтверждающие данные, предоставленные (а) нейропсихологическими исследованиями закономерностей нарушения памяти, вызванных повреждениями головного мозга, и (б) функциональными нейровизуализационными исследованиями закономерностей активности мозга у здоровых людей, выполняющих различные задачи на запоминание. Автор называет эти процессы ментальным путешествием во времени. Тульвинг вводит понятие ментальных путешествий во времени, которое предполагает осознание не только того, что было, но и того, что может произойти. Таким образом, стрела времени изгибается в петлю.

Randy L. Buckner ((Buckner, 2007) описал «сеть пассивного режима работы мозга» (Default Mode Network, DMN), активную в состоянии покоя при саморефлексии и планировании, показав общую нейронную основу этих процессов.

Современные последователи Демис Хассабис и Карл Шпунар эмпирически подтвердили, что способность к конструированию будущего напрямую зависит от доступа к эпизодическим воспоминаниям.

Demis Hassabis (Hassabis & Maguire, 2007) показал, что пациенты с амнезией не могут конструировать правдоподобные сценарии будущего.

Karl K. Szpunar исследовал роль эпизодической памяти в прогнозировании и принятии решений (Szpunar, 2010). Накапливающиеся данные свидетельствуют о том, что представление будущего (перспективное мышление) и воспоминание прошлого имеют общую функциональную анатомию, связанную с планированием, эпизодической памятью и пассивными когнитивными состояниями

В отечественной психологии проблемы антиципации изучались Б.Ф. Ломовым, его учениками в 80-х гг. прошлого века (Ломов, Сурков, 1995). Нейропсихологические исследования памяти продолжает Ю.П. Зинченко и его коллеги (Зинченко и др., 2020).

Особую значимость модель проактивности приобретает в российском культурном контексте, для которого характерно восприятие кризисов не как экзогенного шока, а как нормативной составляющей среды (Нестик, 2021). Исследования показывают, что кризисы выступают катализаторами проактивности через механизм вынужденной рефлексии (Нестик, 2021; Рассказова, Леонтьев, 2022). Формируется специфический тип проактивности, основанный на презумпции нестабильности, привычке к созданию «буферов» и быстрой переориентации. Ключевым ресурсом становится «биографическая компетентность» (Нуркова, 2019) — способность извлекать уроки из кризисов для проектирования будущего. Российские исследования отмечают, что успешные стратегии связаны с рефреймингом кризиса (например, потеря работы как возможность освоить новую профессию), а глубина рефлексии коррелирует с проактивным планированием.

Общие закономерности:

1. Кризис разрушает иллюзии контроля, заставляя пересматривать стратегии.
2. Рефлексия ошибок становится обязательным условием адаптации.
3. Коллективный опыт кризисов в РФ формирует специфическую проактивность, основанную на презумпции нестабильности и быстрой переориентации.

В общем и целом, мы принимаем тезис Фрезе как фундамент, но предлагаем его развитие через введение метакогнитивного уровня анализа. Если модель Фрезе отвечает на вопрос «Что я сделал не

так?» (когнитивный анализ), то наша модель отвечает на вопросы «Почему я принял такое решение? Какая когнитивная схема дала сбой? Как мне изменить ход мыслей?» (метакогнитивная рефлексия).

- Уровень когнитивного анализа (Фрезе): «Я ошибся, потеряв клиента, не предложив скидку. Урок: в следующий раз обсуждать цену сразу». Результат: знание о частной ошибке.
- Уровень метакогнитивной рефлексии: «Почему я не предложил скидку? Я был уверен в исключительности продукта и недооценил конкурентов. Моя ошибка — в «слепой зоне» и переоценке своей позиции. Значит, нужно изменить процесс подготовки: ввести анализ конкурентов и стресс-тест аргументов». Результат: выявлена глубинная схема, создан новый алгоритм действий.

Этот процесс «переплавки» ошибок в новые когнитивные схемы и является механизмом, превращающим частный урок в универсальную проактивную стратегию.

Методы. Дизайн. Выборка

Для проверки гипотез был использован смешанный (квантитативно-кавалитативный) дизайн. Количественный компонент представлял собой поперечное (cross-sectional) исследование с применением оригинального опросника. Качественный компонент включал контент-анализ свободных вербальных ассоциаций на стимул «будущее», а также анализ нарративов респондентов об учете ими в своих действиях и планах прошлого опыта. Выборка состояла из 80 респондентов (26 мужчин, 54 женщин) – граждан РФ с высшим образованием в возрасте от 25 до 65 лет ($M = 35.6$, $SD = 8.3$).

Процедура и анализ. Сбор данных осуществлялся анонимно. Для анализа использовались: линейная регрессия, модерационный анализ (Process Macro v4.0), кластерный анализ (k-means), контент-анализ (к Коэна = 0.81). Статистическая обработка проводилась в SPSS v28 и R.

Инструментарий и процедура

Разработка и валидизация опросника «Индекс Проактивности» (ИП). Для измерения конструкта «метакогнитивная рефлексия ошибок» был разработан и валидизирован оригинальный опросник. Концептуальной основой послужила формализация проактивности (IP) как функции рефлексии (R), антиципации (A) и интеграции прошлого и будущего (S): $IP = w_R R + w_A A + w_S S$, где коэффициенты w_R , w_A , w_S отражают индивидуальный вес рефлексии, антиципации и интеграции в проактивной стратегии.

Процедура разработки включала следующие этапы.

1. Генерация пунктов и синтетические данные. С помощью языковой модели (ИИ) был сгенерирован первичный бант пунктов и синтетический датасет ($N > 1000$), имитирующий реалистичные ответы с учетом введенных факторов: пол, возраст, опыт управления, предпринимательский стаж, стрессоустойчивость и др.

2. Анализ синтетических данных. Для отбора наиболее значимых пунктов и проверки внутренней структуры опросника был применен комплекс методов: корреляционный и регрессионный анализ для выявления пунктов, наиболее сильно связанных с общим индексом; модели машинного обучения (Random Forest) для оценки важности признаков (feature importance). Анализ показал, что такие признаки, как «опыт управления» и «возраст», имеют прогностическую силу для итогового индекса. Факторный анализ для подтверждения трехфакторной структуры. На этом этапе были отсеяны слабые и некоррелирующие пункты.

3. Анализ методом главных компонент (PCA) для вычисления весовых коэффициентов w_R , w_A , w_S . В итоговой версии опросник состоит из 15 пунктов, образующих три шкалы с соответствующими весовыми коэффициентами:

Шкала «Рефлексия ошибок» ($w_R = 0.75$): измеряет склонность к систематическому анализу прошлых неудач (Пример: «Я внимательно разбираю каждую свою ошибку, чтобы понять ее причину»).

Шкала «Антиципация будущего» ($w_A = 0.15$): оценивает способность прогнозировать различные сценарии развития событий (Пример: «Я часто продумываю свои действия на несколько шагов вперед»).

Шкала «Интеграция опыта» ($w_S = 0.1$): определяет успешность применения извлеченных уроков в новых ситуациях (Пример: «Опыт прошлых неудач помогает мне избегать ошибок в новых проектах»).

Также была подтверждена конвергентная валидность: сильная корреляция ИП со шкалой проактивности Bateman & Grant ($r = 0.83$, $p_value < 0.001$) (полные данные можно посмотреть по ссылке <https://github.com/viktorgusarov543-debug/human-proactivity.git>)

Прочие методики.

- Метод свободных ассоциаций: Респондентам предъявлялся стимул «будущее». Ответы подвергались контент-анализу двумя независимыми экспертами (к Коэна = 0.81) с выделением категорий: «контроль/неконтроль», «возможность/угроза».

(описанию полученных результатов будет посвящена отдельная статья).

- Социально-демографический опросник (пол, возраст, образование высшее, гражданство РФ).
- Метод анализа нарративов. Респондентам предлагалось рассказать историю (написать 3–4 предложения), когда уроки их прошлого помогли выбрать стратегии (план действий) на будущее.
- При анализе данных использовался web-интерфейс ПО Jupyter Notebook, с ядром Python и библиотеками: PANDAS, NUMPY, matplotlib, sklearn, statsmodels,

Результаты

Анкета первоначально включала пункты, условно разделённые нами на две группы. В первую группу вошли вопросы, обозначенные нами как традиционный индекс проактивности – ТИП и основанные на шкале Bateman & Grant (Bateman & Grant, 1993) (12 вопросов); во вторую – вопросы-утверждения, направленные на измерение проактивности как комбинации рефлексии прошлого опыта (индекс рефлексии - ИР), антиципации будущего (индекс антиципации - ИА) и интеграции прошлого и будущего (индекс интеграции – ИЕ). Соответствующий итоговый индекс мы обозначили как композитный индекс проактивности (КИП) (15 вопросов).

Традиционный метод расчета индекса проактивности (ТИП) включал следующие утверждения:

- T1. Я тщательно обдумываю долгосрочные цели.
- T2. Я заранее продумываю возможные риски и готовлюсь к ним.
- T3. Ответственность за мою жизнь лежит только на мне.
- T4. Я прикладываю усилия к выполнению того, что способен контролировать.
- T5. Я начинаю действовать, даже если ситуация не идеальна.
- T6. Если я сталкиваюсь с препятствием, ищу обходные пути.
- T7. Я принимаю решения, основываясь на своих принципах.
- T8. Я сознательно ищу новые возможности для роста.
- T9. Я активно создаю возможности, а не жду, пока они появятся.
- T10. Я корректирую свои действия на основе прошлого опыта.
- T11. Я беру на себя лидерство в групповых проектах, даже если не обязан.

Дополнительный вопрос:

T12*. Я всегда говорю правду.

Метод расчета баллов (принудительная шкала Ликерта – избегающая нейтральных ответов) п:1) Абсолютно не согласен; 2) Скорее не согласен; 3) Скорее согласен; 4) Абсолютно согласен.

Формула расчета: $ТИП = \frac{\sum_{i=1}^{11} T_i}{44}$, T_i – баллы за i-ый ответ.

Метод расчета композитного индекса проактивности (КИП) как комбинации рефлексии прошлого опыта (индекс рефлексии - ИР), антиципации будущего (индекс антиципации - ИА) и интеграция прошлого и будущего (индекс интеграции - ИЕ) – включал следующие 15 вопросов-утверждений.

Рефлексия прошлого опыта.

- P1. Я систематически анализирую свои сложные ситуации для улучшения результатов (прямой).
- P2. После неудачи я сразу планирую, как избежать её повторения (прямой).
- P3. Мои прошлые сложные ситуации стали ценной базой для решений (прямой).
- P4. Я выделяю конкретные уроки из сложных ситуаций (прямой).
- P5. Бывает, я повторяю ошибки, не делая выводов (обратный).

Антиципация будущего.

- A1. Я рассматриваю несколько вариантов развития событий (прямой).
- A2. Перед проектом я оцениваю риски и пути их снижения (прямой).
- A3. Я анализирую, как мои действия повлияют на будущее (прямой).
- A4. У меня всегда есть запасной план (прямой).
- A5. Я редко заглядываю дальше ближайших недель (обратный).

Интеграция прошлого и будущего.

- I1. Я специально анализирую прошлый опыт при планировании (прямой).
- I2. Сознательно применяю уроки прошлого для подготовки (прямой).
- I3. Принимая решения, я учитываю аналогичные прошлые ситуации (прямой).
- I4. Регулярно пересматриваю планы на основе нового опыта (прямой).
- I5. Я редко связываю прошлые неудачи с будущими планами (обратный).

Метод расчета баллов (принудительная шкала Ликерта – избегающая нейтральных ответов) предполагал:

прямые вопросы: 1 - Абсолютно не согласен. 2 - Скорее не согласен. 3- Скорее согласен. 4 - Абсолютно согласен;

обратные вопросы: 4 - Абсолютно не согласен. 3 - Скорее не согласен. 2- Скорее согласен. 1 - Абсолютно согласен.

Формула расчета: $КИП = w_P * ИР + w_A * ИА + w_I * ИЕ$, где:

$ИР = \frac{\sum_{i=1}^{15} P_i}{20}$, P_i – баллы за i-ый ответ (индекс рефлексии);

$ИА = \frac{\sum_{i=1}^{15} A_i}{20}$, A_i – баллы за Место для уравнения.i-ый ответ (индекс антиципации);

$ИЕ = \frac{\sum_{i=1}^{15} I_i}{20}$, I_i – баллы за i-ый ответ (индекс интеграции);

w_P, w_A, w_I – веса (вклад) соответствующих индексов, по умолчанию предполагаются следующие значения: $w_P = w_A = 0,4; w_I = 0,2$.

Все данные кластеризуются по полу (мужской или женский) и по одной из 4-х возрастных групп: молодость (23–35 лет); зрелость (36–45 лет); опыт (46–55 лет); мудрость (56-65 лет).

Предобработка данных. Проведен опрос 80 респондентов и расчет соответствующих индексов. Для изучения связи между композитным индексом проактивности (КИП) и индексом, рассчитанным по традиционной методике проактивности (ТИП), использовалась корреляция Пирсона, измеряющая силу и направление линейной связи. Расчетное значение $r=0.8$ указывает на очень сильную положительную линейную связь. Результат представлен на рисунке 1.

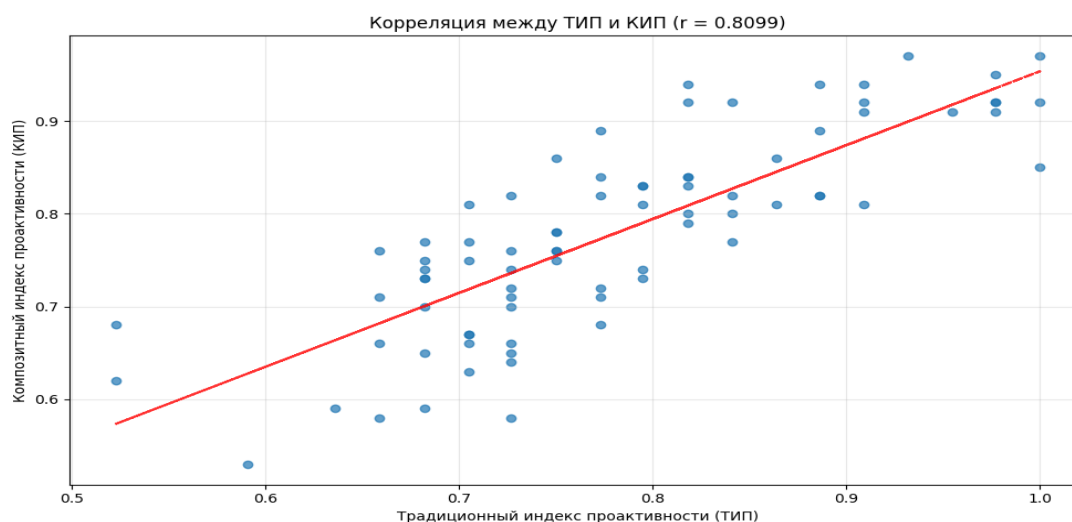


Рис. 1. Корреляция между ТИП и КИП

Проверка нормальности распределения переменных ТИП и КИП дала отрицательный результат. Были использованы непараметрические тесты: (корреляция Спирмена: $\rho = 0.8232$, корреляция Кендалла: $\tau = 0.6423$), подтверждающие наличие сильной положительной связи. Все расчетные значения корреляций статистически значимы – значительно меньше выбранного уровня значимости $\alpha = 0.05$. Корреляция объясняет 65.6% дисперсии, что свидетельствует о высокой практической значимости.

Проведен анализ влияния отдельных вопросов на ТИП с использованием корреляции Пирсона. Результат представлен на рисунке 2.

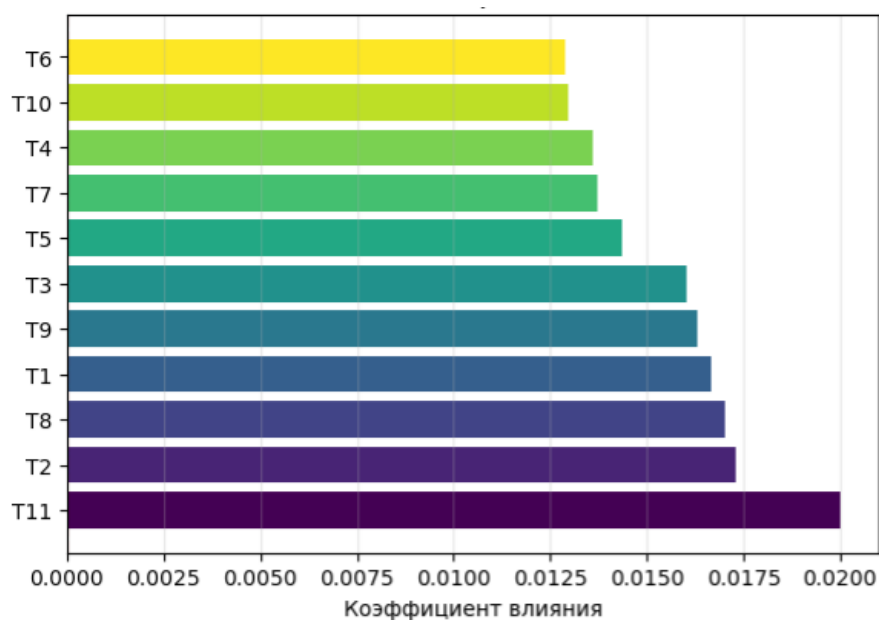


Рис. 2. Влияние Т-вопросов на ТИП

ТОП-3 самых влиятельных вопроса на ТИП:

1. T11 (0.020014) - "Беру на себя лидерство в групповых проектах"; 2. T2 (0.017295) - "Тщательно обдумываю долгосрочные цели"; 3. T8 (0.017020) - "Сознательно ищу новые возможности для роста".

ТОП-2 самых слабых вопроса на ТИП:

1. Т6 (0.012897) - "Если сталкиваюсь с препятствием, ищу обходные пути"; 2. Т10 (0.012976) - "Корректирую свои действия на основе прошлого опыта".

Ключевые инсайты: Лидерство (Т11) - наиболее значимый фактор проактивности. Целеполагание (Т2) и поиск возможностей (Т8) - следующие по важности. Решение проблем (Т6) и адаптивность (Т10) - наименее влиятельные.

Разброс влияния: в 1.55 раза между самым сильным и слабым вопросом.

Проведен анализ влияния компонентов (ИА, ИР, ИЕ) на КИП. Результат представлен на рисунке 3.

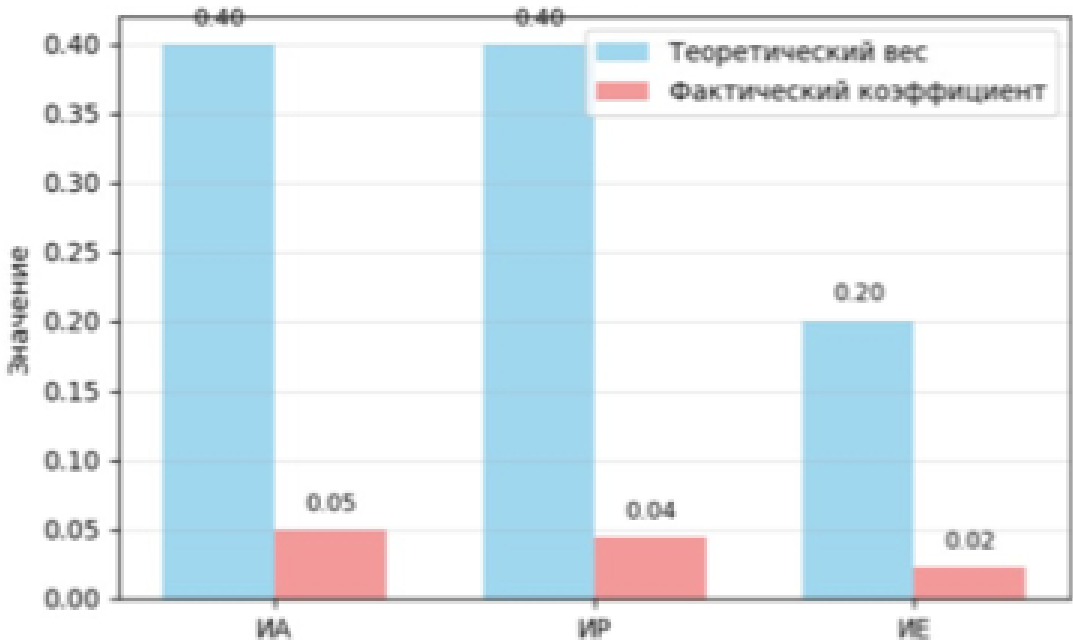


Рис. 3. Сравнение теоретического и фактического влияния на КИП

Как мы видим, все компоненты имеют значительно меньшее фактическое влияние на КИП, чем предполагалось теоретически. Это указывает на серьезное расхождение между теоретической моделью и эмпирическими данными.

Для определения степени расхождения проведена проверка мультиколлинеарности: результат удовлетворительный - наблюдается низкий уровень мультиколлинеарности.

Проведен анализ выделения главных компонент (PCA), в результате установлено, что необходимо перераспределить веса в расчете КИП: $w_p = 0,75$; $w_A = 0,15$; $w_E = 0,1$. Дополнительная проверка подтвердила обоснованность перераспределения весов. Степень соответствия теоретическим весам: ИР: отклонение 0.668 (89.0%); ИА: отклонение 0.131; (87.6%); ИЕ: отклонение 0.089 (88.8%).

Корреляция ТИП с новым КИП (0.75-0.15-0.10): $r = 0.9999$ - практически идеальная корреляция; $p\text{-value} < 0.0001$ - статистически значима; $R^2 = 99.98\%$ - объясняет почти всю дисперсию ТИП.

Сравнение со старым КИП (0.4-0.4-0.2): старая корреляция: $r = 0.9999$; новая корреляция: $r = 0.9999$; разница: 0.0000 - корреляции идентичны

Закключение: новая весовая схема 0.75-0.15-0.10 полностью сохраняет корреляцию с ТИП; статистическая значимость сохраняется на высочайшем уровне; практическая ценность не изменилась - оба индекса практически идентичны.

Проверка независимости вопросов показала, что вопросы Т5, Т7, Т9 и Т11 сильно связаны с вопросами для оценки индекса антиципации, что создает перекрестную контаминацию данных. После исключения данных по этим вопросам и пересчета корреляции Пирсона, полученное значение $r=0.85$, также указывает на сильную и, что важно, независимую связь между композитным индексом (рефлексия+антиципация+интеграция) и той частью проактивности, которая не сводится к этим компонентам (например, инициативность, ответственность, создание возможностей) и свидетельствует о том, что конструкторы тесно связаны: способность к рефлексии, предвосхищению и интеграции опыта сильно коррелирует с проактивной позицией человека, даже если исключить их очевидную взаимосвязь на уровне отдельных вопросов.

Проведен анализ степени влияния каждого ответа на соответствующий расчетный индекс. Результат представлен на рисунке 4.

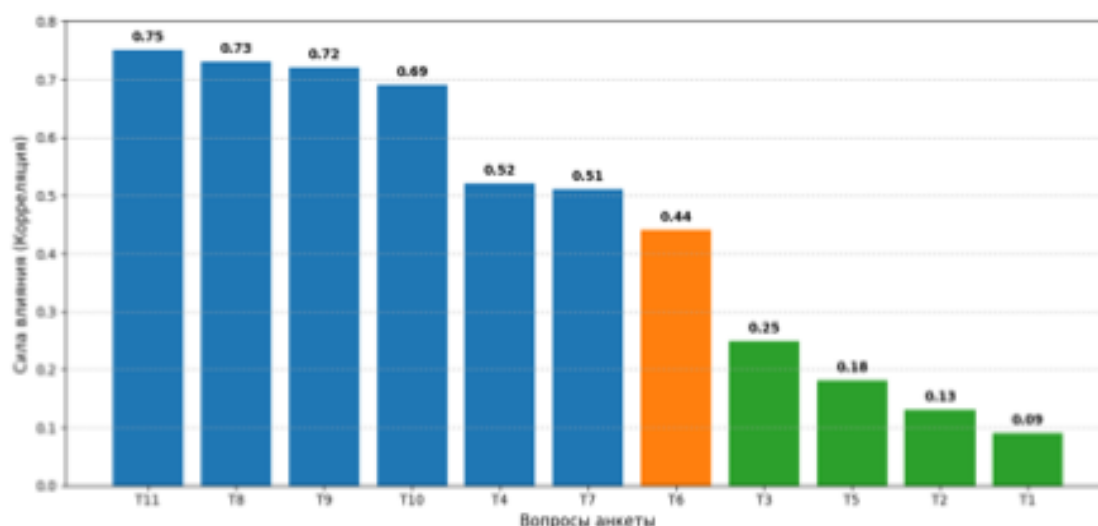


Рис. 4. Влияние ответов на каждый вопрос (T1-T11) на традиционный индекс проактивности

Группы влияния.

Наибольшее влияние:

- Лидерство и принятие ответственности (T11);
- Инициативность и создание возможностей (T8, T9).

Наименее влиятельные аспекты:

- Действие в неидеальных условиях (T5);
- Принципиальность в принятии решений (T7).

Анализ с использованием корреляционной матрицы (тепловой схемы) показал, что:

- используемая шкала обладает высокой внутренней согласованностью;
- наибольший вклад в индекс вносят вопросы инициативности и лидерства.

С использованием значений P-Value проведен анализ статистической значимости расчетных коэффициентов корреляции – все статистически значимы ($P\text{-Value} < 0,0001$), что подтверждает надежность выявленных связей.

Анализ мультиколлинеарности обнаружил умеренную мультиколлинеарность между вопросами T1 и T2 ($VIF > 5$). Это означает, что эти вопросы измеряют схожие аспекты проактивности и могут дублировать друг друга.

Гистограмма влияния вопросов на композитный индекс проактивности свидетельствует о равномерном влиянии (рис. 5).

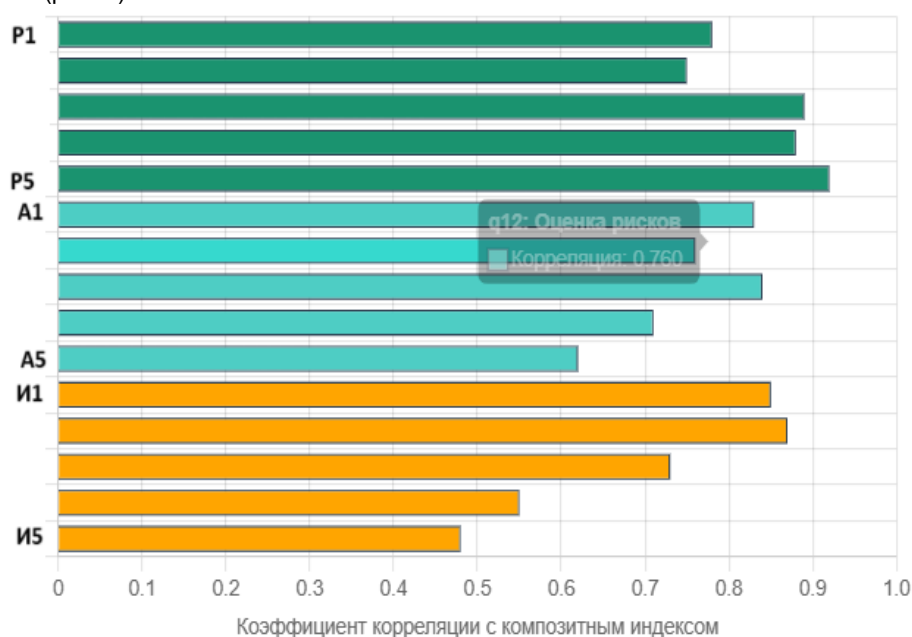


Рис. 5. Коэффициент корреляции с композитным индексом

Наибольшее влияние: P5 (0.92), P3 (0.89), P4 (0.88) - вопросы рефлексии.

Наименьшее влияние: И4 (0.55), И5 (0.48) - вопросы интеграции.

Результаты свидетельствуют, что способность к использованию опыта - ключевой фактор
Анализ с использованием корреляционной матрицы (тепловой схемы) показал, что:

- Используемая шкала обладает высокой внутренней согласованностью.
- Наибольший вклад в индекс вносят вопросы по использованию опыта (рефлексия ошибок).

С использованием значений P-Value проведен анализ статистической значимости расчетных коэффициентов корреляции – все статистически значимы ($P_Value < 0,0001$), что подтверждает надежность выявленных связей.

Анализ мультиколлинеарности обнаружил высокую мультиколлинеарность между вопросами P3 и P5 ($VIF > 7$). Эти вопросы измеряют схожие конструкты, связанные с адаптацией и использованием опыта, из чего следует, что композитный индекс требует учета мультиколлинеарности при интерпретации взаимосвязей.

Распределение по группам (полу и возрасту).

Рассчитаны медианные значения по всем респондентам: Медиана ИР: 0.8; Медиана ИА: 0.8. Выявлены 4 профиля проактивности респондентов, по сочетанию индекса рефлексии и индекса антиципации, получившие названия «стратеги», «аналитики», «прагматики», «наблюдатели».

Стратеги - 34 чел. (42.5%) (ИР>8, ИА≥0.8): Высокая рефлексия + высокая антиципация; Сильные аналитики и планировщики.

Аналитики - 12 чел. (15.0%) (ИР≥8, ИА<0.8): Высокая рефлексия + низкая антиципация; Глубокие мыслители, но слабое предвидение.

Прагматики - 7 чел. (8.8%) (ИР<8, ИА≥0.8): Низкая рефлексия + высокая антиципация; Практичные деятели с хорошим предвидением.

Наблюдатели - 27 чел. (33.8%) (ИР<8, ИА<0.8): Низкая рефлексия + низкая антиципация; Пассивные адаптеры к обстоятельствам.

Распределение групп по полу.

Мужчины (25 чел.): Стратеги: 13 чел. (52.0%); Наблюдатели: 7 чел. (28.0%); Аналитики: 3 чел. (12.0%); Прагматики: 2 чел. (8.0%).

Женщины (54 чел.): Стратеги: 20 чел. (37.0%); Наблюдатели: 20 чел. (37.0%); Аналитики: 9 чел. (16.7%); Прагматики: 5 чел. (9.3%)

Распределение по возрасту.

23–35 лет (n=18): Стратеги: 9 чел. (50.0%); Наблюдатели: 2 чел. (11.1%); Аналитики: 5 чел. (27.8%); Прагматики: 2 чел. (11.1%).

36–45 лет (n=41): Стратеги: 17 чел. (41.5%); Наблюдатели: 15 чел. (36.6%); Аналитики: 5 чел. (12.2%); Прагматики: 4 чел. (9.8%).

46–55 лет (n=11): Стратеги: 3 чел. (27.3%); Наблюдатели: 5 чел. (45.5%); Аналитики: 2 чел. (18.2%); Прагматики: 1 чел. (9.1%)

56–65 лет (n=10): Стратеги: 5 чел. (50.0%); Наблюдатели: 5 чел. (50.0%); Аналитики: 0 чел. (0.0%); Прагматики: 0 чел. (0.0%)

Обсуждение.

Результаты подтверждают центральную роль метакогнитивной рефлексии ошибок в формировании проактивной позиции. Наше исследование развивает идеи Фрезе, смещая фокус с содержания ошибки на процесс мышления, который к ней привел. Это объясняет, как возникает не единичное действие, а системная проактивная стратегия.

Предложенная модель интегрирует достижения когнитивной психологии (Фрезе), нейронауки (Schacter) и социальной психологии (С. Московичи, Т.Нестик), предлагая более полное объяснение феномена проактивности.

Разработанный опросник «Индекс Проактивности» (ИП) продемонстрировал хорошие психометрические характеристики и валидность, что подтверждает его пригодность для измерения комплексного конструкта проактивности, включающего три взаимосвязанных компонента: рефлексии 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. Это соответствует современным стандартам разработки психодиагностических инструментов. Подтверждающий факторный анализ показал соответствие эмпирических данных трёхфакторной модели. Подтверждена конвергентная валидность: установлена сильная корреляция интегрального показателя ИП со шкалой проактивности Bateman & Grant ($r = 0.83$, $p_value < 0.001$). Анализ с использованием корреляционной матрицы (тепловой схемы) показал, что:

- используемые шкалы обладают высокой внутренней согласованностью;
- наибольший вклад в индекс вносят вопросы по использованию опыта (рефлексия ошибок).

Особенностью разработанной методики является её комплексный характер, учитывающий не только поведенческие аспекты проактивности (как традиционные опросники), но и когнитивно-метакогнитивные компоненты - рефлексии прошлого опыта и его интеграцию в построение будущих сценариев.

Клиническая валидность методики подтверждается результатами кластерного анализа, выявившего четыре различных профиля проактивности ("стратеги", «наблюдатели», «аналитики», «прагматики») которые демонстрируют различное соотношение компонентов проактивности и соответствуют теоретическим представлениям.

Ограничения валидизации включают относительно небольшой объем выборки ($N = 80$) и ее специфический характер (лица с высшим образованием). Для дальнейшей валидизации методики необходимы исследования на более репрезентативных выборках.

Перспективным направлением совершенствования методики является уточнение весовых коэффициентов для компонентов проактивности на основе анализа главных компонент, что позволит повысить точность измерений.

Разработанный опросник может быть рекомендован для использования в научных исследованиях проактивности, а также в практике организационного консультирования и коучинга.

Проведенный анализ выявил существенные различия в профилях проактивности между группами респондентов различного пола и возраста, что подтверждает важность учета демографических факторов при изучении проактивного поведения. Гендерные различия проявляются в неравномерном распределении профилей проактивности. Среди мужчин значительно выше доля "стратегов" (52% против 37% у женщин) - лиц с одновременно высокими показателями рефлексии и антиципации. В то же время, среди женщин выше доля "аналитиков" (16,7% против 12% у мужчин) - респондентов с развитой рефлексией при относительно низких показателях антиципации. Это может свидетельствовать о различных стратегиях проактивного поведения: мужчины склонны к комплексному стратегическому планированию, в то время как женщины демонстрируют более выраженную склонность к анализу прошлого опыта.

Возрастная динамика показывает нелинейный характер развития проактивности. Наиболее благоприятным периодом является возрастная группа 36-45 лет, где отмечается наибольшая абсолютная численность "стратегов" (17 человек). Однако наибольшая доля "стратегов" наблюдается в группе 23-35 лет (50%), что может свидетельствовать о высокой значимости проактивных стратегий на этапе профессионального становления.

Интересной особенностью является рост доли "наблюдателей" в группе 46-55 лет (45,5%), что может отражать возрастное снижение проактивности или изменение жизненных приоритетов. Неожиданным результатом является высокий процент "стратегов" в группе 56-65 лет (50%), что опровергает стереотип о возрастном снижении проактивности и свидетельствует о важности накопленного опыта для проактивного поведения.

Выявленные закономерности согласуются с теоретическими представлениями о развитии проактивности как функции жизненного опыта и профессионального становления. Полученные результаты подчеркивают необходимость учета возрастных и гендерных особенностей при разработке программ развития проактивного поведения в организационном контексте.

Заключение

Проведенное исследование позволило разработать и эмпирически обосновать комплексную модель проактивности как метакогнитивной рефлексии ошибок, интегрирующую когнитивные, временные и социально-психологические аспекты этого феномена. Основным результатом работы стало подтверждение ключевой роли глубинного анализа прошлых ошибок в формировании проактивного поведения, направленного на конструирование будущего.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии идей М. Фреда об управлении ошибками за счет введения метакогнитивного уровня анализа - процесса "переплавки" ошибок в когнитивные схемы будущего. Предложенная модель расширяет понимание проактивности, демонстрируя, что ее основой является не ориентация на будущее как таковая, а глубинная работа с прошлым опытом, опосредованная социальными представлениями о контролируемости будущего.

Практическая ценность исследования заключается в разработке валидного диагностического инструмента - опросника "Индекс Проактивности", позволяющего измерять три взаимосвязанных компонента проактивности: рефлексии ошибок, антиципацию будущего и интеграцию опыта. Выявленные профили проактивности ("стратеги", «наблюдатели», «аналитики», «прагматики») и их возрастно-гендерная специфика создают основу для разработки дифференцированных программ развития проактивного поведения в организационном и образовательном контекстах.

Особую актуальность полученные результаты приобретают в условиях перманентной неопределенности и кризисов, характерных для современного российского социокультурного контекста. Способность к метакогнитивной рефлексии ошибок становится ключевым адаптивным ресурсом, позволяющим трансформировать кризисный опыт в основу для проактивного планирования.

Перспективы дальнейших исследований связаны с проведением лонгитюдных исследований причинно-следственных связей, применением нейромиджинговых методов для изучения нейрокогнитивных основ метакогнитивной рефлексии, а также с разработкой прикладных программ развития проактивности на основе предложенной модели. Отдельным направлением является интеграция психологических моделей проактивности с математическим аппаратом теории игр для анализа групповой динамики и оценки вклада индивидуальной проактивности в эффективность командной работы.

Таким образом, представленное исследование вносит вклад в развитие представлений о проактивности как о комплексном феномене, возникающем на стыке метакогнитивной рефлексии прошлого и антиципации будущего, и открывает новые возможности для диагностики и развития этого важного качества в условиях современной неопределенности.

Литература

1. Баулина М.Е., Варако Н.А., Ковязина М.С., Зинченко Ю.П., Микадзе Ю.В., Скворцов А.А., Фуфаева Е.В. Нейропсихологическая диагностика и реабилитация пациентов с нарушениями памяти при амнестическом синдроме в результате поражений головного мозга различной этиологии // Национальный психологический журнал. 2020. № 4. С. 137–147. DOI: 10.11621/npj.2020.0411.
2. Ломов Б.Ф., Сурков Е.Н. Антиципация в структуре деятельности. М. : Наука, 1980. 279 с. Москвичи С. Методологические и теоретические проблемы психологии // Психологический журнал, 1995. Том 16, №2. С. 3-14.
3. Нестик Т.А. Коллективный образ будущего: социально-психологический анализ. М. : Институт психологии РАН, 2025.
4. Нестик Т.А. Образ будущего, социальный оптимизм и долгосрочная ориентация россиян: социально-психологический анализ // Социодиггер. 2021. Т. 2. Вып. 9 (14): Горизонты будущего. С. 6–48.
5. Нестик Т.А. Позитивный образ будущего и долгосрочная ориентация как основания жизнестойкости общества // Научные чтения памяти П.Н. Лебедева: сб. науч. тр. / отв. ред. А.А. Лебедев. М. : ЛИНАЧЕВЦЕНТР, 2025. С. 45–62
6. Нестик Т.А. Социально-психологические аспекты прогнозирования // Вопросы психологии. 2014. № 1. С. 1–11.
7. Нестик Т.А., Николаев Е.Л. Связь отношения личности к глобальным рискам со страхом смерти и проактивным копингом: эмпирическое исследование // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2020. Т. 17. № 4. С. 812–821. DOI: 10.17323/1813-8918-2020-4-812-821.
8. Ноакк Н.В., Волкова А.Д., Костина Т.А. Социальные представления российского общества об искусственном интеллекте: методологические аспекты (часть 2) // Цифровая экономика. 2023. № 5. С. 18–28.
9. Нуркова В. В. Школа жизни: биографическая компетентность и прогнозирование личного будущего // Актуальные исследования и разработки в области образования : семинар. — 2019. — 19 марта. — Мясницкая, д. 20, ауд. 311. — Режим доступа: <https://ioe.hse.ru/announcements/252252919.html>
10. Самодостаточность и проактивное поведение // Глобальный ландшафт исследований и перспективных разработок : в 2 т. Т. 2 / под ред. П. С. Сорокина. М. : Эгитас, 2022.
11. Bandura A. Social cognitive theory of self-regulation // Organizational Behavior and Human Decision Processes. 1991. Vol. 50. No. 2. P. 248–287.
12. Bateman T.S., Crant J.M. The proactive component of organizational behavior: a measure and correlates // Journal of Organizational Behavior. 1993. Vol. 14. No. 2. P. 103–118.
13. Buckner R.L., Carroll D.C. Self-projection and the brain // Trends in Cognitive Sciences. 2007. Vol. 11. No. 2. P. 49–57. DOI: 10.1016/j.tics.2006.11.004.
14. Crant M. Proactive Behavior in Organizations // Journal of Management. 2000. Vol. 26. No. 3. P. 435–462.
15. Crant M. The Proactive Personality Scale as a Predictor of Entrepreneurial Intention // Journal of Small Business Management. 1996. Vol. 34. No. 3. P. 42–49. URL: https://www.researchgate.net/publication/247954830_The_Proactive_Personality_Scale_as_a_Predictor_of_Entrepreneurial_Intention
16. Ellis S., Davidi I. After-event reviews: drawing lessons from successful and failed experience // Journal of Applied Psychology. 2005. Vol. 90. No. 5. P. 857–871. URL: https://www.researchgate.net/publication/7600998_After-Event_Reviews_Drawing_Lessons_From_Successful_and_Failed_Experience
17. Ellis S., Ganzach Y., Castle E., Sekely G. The Effect of Filmed Versus Personal After-Event Reviews on Task Performance: The Mediating and Moderating Role of Self-Efficacy // Journal of Applied Psychology. 2010. Vol. 95. No. 1. P. 122–131. DOI: 10.1037/a0017867.
18. Frese M. Error Management in Training: Conceptual and Empirical Results // International Perspectives on Individual Differences / ed. by S. Boag. N. Y. : Psychological Press, 2001. Vol. 2. P. 112–127. URL: https://www.researchgate.net/publication/254796015_Error_Management_in_Training_Conceptual_and_Empirical_Results
19. Frese M., et al. Error Orientation Questionnaire (EOQ): reliability, validity, and different language equivalence // Journal of Organizational Behavior. 2000. Vol. 21. No. 5. P. 527–547.
20. Frese M., Keith N. Action errors, error management, and learning in organizations // Annual Review of Psychology. 2015. Vol. 66. P. 661–687. DOI: 10.1146/annurev-psych-010814-015205.
21. Hassabis D., Maguire E.A. Deconstructing episodic memory with construction // Trends in Cognitive Sciences. 2007. Vol. 11. No. 7. P. 299–306. DOI: 10.1016/j.tics.2007.05.001.
22. Keith N., Frese M. Effectiveness of error management training: A meta-analysis // Journal of Applied Psychology. 2008. Vol. 93. No. 1. P. 59–69. DOI: 10.1037/0021-9010.93.1.59.

23. Luo Y., Huang Z., Zhang Z., Wang Z., Baktashmotlagh M., Yang Y. Learning from the Past: Continual Meta-Learning with Bayesian Graph Neural Networks // arXiv. 2019. arXiv:1911.04695v1 [cs.LG]. URL: <https://arxiv.org/abs/1911.04695v1>
24. Merkebu J., Kitsantas A., Durning S., Ma T. What is metacognitive reflection? The moderating role of metacognition on emotional regulation and reflection // Frontiers in Education. 2023. Vol. 8. Article 1166195. DOI: 10.3389/feduc.2023.1166195.
25. Parker S.K., Bindl U.K. Proactivity at work: a big picture perspective on a construct that matters // The Handbook of Personality and Dynamics at Work / ed. by N. Chmiel, F. Fraccaroli, M. Sverke. N. Y. : Routledge, 2017. P. 441–464. URL: https://www.researchgate.net/publication/312003782_Proactivity_at_work_a_big_picture_perspective_on_a_construct_that_matters
26. Schacter D.L., Addis D.R., Hassabis D., Martin V.C., Spreng R.N., Szpunar K.K. The Future of Memory: Remembering, Imagining, and the Brain // Neuron. 2012. Vol. 76. No. 4. P. 677–694. DOI: 10.1016/j.neuron.2012.11.001.
27. Szpunar K.K. Episodic future thought: an emerging concept // Perspectives on Psychological Science. 2010. Vol. 5. No. 2. P. 142–162. DOI: 10.1177/1745691610362350.
28. Tornau K., Frese M. Construct Clean-Up in Proactivity Research: A Meta-Analysis on the Nomological Net of Work-Related Proactivity Concepts and Their Incremental Validities // Applied Psychology. 2013. Vol. 62. P. 44–96. DOI: 10.1111/j.1464-0597.2012.00514.x.
29. Tulving E. Episodic memory: from mind to brain // Annual Review of Psychology. 2002. Vol. 53. P. 1–25. DOI: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135114.
30. Zhang T., Wang Y., Li J. Learning from the past to change the future: a temporal self-regulation theory of proactive behavior // Academy of Management Review. 2023. Vol. 48. No. 2. P. 356–372. DOI: 10.5465/amr.2020.0225.
31. Zhang, T., Wang, Y., & Li, J. (2023). Learning from the past to change the future: A temporal self-regulation theory of proactive behavior. Academy of Management Review (в печати).

References in Cyrillics

1. Baulina M.E., Varako N.A., Kovyazina M.S., Zinchenko Yu.P., Mikadze Yu.V., Skvorczov A.A., Fufaeva E.V. Nejropsixologicheskaya diagnostika i reabilitaciya pacientov s narusheniyami pamyati pri amnesticheskom sindrome v rezul'tate porazhenij golovnogogo mozga razlichnoj e'tiologii // Nacional'ny'j psixologicheskij zhurnal. 2020. № 4. S. 137–147. DOI: 10.11621/npj.2020.0411.
2. Lomov B.F., Surkov E.N. Anticipaciya v strukture deyatel'nosti. M. : Nauka, 1980. 279 s. Moskovichi S. Metodologicheskie i teoreticheskie problemy' psixologii // Psixologicheskij zhurnal, 1995. Tom 16, №2. S. 3–14.
3. Nestik T.A. Kollektivny'j obraz budushhego: social'no-psixologicheskij analiz. M. : Institut psixologii RAN, 2025.
4. Nestik T.A. Obraz budushhego, social'ny'j optimizm i dolgosrochnaya orientaciya rossijan: social'no-psixologicheskij analiz // Sociodigger. 2021. T. 2. Vy'p. 9 (14): Gorizonty' budushhego. S. 6–48.
5. Nestik T.A. Pozitivny'j obraz budushhego i dolgosrochnaya orientaciya kak osnovaniya zhiznestojkosti obshhestva // Nauchny'e chteniya pamyati P.N. Lebedeva: sb. nauch. tr. / otv. red. A.A. Lebedev. M. : LIHACHVCZENTR, 2025. S. 45–62
6. Nestik T.A. Social'no-psixologicheskie aspekty' prognozirovaniya // Voprosy' psixologii. 2014. № 1. S. 1–11.
7. Nestik T.A., Nikolaev E.L. Svyaz' otnosheniya lichnosti k global'ny'm riskam so straxom smer-ti i proaktivny'm kopingom: e'mpiricheskoe issledovanie // Psixologiya. Zhurnal Vy'sshej shko-ly' e'konomiki. 2020. T. 17. № 4. S. 812–821. DOI: 10.17323/1813-8918-2020-4-812-821.
8. Noakk N.V., Volkova A.D., Kostina T.A. Social'ny'e predstavleniya rossijskogo obshhestva ob iskusstvennom intellekte: metodologicheskie aspekty' (chast' 2) // Cifrovaya e'konomika. 2023. № 5. S. 18–28.
9. Nurkova V. V. Shkola zhizni: biograficheskaya kompetentnost' i prognozirovaniye lichnogo budushhego // Aktual'ny'e issledovaniya i razrabotki v oblasti obrazovaniya : seminar. — 2019. — 19 marta. — Myasniczkaya, d. 20, aud. 311. — Rezhim dostupa: <https://ioe.hse.ru/announcements/252252919.html>
10. Samodostatochnost' i proaktivnoe povedenie // Global'ny'j landschaft issledovanij i per-spektivny'x razrabotok : v 2 t. T. 2 / pod red. P. S. Sorokina. M. : E'gita, 2022.
11. Bandura A. Social cognitive theory of self-regulation // Organizational Behavior and Human

*Гусаров Виктор Александрович
АО Синтелс. Старший инженер-исследователь*

Ивлева Анна Евгеньевна
ЦЭМИ РАН ORCID 0000-0001-8696-5767
anchiku@gmail.com

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 ORCID 0000-0001-8696-5767
kostina1@yandex.ru

Ключевые слова

проактивность, метакогнитивная рефлексия, анализ ошибок, антиципация будущего, кризисная адаптация

Natalia Noack, Tatiana Kostina, Anna Ivleva, Victor Gusarov, Variability in the number of associations and its justification in identifying social representations

Keywords

proactivity, metacognitive reflection, error analysis, anticipation of the future, crisis adaptation.

DOI: 10.34706/DE-2025-03-04

JEL classification: D03 – Behavioral Economics; Underlying Principles

Abstract.

The article substantiates the paradigm of proactivity as a process of metacognitive reflection of past experience for the conscious construction of the future. The purpose of the study is to develop and empirically test a model of proactive behavior, the key mechanism of which is the transformation of negative experiences into a resource for anticipation and action. A cross-sectional study was conducted on a sample of Russians with higher education (N = 80). The author's questionnaire was used to measure three components of proactivity: error reflection, anticipation of the future, and integration of experience (Cronbach's alpha = 0.906). The methods of content analysis of associations, linear regression, factor and cluster analysis are applied. The results confirmed the leading role of error reflection in predicting proactivity ($\beta = 0.90$, $p < 0.001$). Cluster analysis identified four pro-activity profiles: "strategists" (42%), "observers" (34%), "analysts" (15%), and "pragmatists" (9%). The theoretical novelty lies in the proposal of a model that develops the ideas of M. Frese and T. Zhang by introducing a metacognitive level of analysis – the process of "melting" errors into cognitive schemes of the future.

УДК: 316.6, 005.95

1.5. «Невидимый стресс» при стабильных показателях: кейс диагностики психоэмоционального напряжения в подразделении финансовой организации

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

Представлен опыт краткосрочного (1 месяц) психологического сопровождения подразделения финансовой организации. Несмотря на стабильные экономические результаты коллектива, руководство отмечало сильную скрытую напряженность. Использованы методы глубинных интервью и исследования социальных представлений для диагностики психического состояния сотрудников. Выявлены ключевые риски: доминирующая тревожность и усталость, высокая эмоциональная зависимость от руководителей, социальная изолированность линейных сотрудников, расхождение декларируемой и реальной мотивации. Разработаны рекомендации по коммуникации и поддержке. Обсуждена перспектива интеграции полученных данных в агентно-ориентированные модели для прогнозирования организационной динамики. Подчеркнута важность "мягкой" диагностики для выявления скрытых рисков устойчивости команды.

Введение

Современные организации все чаще сталкиваются с ситуацией, когда формальные экономические показатели не отражают скрытого психоэмоционального неблагополучия коллективов. Данный кейс описывает опыт работы с подразделением крупной финансовой организации, где руководство фиксировало атмосферу неопределенности и напряжения среди сотрудников при отсутствии видимых кризисных признаков и стабильных рабочих результатах. Целью пилотного проекта (1 месяц) была апробация методики выявления "невидимых" психологических факторов риска и разработка управленческих рекомендаций.

Методы

В ходе работы с подразделением использовался набор диагностических критериев, позволяющих системно оценить текущее состояние коллектива. Эти критерии определили основу для разработки универсальных метрик, пригодных для последующей формализации в рамках будущей методики.

Учитывая настороженность коллектива и ограниченное время, применены "мягкие" качественные методы, минимизирующие сопротивление:

1. Глубинные интервью с руководителем подразделения, его заместителем и специалистами (оценка состояния команды, климата, рисков).
2. Исследование социальных представлений (метод свободных ассоциаций). Выявление ключевых элементов восприятия работы, ценностей, мотивации сотрудников.
3. Индивидуальные консультации и супервизии. Для руководителя и заместителя (управление командой, профилактика выгорания).

Попытка провести анкетирование с использованием валидированных методик GAD-7 и PHQ-9 среди линейных сотрудников показала высокий уровень формального ответа и саботажа, сотрудники либо игнорировали вопросы о тревоге и депрессии, либо указывали исключительно позитивные, одобряемые обществом ответы. Это согласуется с данными интервью, согласно которому само присутствие внешнего психолога уже вызывало в коллективе степень настороженности и ощущение «скрытой оценки».

Было решено отказаться от применения объемных стандартизированных опросников и тестов, чтобы избежать усиления тревожности и снижения доверия к инструментам оценки психологического состояния.

Основные результаты и наблюдения.

1. Эмоциональный фон. Доминируют тревожность, усталость, настороженность. Выявлено значительное расхождение между внешним спокойствием и внутренними переживаниями, сопротивление прямой диагностике эмоций.

2. Лидерство. Высокая эмоциональная зависимость коллектива от поведения формальных руководителей. Роль руководителя как "эмоционального контейнера". Отсутствие выраженных неформальных лидеров среди рядовых сотрудников, усиливающее индивидуализацию.

3. Социальная реализация/вовлеченность. Специалисты сплочены, но зависимы от настроения руководства. Линейные сотрудники социально изолированы, работа воспринимается сугубо индивидуально. Дефицит общения, потребность в социальном взаимодействии. Работа – средство обеспечения стабильности, а не платформа для самореализации.

4. Доверие. Высокое - к непосредственному руководителю, среднее – между сотрудниками, низкое – к инструментам психологической оценки. Страх последствий открытого выражения проблем.

5. Ключевое расхождение в мотивации (через социальные представления). Вопреки ожиданиям руководства (доминанта - деньги), ядро представлений сотрудников о работе составили "ответственность", "стабильность", "общение", "профессиональная идентичность".

6. Риски. Рост эмоциональной усталости, управленческие ошибки из-за эмоциональной вовлеченности руководителей, потенциал скрытых конфликтов.

7. Сильные стороны. Высокая дисциплина, ответственность, лояльность руководству и культуре, готовность к изменениям при адекватной коммуникации.

Обсуждение и выводы

Одним из наиболее значимых результатов стало расхождение между исходными управленческими представлениями о мотивации сотрудников и реальной структурой их ценностных установок. Изначально как высшее руководство, так и непосредственные руководители подразделения предполагали, что основной мотив работы для сотрудников связан преимущественно с уровнем заработной платы. Однако результаты исследования социальных представлений (метод свободных ассоциаций) показали иную картину: деньги не вошли в ядро социальных представлений о работе, а наиболее частотными и значимыми категориями стали ответственность, стабильность, общение и элементы профессиональной идентичности.

Этот результат подчеркивает ценность применения метода исследования социальных представлений как инструмента глубокой диагностики аспектов мотивации. Полученные данные позволили скорректировать управленческое восприятие мотивирующих факторов и сформировать более адекватные рекомендации по развитию командной культуры и внутренней коммуникации. В дальнейшем использование данного метода целесообразно включить в базовый диагностический модуль методики, особенно при работе с коллективами, где управленческие стереотипы о мотивации сотрудников могут не совпадать с их реальными установками.

Пилотный проект подтвердил возможность выявления значимых "невидимых" психологических рисков (эмоциональное напряжение, десоциализация, мотивационные расхождения) в коллективе со стабильными формальными показателями, используя деликатные качественные методы. Метод исследования социальных представлений оказался особенно ценным для преодоления управленческих стереотипов о мотивации.

Практические рекомендации включали оптимизацию внутренней коммуникации, создание ритуалов неформального взаимодействия, развитие практик обратной связи, работу с эмоциональным состоянием руководителей.

Перспективным направлением развития методики признана интеграция с агентно-ориентированным моделированием (АОМ). Выявленные параметры (мотивационные профили, реакции на стили руководства, уровень доверия, паттерны групповой динамики) могут стать основой для создания моделей, прогнозирующих:

- реакцию коллектива на управленческие изменения;
- сценарии организационной динамики с учетом "мягких" факторов;
- потенциальный экономический эффект (снижение текучки, ошибок, затрат на адаптацию, повышение устойчивости).

Заключение

Представленный кейс демонстрирует практическую значимость системной, но ненавязчивой психологической диагностики для выявления скрытых угроз устойчивости команды и обоснования превентивных управленческих мер.

Отдельно следует отметить диагностическую ценность метода исследования социальных представлений как средства выявления глубинных мотивационных установок сотрудников, не всегда совпадающих с управленческими ожиданиями.

Формирование набора ключевых оценочных критериев — таких как эмоциональный фон, структура лидерства, уровень доверия, показатели включенности и социальной реализации — позволяет в дальнейшем перейти к построению более системной и воспроизводимой методики психологической работы с корпоративными коллективами.

Разрабатываемая методика, особенно в связке с АОМ, имеет высокий потенциал для повышения эффективности управления корпоративными коллективами в условиях неочевидных психологических рисков.

Литература

1. Adil, A., et al. Organizational Psychology, 2022, Vol. 12, No. 3.
2. Bakker A.B., Demerouti E. The Job Demands–Resources model. Journal of Managerial Psychology. 2007.
3. Dirks K.T., Ferrin D.L. Trust in Leadership. Journal of Applied Psychology. 2002.
4. Mayer, R.C., Davis, J.H., & Schoorman, F.D. An Integrative Model of Organizational Trust. Academy of Management Review. 1995.
5. McKinsey & Company. Building social capital in the workplace. 2022. (URL) (ЕСТЬ И ЗА «2024»); <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech#tech-trends-2024>
6. Абеяшева А.Г. Понятие формального и неформального лидера в организации. 2015. (URL)

References in Cyrillics

1. Абеяшева А.Г. Понятие формального и неформального лидера в организации. 2015. (URL..

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 ORCID 0000-0001-8696-5767
kostina1@yandex.ru

Ивлева Анна Евгеньевна – клинический психолог
ЦЭМИ РАН ORCID 0000-0001-8696-5767
anchiku@gmail.com

Ключевые слова

организационная психология, психологическая диагностика, эмоциональное состояние коллектива, доверие в организации, социальные представления, агентно-ориентированное моделирование.

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

organizational psychology, psychological diagnostics, emotional state of the team, trust in the organization, social representations, agent-based modeling

DOI: 10.34706/DE-2025-03-05

JEL classification G11, O34, Z1.

Abstract

The experience of short-term (1 month) psychological support of a financial institution unit is presented. Despite the stable economic results of the team, the management noted a strong hidden tension. Methods of in-depth interviews and research of social representations were used to diagnose the mental state of employees. The key risks are identified: dominant anxiety and fatigue, high emotional dependence on managers, social isolation of line staff, discrepancy between declared and real motivation. Recommendations on communication and support have been developed. The prospect of integrating the data obtained into agent-based models for predicting organizational dynamics is substantiated. The importance of "soft" diagnostics is emphasized in order to identify hidden risks to the stability of the team.

УДК 338.24.01

1.6. Стратегическое мышление руководителя в условиях цифровой трансформации: политэкономический подход к управлению талантами

Иванов Н.М., Фридман Ч.Ф., Хасанов М.Т.
РАНХиГС, Москва, Россия

Аннотация. Современный период развития общества характеризуется рядом условий, существенно влияющих на развитие цивилизации [Бехманн, 2020]. К ним следует отнести глобализацию, формирование многополярного мира с обостряющейся конкуренцией за ресурсы, проблему устойчивого развития и, конечно, цифровизацию, определяющую новый формат общественных отношений, в первую очередь, зависящих от экологии, экономики и культуры [Каз и др., 2020]. Сегодня, переходя от индустриального к информационному обществу, становится очевидно, что цифровая трансформация является неотъемлемой частью существующей реальности, определяющей качество среды обитания наших современников [Артамонова, Белобородько, Фридман, 2025]. Четвертая промышленная революция привнесла в нашу повседневность и искусственный интеллект, и робототехнику, и облачные вычисления, и аддитивные технологии, и интернет вещей, и большие данные [Некрасова и др., 2024]. Все эти и некоторые другие высокие технологии наглядно свидетельствуют о коренном пересмотре подходов в экономике, управлении и общественном развитии в целом. Творчество в отличие от технологии не описывается алгоритмами, поэтому значение стратегического мышления руководителя, опирающегося на его высокие интеллектуальные, творческие способности, в условиях цифровой трансформации заметно возрастает, как и актуальность исследования данной проблемы [Анисимов, 1999].

Говоря о цифровой трансформации, обязательно надо остановиться на Четвертой промышленной революции, существенно повлиявшей на образ жизни и мышления современного человека [Тузиков, 2020]. Скорость движения информации, интенсивность обмена ею, большой объем данных, как правило быстро и не всегда определенно теряющих свои актуальность, достоверность и полезность приводит к формированию клипового мышления, хотя, наверное, правильнее было бы сказать — клипового сознания, т. к. не только мышление, но и другие когнитивные процессы подвержены моментальному переключению (ощущение, восприятие, внимание, память, воображение и др.). Исходя из того, что мышление является весьма энергозатратным процессом для человеческого организма, и люди чаще всего мыслят шаблонно при повторном возвращении к имеющемуся опыту, сознание пытается унифицировать, адаптировать ситуацию под уже полученный и хранящийся в памяти опыт.

Данное обстоятельство в значительной степени влияет и на аксиологическую сферу, т. к. времени на сбор и обработку информации уходит много, а применяемые знания необходимо быстро в виду неопределенного их срока годности, ценность истины уступает ценности времени, иначе говоря век сверхвысоких скоростей зачастую заставляет нас жертвовать объективностью и точностью. Цифровизация, как бы то ни звучало странно и нелепо, дает нам право на множество погрешностей [Копырин и др., 2023].

По всей видимости, это становится новой нормой. Учитывая, что управление можно разделить на управление функционированием (администрирование), которым занимаются менеджеры (администраторы), и управление развитием (лидерство), которым занимаются предприниматели, важно отметить, в чем их принципиальное методологическое отличие: менеджеры решают задачи, а предприниматели — проблемы. Администратор — это исполнитель, который, используя вверенный ему ресурс, решает поставленную перед ним руководством задачу в заданном результате. Предприниматель — это организатор, который решает самостоятельно выявленную им проблему, привлекая необходимые ресурсы. Это различие очень существенное, потому как оно определяет совершенно разные подходы к профессиональному отбору, подготовке и деятельности разных субъектов в системе управления, основанной на особенностях рыночной экономики [Артамонова, Фридман, 2025].

Понимая, что предпринимательство — это особый склад ума, обладающего выраженными прогностическими, праксиологическими и организаторскими способностями, системным, проектным и мультикультурным мышлением, и при этом практически никак не связанный с формальным образовательным цензом (предприниматель может не иметь ни среднего профессионального, ни высшего, ни тем более последипломного образования), становится очевидно, что технологии для представителей бизнес-сообщества должны быть максимально простыми и понятными, не содержащими изнуряющих математических расчетов, витиеватых наукообразных терминов [Роберт, 2006]. Предприниматель должен довольно быстро, пусть и достаточно примерно, сориентироваться в сложной, как правило, хаотичной ситуации на рынке, где, что внешняя среда, что внутренняя среда компании находятся в постоянной нередко труднопрогнозируемой динамике [Крогерус, 2016]. Оттого различные технологии анализа (SWOT, PEST, SMART, FAST, GAP, 4P, мозговой штурм и др.) чрезвычайно просты в использовании и весьма примерны в результате.

Предпринимателю надо сориентироваться здесь и сейчас, именно поэтому можно полагать, что для него характерно не стратегическое, а большей частью тактическое и оперативное мышление. Погоня за сиюминутной выгодой в интенсивно изменяющемся мире (VUCA, BANI, SHIVA) заставляет предпринимателя принимать решения в условиях острого дефицита необходимой для обстоятельного анализа информации. Стратегическое мышление руководителя (у древних греков стратегия — искусство военачальника, полководца) ориентировано на выбор направления, на целеполагание, на логику достижения результата [Константинов, 2015]. Человек очень часто понимает, что он пришел не туда, когда он уже пришел не туда, когда им уже потрачены и время, и силы, и деньги, и другие средства. Именно поэтому стратегические ошибки — самые дорогостоящие. Предприниматель преследует коммерческую выгоду, которая, в свою очередь, зависит от текущего состояния на рынке, от активности конкурентов, от осознания потребностей и покупательной способности потребителей, от расторопности и пунктуальности поставщиков, поэтому ему в основном приходится обращаться к тактическим (выбор способа) и оперативным (выбор ближайшего действия, шага) решениям.

В современных условиях цифровой трансформации бизнес-процессов управление талантами становится критически важным фактором устойчивого развития организаций [Богданова, Фридман, 2025]. Цифровизация проникает во все сферы деятельности компаний, включая сферу управления персоналом, что требует внедрения новых технологий и подходов в HR-процессы [Сабирова и др., 2022]. Однако многие предприятия сталкиваются с серьезными проблемами при цифровом преобразовании HR-функций. Одной из ключевых проблем является нехватка квалифицированных кадров, обладающих необходимыми цифровыми компетенциями в области управления персоналом. По результатам опросов российских компаний, более 80% руководителей отмечают дефицит кадров, а около 40% указывают на недостаточный уровень квалификации сотрудников. Данный дефицит затрагивает не только IT-специалистов, но и персонал HR-подразделений, которые часто не имеют достаточных навыков для эффективного использования цифровых инструментов. В итоге внедрение современных HR-технологий (таких как системы аналитики персонала, автоматизация рекрутмента, платформы дистанционного обучения) замедляется, что отрицательно сказывается на эффективности управления талантами в организации [Мэтьюсон, 2020].

Помимо недостатка компетенций, цифровая трансформация ставит перед HR-менеджментом новые вызовы. Возникает необходимость пересмотра традиционных HR-процессов — от подбора и развития персонала до оценки эффективности сотрудников — с учетом возможностей больших данных, искусственного интеллекта и других инноваций. Глобальная конкуренция за таланты усиливается, особенно за специалистов, обладающих цифровыми навыками [Белоусов, Иванова, Ноакк, 2024]. Для организаций становится жизненно важным не только привлечь и удержать талантливых сотрудников, но и постоянно развивать их уникальные способности в соответствии с динамичными изменениями технологий [Тузилов, 2022; Катыкало и др., 2023]. В этих условиях актуальность исследования, посвященного управлению талантами в эпоху цифровой трансформации, обусловлена насущной потребностью адаптировать методы и инструменты HR к цифровой среде. Решение этой задачи позволит повысить эффективность работы с персоналом, преодолеть разрыв в компетенциях и обеспечить компании конкурентные преимущества в цифровой экономике.

Анализ научной литературы и нормативных документов. Понятие управления талантами и человеческим капиталом имеет глубокие теоретические корни в экономической мысли. Ещё классики политэкономии отмечали ключевую роль человеческого труда и навыков. Так, Адам Смит в «Богатстве народов» указывал, что навыки и специализация работников выступают важнейшим источником роста благосостояния [Смит, 2022]. Карл Маркс, опираясь на трудовую теорию стоимости, утверждал, что именно человеческий труд лежит в основе экономической ценности создаваемых благ. Его метод — диалектический и исторический анализ капиталистической системы — позволил раскрыть механизмы эксплуатации труда и формирования прибавочной стоимости [Маркс, 2011]. Эти фундаментальные идеи заложили основу для понимания того, что развитие навыков работников и эффективная организация труда напрямую связаны с экономическим прогрессом.

Параллельно с экономической мыслью формировались и основы научного менеджмента, фокусировавшиеся на рациональной организации труда. Макс Вебер, применяя историко-социологический подход, разработал идеальный тип бюрократической организации. Он считал, что рациональная бюрократия — иерархическая система с формализованным разделением труда и назначением на должности по заслугам — обеспечивает более эффективное и предсказуемое управление людьми. Вебер подчеркивал, что власть в организации должна основываться на компетентности, а не на статусе, и такая рациональная структура повысит лояльность и результативность сотрудников [Вебер, 2001]. Его идеи, наряду с трудами Ф. Тейлора по научному менеджменту (опиравшегося на эмпирические наблюдения и эксперименты для повышения производительности труда), заложили принципы управления персоналом в крупных организациях [Тейлор, 1991]. Таким образом, классики менеджмента признали человеческий фактор центральным элементом эффективной организации.

В начале XX века экономисты начали формализовать понятие человеческого капитала. Альфред Маршалл подчеркивал долгосрочный характер инвестиций в навыки работника и роль семьи в их развитии [Маршалл, 2010]. Позднее Теодор Шульц и другие отмечали, что рост экономики в значительной мере обусловлен накоплением знаний и умений людей [Schulz, 1960]. Окончательно концепция

оформилась в работах Гэри Беккера: в 1964 г. он представил теорию человеческого капитала, трактуя образование, обучение и даже здоровье как формы инвестиций, повышающие продуктивность индивида и приносящие доходы в будущем [Беккер, 2003]. Методологически Беккер применил неоклассический экономический анализ — он рассматривал индивидов как рациональных инвесторов, сравнивающих затраты на обучение с будущей отдачей, и подкрепил теоретические выводы эмпирическими данными о влиянии образования на заработок. Такой подход перевернул традиционное отношение к расходам на персонал: работников стали рассматривать не только как издержки, но и как актив, в который выгодно вкладывать средства для повышения конкурентоспособности организации.

Развитие макроэкономической мысли также обогатило понимание роли человеческого фактора. Джон Мейнард Кейнс, анализируя причины Великой депрессии, показал, что рынок труда не всегда сам достигает равновесия и полной занятости. В своей «Общей теории...» (1936) Кейнс теоретически обосновал, что совокупный спрос является определяющим фактором занятости, а потому государственное вмешательство необходимо для достижения полной занятости ресурсов. Его выводы, основанные на наблюдениях за реальной экономикой и статистических данных, подчеркнули: без активной макроэкономической политики значительная часть человеческого потенциала может оставаться невостребованной [Кейнс, 2022]. Таким образом, на макроуровне было признано, что эффективное управление экономикой включает меры по поддержанию занятости и развитию человеческого капитала в масштабах страны.

В XXI веке управление талантами претерпевает качественные изменения под влиянием цифровой трансформации экономики. На макроуровне эту трансформацию часто связывают с концепцией Четвёртой промышленной революции (К. Шваб), которая характеризуется стремительным внедрением цифровых технологий, размывающих границы между физической и цифровой сферой. Без углубления в макроэкономические детали отметим, что современные технологические прорывы в совокупности трансформируют системы производства и управления во всём мире, затрагивая практически каждую отрасль. Это приводит к изменению структуры рабочих мест и навыков, растёт спрос на высококвалифицированных специалистов, а конкуренция за таланты обостряется в глобальном масштабе. В таких условиях организации вынуждены пересматривать традиционные подходы к работе с персоналом, адаптируя их к цифровой эпохе [Фридман, 2025].

Современные исследования управления талантами сосредоточены на внедрении новых технологий (так называемых HRTech) в процессы управления человеческими ресурсами. HRTech подразумевает использование цифровых инструментов и программного обеспечения для автоматизации HR-функций и оптимизации работы с персоналом. В последние 5-10 лет рынок HR-технологий стремительно развивается: появляются облачные системы для управления кадрами, платформы подбора и оценки персонала, аналитические инструменты для работы с большими данными о сотрудниках и пр. Методологически исследования в этой области разнообразны. Одни авторы выдвигают концептуальные модели и дают теоретическое осмысление (например, определяют и классифицируют цифровые практики HR), другие используют прикладные методы - проводят опросы и кейс-стади внедрения технологий в организациях, измеряя их влияние на показатели эффективности. Тем не менее, общим лейтмотивом современной литературы является идея о том, что цифровые инструменты способны перевести управление талантами на новый уровень, сделав его более данными-ориентированным, оперативным и персонализированным.

Одним из направлений эволюции HR стала электронная система управления персоналом (e-HRM). Внедрение информационных систем в HR изначально сопровождалось ожиданиями значительных улучшений. Исследователи отмечали, что «электронное HRM обещало сократить издержки, улучшить качество сервисов и переориентировать работу HR-менеджеров на более стратегические задачи». Действительно, автоматизация ряда рутинных процессов позволяет HR-специалистам уделять больше внимания развитию талантов и планированию. На практике цифровизация HR привела к появлению множества решений: системы автоматического подбора (ATS) теперь самостоятельно проводят предварительный отбор резюме, корпоративные HR-порталы обеспечивают самообслуживание сотрудников по кадровым вопросам, а платформы талант-менеджмента (такие как Workday, SAP SuccessFactors и др.) интегрируют функции от рекрутинга до обучения в единое виртуальное пространство [Алексеев и др., 2016]. Таким образом, современный HR-менеджмент становится все более технологичным: организационные данные собираются и анализируются в реальном времени, что теоретически повышает обоснованность принимаемых решений в работе с персоналом.

Отдельное направление современных исследований - применение аналитики больших данных в управлении талантами. Появился даже термин *talent analytics*, означающий использование методов анализа массивов данных о персонале для улучшения HR-решений. Нокер и Сена (2019) в своем обзоре случаев отмечают, что накопление и анализ больших данных о работниках позволяет выявлять скрытые паттерны в поведении и результативности персонала. Например, с помощью статистических моделей можно прогнозировать увольнения сотрудников или определять, какие навыки способствуют лучшей продуктивности. Такие подходы, основанные на данных, уже демонстрируют рост эффективности принятия решений в HR и, как следствие, повышение эффективности всей организации. В качестве методологии авторы используют анализ практических кейсов внедрения аналитических инструментов в компаниях, идентифицируя основные направления влияния *data-driven* решений на бизнес. При этом исследователи подчёркивают и новые вызовы: широкое использование больших данных в HR ставит вопросы

об этике и приватности, требует обеспечения надежного управления данными (data governance) и формирования доверия к аналитическим моделям. Таким образом, литература акцентирует, что помимо преимуществ (точность и обоснованность HR-решений) аналитика талантов несёт и риски, связанные с конфиденциальностью данных сотрудников и прозрачностью алгоритмов.

Ещё более активно обсуждается применение искусственного интеллекта (ИИ) в управлении человеческими ресурсами. Современные исследования, обобщающие опыт последних лет, показывают, что ИИ трансформирует HR-практики по нескольким направлениям. Так, в недавнем скопинг-обзоре (Dima et al., 2024), анализировавшем 43 научные работы, выделено пять основных эффектов внедрения ИИ в HR: автоматизация рутинных задач, более эффективное использование HR-данных, расширение возможностей (augmentation) сотрудников при принятии решений, переработка рабочего контекста и трансформация социальных аспектов взаимодействия на работе. Иными словами, ИИ в HR не только берет на себя операционные функции (например, автоматический скрининг резюме или ответ на типовые запросы сотрудников через чат-ботов), но и усиливает аналитическую составляющую (предоставляя рекомендации на основе предиктивных моделей), а также меняет роли людей в организации. В частности, отмечается, что благодаря ИИ функции HR-менеджеров смещаются от административных задач к более стратегическим, а линия взаимодействия «менеджер — сотрудник» приобретает новые формы, опосредованные технологией. Однако вместе с возможностями ИИ литература фиксирует и связанные с ним вызовы - от необходимости адаптации работников к совместной работе с алгоритмами до вопросов этики ИИ (например, отсутствие biases/предвзятости при отборе персонала). Методологически исследования ИИ в HR включают как теоретические обзоры, формирующие рамочные концепции, так и прикладные эксперименты.

Появляются и эмпирические подтверждения эффективности новых технологий в управлении талантами. Например, недавнее количественное исследование на выборке компаний банковского сектора (Alnsour и соавт., 2024) проанализировало влияние ИИ на процесс найма персонала. Используя анкетный опрос 177 менеджеров и сотрудников банков, авторы статистически доказали, что внедрение инструментов ИИ в рекрутмент существенно повышает эффективность HR-процессов (снижает затраты времени и труда на подбор) и положительно сказывается на результативности организации в целом. В частности, автоматизация отбора кандидатов с помощью алгоритмов ИИ привела к ускорению закрытия вакансий и более точному подбору кадров, что, в свою очередь, отразилось на показателях организационного развития. Методология этого исследования сочетала анализ данных анкеты и статистическое моделирование (SEM), что придает убедительности полученным выводам. Подобные работы на эмпирическом материале подтверждают основные тезисы теоретиков: цифровые технологии в HR способны не только повысить операционную эффективность, но и создать стратегическое преимущество за счёт более грамотного управления человеческим капиталом.

Научная новизна политэкономического подхода к управлению талантами заключается, прежде всего, в том, что в условиях цифровой трансформации необходимо рассматривать проблему стратегического мышления сотрудника и, в особенности, руководителя в широком философско-экономическом контексте [Аронов, 2016]. В отличие от существующих исследований следует сделать акцент на интеграции цифровых технологий в практику управления персоналом и на преодолении разрыва в компетенциях HR-специалистов по профотбору, привлечению, удержанию, обучению, развитию, социально-трудовой адаптации и управлению талантливými сотрудниками, чей потенциал разительно отличается от возможностей современной машины (искусственного интеллекта, робота, программы и т. п.) [Терелянский, 2025]. Очень важно разработать оригинальную модель управления талантами, учитывающая цифровую зрелость организации и готовность персонала к внедрению инноваций. Прежде всего, следует начать с формирования подобной готовности у самих руководителей, призванных обладать стратегическим видением, трудно описываемым математическим аппаратом. Такая модель смогла бы объединить лучшие практики работы с талантами и современные HRTech-решения, что позволило бы повысить результативность процессов подбора, обучения и развития сотрудников, обладающих выраженной способностью к стратегическому мышлению, ибо именно они и только они, интеллектуальные лидеры, могут стать подлинными субъектами развития государства, экономики и общественных отношений.

Литература

1. Анисимов, О. С. Стратегия и стратегическое мышление: (Акмеол. версия) / Анисимов О. С.; Рос. акад. гос. службы при Президенте РФ. - Москва : Агро-вестник, 1999. - 605, [1] с.
2. Аронов, А. М. Стратегическое мышление и стратегический контекст: конспект лекций / А. М. Аронов, А. Н. Петров; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования "Санкт-Петербургский гос. экономический ун-т", Ин-т магистратуры, Специализированная каф. ПАО "Газпром". - Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского гос. экономического ун-та, 2016. - 67 с.
3. Артамонова Я.С., Белобородько А.М., Фридман М.Ф. Кадровое обеспечение информационной безопасности финансового сектора в условиях перехода к цифровой экономике // Бизнес, власть и общество: философско-экономические основания стратегического управления.

- Монография. Под ред. М.Ф. Фридмана. Электронное издание. – М.: Издательство «Перо», 2025. – С.105-117
4. Артамонова Я.С., Фридман М.Ф. Кадровое обеспечение шестого технологического уклада: стратегические приоритеты и образовательный потенциал // Бизнес, власть и общество: философско-экономические основания стратегического управления. Монография. Под ред. М.Ф. Фридмана. Электронное издание. – М.: Издательство «Перо», 2025. – С.160-179
 5. Беккер, Г. С. Человеческое поведение: Экон. подход: Пер. с англ. / Гэри С. Беккер; [Сост., науч. ред. пер., авт. послесл. Р. И. Капелюшников]. - Москва : ГУ ВШЭ, 2003. - 670,[1] с.
 6. Белоусов Ф.А., Иванова А.К., Ноакк Н.В. Технологический суверенитет и глобальная конкуренция // Цифровая экономика. - 2024. -4(30). - С. 24-34
 7. Бехманн, Г. Современное общество: общество риска, информационное общество, общество знаний: монография / Г. Бехманн ; перевод с немецкого А. Ю. Антоновского [и др.]. — Москва : Логос, 2020. — 248 с.
 8. Бизнес-модели компаний и устойчивое развитие: монография / Е. М. Каз, И. В. Краковецкая, Е. В. Нехода, Н. А. Редчикова. — Томск: ТГУ, 2020. — 214 с.
 9. Богданова О.Н., Фридман М.Ф. Особенности управления талантами в условиях реализации принципов экологического менеджмента // Бизнес, власть и общество: философско-экономические основания стратегического управления. Монография. Под ред. М.Ф. Фридмана. Электронное издание. – М.: Издательство «Перо», 2025. – С.246-264
 10. Вебер, М. История хозяйства: Город / Макс Вебер. - Москва: Канон-пресс-Ц : Кучково поле, 2001. - 574, [1] с.
 11. Кейнс, Д. М. Общая теория занятости, процента и денег: перевод с английского / Джон Кейнс. - Москва: Эксмо, Бомбора, 2022 (Ульяновск). - 957, [1] с.
 12. Константинов, Г. Н. Стратегическое мышление / Г. Н. Константинов. - Москва: Синтегра СМ, 2015. - 189 с.
 13. Крогерус, М. Книга решений. 50 моделей стратегического мышления / Микаэль крогерус, Роман Чеппелер; [пер. с нем. Е. Турчаниновой]. - Москва: Олимп-Бизнес, 2016. - 180 с.
 14. Маркс, К. Капитал: критика политической экономии: сочинение Карла Маркса. - Москва: Эксмо, 2011
 15. Маршалл, А. Принципы экономической науки / Альфред Маршалл. - Москва: Бизнеском, 2010. - 12 с.
 16. Мэтьюсон, Р. Управление талантами: Руководство по выращиванию сильной команды / Р. Мэтьюсон. — Москва : Альпина Паблишер, 2020. — 232 с.
 17. Роберт, М. Новое стратегическое мышление / Майкл Роберт; [пер. с англ. Михайловской Е. В., Фоминой И. Н.]. - Москва: Поколение, 2006. - 314 с.
 18. Смит, А. Исследование о природе и причинах богатства народов: перевод с английского / Адам Смит. - Москва: АСТ, 2022. - 1068, [3] с.
 19. Тейлор, Ф. У. Принципы научного менеджмента / Тейлор Фредерик Уинслоу; Пер. с англ. А. И. Зак. - Москва: Журн. "Контроллинг" : Изд-во стандартов, 1991. - 104 с.
 20. Терелянский, П.В. Как искусственный интеллект разрушит экономику и уничтожит человечество // Цифровая экономика. - 2025. -1(31). - С.53-63
 21. Тузиков, А. В. Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология : сборник научных трудов / А. В. Тузиков. — Минск: Белорусская наука, 2020. — 267 с.
 22. Тузиков, А. Р. Социология таланта / А. Р. Тузиков, Р. И. Зинурова. — Казань: КНИТУ, 2022. — 96 с.
 23. Управление талантами: дайджест: сборник научных трудов / В. С. Катькало, С. В. Киселев, М. В. Иванющенко [и др.]; под редакцией В. С. Катькало, М. В. Иванющенко. — Москва: Высшая школа экономики, 2023. — 112 с.
 24. Управление талантами и трансформация корпоративной культуры. Материалы Международной конференции «HR-тренд 2015: управление талантами и трансформация корпоративной культуры» (13–14 ноября 2015 г., г. Томск): материалы конференции / под редакцией О. Б. Алексеев [и др.]. — Томск: ТГУ, 2016. — 244 с.
 25. Фридман, М.Ф. Кадровая политика цифровой экономики в условиях глобализации стратегического управления // Бизнес, власть и общество: философско-экономические основания стратегического управления. Монография. Под ред. М.Ф. Фридмана. Электронное издание. – М.: Издательство «Перо», 2025. – С. 93-105
 26. Цифровая экономика и системная цифровая трансформация: монография / А. С. Копырин, Е. В. Видищева, В. В. Коваленко [и др.]; под редакцией А. С. Копырина. — Сочи: СГУ, 2023. — 196 с.
 27. Цифровая трансформация социально-экономического развития региона: монография / ответственные редакторы З. Э. Сабирова, О. В. Сидорова. — Уфа: БАГСУ, 2022. — 446 с.
 28. Цифровые технологии и устойчивое развитие региона: монография / под редакцией О. Л. Некрасовой. — Донецк: ДонГУ, 2024. — 311 с.
 29. Schulz T. Capital Formation bi Edukathion // Journal of Politikal Economu. – 1960, p.25.

References

1. Anisimov, O. S. Strategiya i strategicheskoye myshleniye: (Akmeol. versiya) / Anisimov O. S.; Ros. akad. gos. sluzhby pri Prezidente RF. - Moskva : Agro-vestnik, 1999. - 605, [1] s.
2. Aronov, A. M. Strategicheskoye myshleniye i strategicheskii kontekst: ko spekt lektsiy / A. M. Aronov, A. N. Petrov; M-vo obrazovaniya i nauki Ro siyskoy Federatsii, Federal'noye gos. byudzhethnoye obrazovatel'noye uc rezhdeniye vyssh. Obrazovaniye "Sankt-Peterburgskiy gos. ekonomicheskii un-t", In-t magistratury, Spetsializirovannaya kaf. PAO «Gazprom». - Sankt-Peterburg: Izd-vo Sankt-Peterburgskogo gos. Ekonomicheskoye un-ta, 2016. - 67 s.
3. Artamonova YA.S., Beloborod'ko A.M., Fridman M.F. Kadrovoye obespecheniye informatsionnoy bezopasnosti finansovogo sektora v usloviyakh perek oda k tsifrovoy ekonomike // Biznes, vlast' i obshchestvo: filosofsko-ekonomicheskkiye osnovy upravleniya. Monografiya. Pod red. M.F. Fridmana. Elektronnoye izdaniye. - M.: Izdatel'stvo «Pero», 2025. - S.105-117.
4. Artamonova YA.S., Fridman M.F. Kadrovoye obespecheniye shestogo tekhnologicheskogo uklada: strategicheskkiye prioritety i obrazovatel'nyy potentsial // Biznes, vlast' i obshchestvo: filosofsko-ekonomicheskkiye osnovy operativnogo upravleniya. Monografiya. Pod red. M.F. Fridmana. Elektronnoye izdaniye. - M.: Izdatel'stvo «Pero», 2025. - S.160-179.
5. Bekker, G. S. Chelovecheskoye povedeniye: Ekon. podkhod: Per. s angl. / Geri S. Bekker; [Sost., nauch. red. per., avt. poslesl. R. I. Kapelyushnikov]. - Moskva : GU VSHE, 2003. - 670,[1] s.
6. Belousov F.A., Ivanova A.K., Noakk N.V. Tekhnologicheskii suverenitet i global'naya konkurentsia // Tsifrovaya ekonomika. - 2024. -4(30). - S. 24-34
7. Bekhmann, G. Sovremennoye obshchestvo: obshchestvo riska, informatsionnoye obshchestvo, obshchestvo znaniy: monografiya / G. Bekhmann; perevod s nemetskogo YU. Antonovskogo [i dr.]. - Moskva: Logos, 2020. - 248 s.
8. Biznes-modeli kompaniy i ustoychivoye razvitiye: monografiya / Ye. M. Kaz, I. V. Krakovetskaya, Ye. V. Nekhoda, N. A. Redchikova. - Tomsk: TGU, 2020. - 214 s.
9. Bogdanova O.N., Fridman M.F. Osobennosti upravleniya talantami v usloviyakh realizatsii ekologicheskogo menedzhmenta // Biznes, vlast' i obshchestvo: filosofsko-ekonomicheskkiye osnovaniya upravleniya upravleniyem. Monografiya. Pod red. M.F. Fridmana. Elektronnoye izdaniye. - M.: Izdatel'stvo «Pero», 2025. - S.246-264.
10. Veber, M. Istoriya khozyaystva: Gorod / Maks Veber. - Moskva: Kanon-press-TS: Kuchkovo pole, 2001. - 574, [1] s.
11. Keynes, D. M. Obshchaya teoriya poteryannosti, protsentov i deneg: perevod s angliyskogo / Dzhon Keynes. - Moskva: Eksmo, Bombora, 2022 (Ul'yanovsk). - 957, [1] s.
12. Konstantinov, G. N. Strategicheskoye myshleniye / G. N. Konstantinov. - Moskva: Integr SM, 2015. - 189 s.
13. Krogerus, M. Kniga resheniy. 50 modeley upravleniya myshleniyem / Mikael' Krogerus, Roman Cheppeler; [per. s nem. Ye. Turchaninovoy]. - Moskva: Olimp-Biznes, 2016. - 180 s.
14. Marks, K. Kapital: kritika politicheskoy ekonomii: sochineniye Karla Marksa. - Moskva: Eksmo, 2011.
15. Marshall, A. Printsipy ekonomicheskoy nauki / Al'fred Marshall. - Moskva: Bizneskom, 2010. - 12 s.
16. Met'yuson, R. Upravleniye talantami: Rukovodstvo po razvitiyu nezavisimoy komandy / R. Met'yuson. - Moskva : Al'pina Pablisher, 2020. - 232 s.
17. Robert, M. Novoye strategicheskoye myshleniye / Maykl Robert; [per. s angl. Mikhaylovskoy Ye. V., Fominoy I. N.]. - Moskva: Pokoleniye, 2006. - 314 s.
18. Smit, A. Issledovaniye prirody i prichin bogatstva narodov: perevod s angliyskogo / Adam Smit. - Moskva: AST, 2022. - 1068, [3] s.
19. Teylor, F. U., Printsipy nauchnogo menedzhmenta / kontroliruyet Frederik Uinslou; Per. s angl. A. I. Zak. - Moskva: Zhurn. "Kontrolling" : Izd-vo standartov, 1991. - 104 s.
20. Terelyanskiy, P.V. Kak iskusstvennyy intellekt razrushayet mirovoye soobshchestvo i unichtozhit chelovechestvo // Tsifrovaya ekonomika. - 2025. -1(31). - S.53-63
21. Tuzikov, A. V. Tsifrovaya transformatsiya. Osnovnyye ponyatiya i terminologiya: sbornik nauchnykh trudov / A. V. Tuzikov. - Minsk: Belorusskaya nauka, 2020. - 267 s.
22. Tuzikov, A. R. Sotsiologiya talanta / A. R. Tuzikov, R. I. Zinurova. - Kazan': KNITU, 2022. - 96 s.
23. Upravleniye talantami: daydzhest: sbornik nauchnykh trudov / V. S. Kat'kalo, S. V. Kiselev, M. V. Ivanyushchenkova [i dr.]; pod redaktsiyey V. S. Kakkalo, M. V. Ivanyushchenkovoy. - Moskva : Vysshaya shkola ekonomiki, 2023. - 112 s.
24. Upravleniye talantami i transformatsiya korporativnoy kul'tury. Materialy mezhdunarodnykh konferentsiy «HR-trend 2015: upravleniye talantami i transformatsiya korporativnoy kul'tury» (13–14 noyabrya 2015 g., g. Tomsk): materialy konferentsii pod redaktsiyey O. B. Alekseyev [i dr.]. - Tomsk: TGU, 2016. - 244 s.
25. Fridman, M.F. Kadrovaya politika tsifrovoy ekonomiki v usloviyakh globalizatsii upravleniya // Biznes, vlast' i obshchestvo: filosofsko-ekonomicheskkiye osnovaniya upravleniya upravleniyem. Monografiya. Pod red. M.F. Fridmana. Elektronnoye izdaniye. - M.: Izdatel'stvo «Pero», 2025. - S. 93-105
26. Tsifrovaya ekonomika i sistemnaya tsifrovaya transformatsiya: monografiya / A. S. Kopyrin, Ye. V. Vidishcheva, V. V. Kovalenko [i dr.]; pod redaktsiyey A. S. Kopyrina. - Sochi : SGU, 2023. - 196 s.

27. Tsifrovaya transformatsiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona: monografiya / otvetstvennyye redaktory Z. E. Sabirova, O. V. Sidorova. — Ufa : BAGSU, 2022. — 446 s.
28. Tsifrovyye tekhnologii i ustoychivoye razvitiye regiona: monografiya / pod redaktsiyey O. L. Nekrasovoy. — Donetsk: DonGU, 2024. — 311 s.
29. Shul'ts T. Formirovaniye kapitala bi obrazovaniya // Zhurnal politicheskoy ekonomiki. — 1960, s.25.

Ключевые слова:

цифровая трансформация, цифровизация, цифровая экономика, стратегическое управление, управление талантами

*Иванов Никита Максимович, e-mail: zoomzoob@gmail.com, аспирант Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 119571, город Москва, пр-кт Вернадского, д. 82 стр. 1
ORCID ID: 0009-0009-5027-2294*

*Фридман Михаил Феликсович, e-mail: mtfree79@mail.ru профессор кафедры «Экономическая теория и политика» факультета финансов Института управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, доктор философских наук, кандидат педагогических наук, 119571, город Москва, пр-кт Вернадского, д. 82 стр. 1
ORCID ID: 0000-0002-1430-967X*

*Хасанов Магомед Туркочевич, e-mail: mkhasanov-01@mail.ru, аспирант Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 119571, город Москва, пр-кт Вернадского, д. 82 стр. 1
ORCID ID: 0009-0008-1437-566X*

*Ivanov Nikita Maksimovich, e-mail: zoomzoob@gmail.com Postgraduate student at the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow
ORCID ID: 0009-0009-5027-2294*

*Fridman Mikhail Feliksovich, e-mail: mtfree79@mail.ru Professor of the Department of Economic Theory and Politics, Faculty of Finance, Institute of Management, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Doctor of Philosophy, Candidate of Pedagogical Sciences, Moscow
ORCID ID: 0000-0002-1430-967X*

*Khasanov Magomed Turkoevich, e-mail: mkhasanov-01@mail.ru Postgraduate student at the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow
ORCID ID: 0009-0008-1437-566X*

Nikita Ivanov, Mikhail Fridman, Magomed Khasanov, Strategic Thinking of a Manager in the Context of Digital Transformation: A Political Economy Approach to Talent Management.

Keywords:

digital transformation, digitalization, digital economy, strategic management, talent management,

DOI: 10.34706/DE-2025-03-06

JEL classification: A13, A20, B40, G30, H12, M12, M38

Abstract

The modern period of development of society is characterized by a number of conditions that significantly affect the development of civilization. These include globalization, the formation of a multipolar world with increasing competition for resources, the problem of sustainable development and, of course, digitalization, which determines a new format of social relations, primarily dependent on ecology, economics and culture. Today, moving from an industrial to an information society, it becomes obvious that digital transformation is an integral part of the existing reality that determines the quality of the living environment of our contemporaries. The fourth industrial revolution has brought artificial intelligence, robotics, cloud computing, additive technologies, the Internet of things and big data into our everyday life. All these and some other high technologies clearly indicate a radical revision of approaches in economics, management and social development in general. Creativity, unlike technology, is not described by algorithms, therefore the importance of strategic thinking of a leader, based on his high intellectual, creative abilities, in the context of digital transformation is noticeably increasing, as is the relevance of studying this problem.

УДК: 338.5, 330.45, 347.77, 347.94, 336.64

1.7. Назначение цен в экономике данных: алгоритмическая справедливость и отраслевые инварианты

Костин А.В.,
ЦЭМИ РАН, Москва, Россия

Проблема. Отсутствуют воспроизводимые и проверяемые правила, по которым в цифровой экономике устанавливаются цены на данные и результаты интеллектуальной деятельности (например, ноу-хау). Традиционный сравнительный подход к оценке ставок роялти не обеспечивает достоверности результатов и оставляет пространство для манипуляций. **Цель.** Разработать метод ценообразования, учитывающий особенности экономики данных и гарантирующий объективность оценки. **Метод.** Предложен алгоритмический подход LABRATE ROYALTY PRO (LRP) на основе двухкомпонентного тарифа: фиксированной платы за доступ и ставки роялти RoS, рассчитываемой как отраслевой инвариант. Ставка RoS выводится из отраслевых показателей рентабельности (ROS / EBIT Margin) и уточняется через процедуры нечеткой логики, без произвольных экспертных поправок. **Результаты.** Метод LRP воспроизводим и применим во всех режимах ценообразования – от частного до судебного – снижая риск завышенных или заниженных требований и повышая предсказуемость решений. **Научная новизна.** Впервые обоснован универсальный подход к назначению цен на данные и ИС, в котором ставка роялти RoS обеспечивает сопоставимость оценок и соответствие принципам справедливости и недискриминации. **Значимость.** Результаты работы соответствуют целям национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» (2025–2030) и задают универсальную основу для стандартизации ценообразования цифровых активов.

*"Большие данные позволяют не только делать лучше то, что мы уже умеем, но и изобретать что-то новое"*¹

Введение

Экономика данных характеризуется отсутствием устойчивой, наблюдаемой функции спроса на ключевые объекты оборота — данные и связанные с ними объекты интеллектуальной собственности (ОИС). Их ценность определяется контекстом использования, режимами доступа и отраслевой спецификой, что выводит задачу ценообразования за пределы классических агрегированных моделей и усложняет проверку результатов на воспроизводимость [Laney, 2017]. В условиях ускоряющейся цифровизации и датификации хозяйственной деятельности методическая ошибка быстро транслируется в регуляторные решения и судебную практику; следовательно, вопросы назначения цены перестают быть «частным ремеслом» и становятся предметом экономической политики.

В российском контексте институциональные ориентиры задаёт Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» (2025–2030), признающий данные самостоятельным фактором производства и объектом сделок. Однако действующая нормативная среда не обеспечивает достаточной определённости: отсутствует диспозитивная презумпция двухкомпонентной структуры вознаграждения за использование ОИС, нет стандартизованных требований к раскрытию существенных условий договоров, влияющих на ставку роялти (состав пакета прав, территория, исключительность, конфиденциальность, стадия зрелости), а также единых критериев допустимости и воспроизводимости экономико-математических моделей в судебной экспертизе. Это оставляет пространство для манипулирования параметрами сделок и «наследования» цены иска из договорных условий без проверки экономической обоснованности, повышая стоимость и длительность экспертной проверки (ч. IV ГК РФ; ФЗ-135; ФЗ-73).

Репрезентативным объектом для верификации методологии является секрет производства (ноу-хау). Конфиденциальный режим, редкость «чистых» рыночных аналогов и распространённая практика совместного предоставления прав использования нескольких объектов (например, вместе с патентами, данными, программами для ЭВМ и иными результатами интеллектуальной деятельности) делают ноу-хау строгим тестом корректности расчёта ставок роялти. «Стандартные ставки» и классический сравнительный подход систематически ограничены: (i) существенные условия сделок не раскрываются; (ii) наблюдаемые ставки отражают вознаграждение за комплекс прав, а не изолированный вклад ноу-хау; (iii) нарушается сопоставимость по отрасли, географии, стадии зрелости, способам использования и уровню конфиденциальности; (iv) малые и неполные выборки ведут к статистическим смещениям и когнитивным искажениям. В результате не обеспечиваются воспроизводимость, валидность, точность и временная устойчивость результатов [Лев, 2003].

Теоретически строгой альтернативой является **двухкомпонентный тариф** (*two-part tariff*), представляющий лицензионное вознаграждение как сумму фиксированного (паушального) платежа (F) и переменного части в виде ставки роялти (RoS) [Козырев, 2023]:

¹ Майер-Шенбергер, В., & Кукьер, К. (2014). Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. Москва: Манн, Иванов и Фербер.

$$\text{Цена лицензии} = F + RoS * Sales \tag{1}$$

где **F** — паушальный платёж (цена доступа), **RoS** — ставка роялти от продаж (Royalty on Sales price), **Sales** — выручка от продаж лицензируемой продукции/услуг.

В экономиках с возрастающей отдачей двухкомпонентная конструкция разделяет «цену доступа» и «цену использования» и тем самым восстанавливает условия эффективности, недостижимые в однокомпонентной схеме [Coase, 1946; Oi, 1971; Tirole, 1988; Varian, 1992; Villar, 1996]. В предлагаемом методе LABRATE ROYALTY PRO (LRP) ставка роялти (RoS) определяется независимо от паушального платежа F и калибруется на основе пятилетних временных рядов отраслевых показателей рентабельности (ROS/EBIT), сегментированных по сопоставимым способам использования соответствующих ОИС, а также корпоративных метрик экономической эффективности правообладателя и лицензиатов. Поэтому RoS задаётся единообразно для сопоставимых способов использования объектов интеллектуальной собственности, тогда как индивидуализация параметров сделки переносится в фиксированную часть F. Такая архитектура позволяет рассматривать RoS как отраслевой инвариант — измеримую и воспроизводимую величину, обеспечивающую сопоставимость решений в лицензионных сделках, экономическую нейтральность и снижение конфликтности в судебных IP-спорах. Подход согласуется с требованиями алгоритмической справедливости: для сопоставимых объектов применяются унифицированные ставки роялти, а любые отклонения подлежат формализованной проверке, мотивированному обоснованию и документированию [Dwork, Hardt, Pitassi, Reingold, & Zemel, 2012; Hardt, Price, & Srebro, 2016]. В LRP не используются какие-либо «коэффициенты отраслевой релевантности, известности, масштабности»; RoS определяется без подобных поправок.

Пионерский вклад настоящей работы заключается в развитии предложенной ранее автором методологии расчёта ставок роялти [Костин, 2024b] и во введении в международную практику универсального аналитического метода LRP. В отличие от предыдущей версии, в данной статье метод получает расширенную формализацию: обоснована четырёхрежимная структура применения, введён двухкомпонентный тариф, а также впервые показана применимость модели LRP к оценке ставок роялти за использование ноу-хау. Метод заменяет традиционный «аналоговый» (case-by-case) подход воспроизводимыми и проверяемыми расчётами на основе финансово-хозяйственной информации и агрегированных отраслевых данных за пятилетний период. Это обеспечивает сопоставимость, прозрачность и устойчивость результатов. Предлагаемый подход реализует четыре ключевые новации.

- 1. **Переход от аналогов к аналитике.** Ставка роялти RoS выводится из отраслевых финансовых параметров — рентабельности продаж (ROS), рентабельности по EBIT (EM) и формализованной доли лицензиара в прибыли лицензиата (LS) — вместо опоры на закрытые базы данных по сделкам и «стандартные ставки роялти». В методе LRP базовые связи для расчёта RoS задаются двумя оценками, которые затем согласуются через коридоры допустимых значений LS и аппарат нечеткой логики (fuzzy logic):

$$RoS(ROS) = LS * ROS \tag{2}$$

$$RoS(EM) = LS * EM \tag{3}$$

$$RoS(Sales) = \frac{\int_a^b x * \mu(x)dx}{\int_a^b \mu(x)dx} \tag{4}$$

после чего согласованная RoS(Sales) применяется в двухкомпонентной модели для сопоставимых объектов [Козырев, 2023; Костин, 2024b].

- 2. **Практическое применение отраслевого инварианта.** Для сопоставимых технологий и различных способов использования ОИС метод LRP строит диапазоны допустимых значений **RoS**, что позволяет (i) унифицировать ставки роялти для сделок и судебных споров, (ii) обосновывать индивидуализацию через F и (iii) вводить формальные тесты отклонений.
- 3. **Воспроизводимость и проверяемость.** Прозрачные входные данные (отраслевые массивы бухгалтерской отчётности за 5 лет), регламентированные процедуры согласования и стейкхолдер-анализа¹ устраняют произвольность, присущую малым выборкам и экспертным суждениям без статистической верификации [Varian, 2014].
- 4. **Нормативная интеграция.** LRP даёт судебно-пригодную модель расчета цены лицензии (1), в которой RoS выступает измеримым критерием недискриминационности: для сопоставимых объектов и условий использования ставка RoS должна быть одинаковой, а любые отклонения — мотивированно обоснованы и документально раскрыты. Индивидуализация достигается через F без изменения RoS, что сохраняет сопоставимость сделок и судебных решений и

¹ Под *стейкхолдер-анализом* в обобщённом виде понимается метод выявления и систематизации исходных данных, целей и интересов заинтересованных сторон, способных оказывать влияние на результаты оценки или экспертного исследования. Термин образован от англ. *stakeholder* («заинтересованная сторона») и рус. «анализ».

обеспечивает FRAND-подобную логику. Судебная перспектива алгоритмической справедливости в оценке ИС подчёркивает значимость воспроизводимости и единых критериев для допустимости экспертных расчётов и их оценки судом [Петров & Марков, 2024]. Такой порядок делает правила понятными и единообразными, сокращает пространство для произвольных трактовок, ограничивает манипулирование параметрами, снижает издержки при проведении судебных экспертиз и согласуется с целями нацпроекта 2025–2030.

В результате LRP предлагает универсальный — межотраслевой и межстрановой — путь к стандартизации ценообразования за использование ОИС, прежде всего за ноу-хау, где традиционные методы наименее работоспособны. Правила сегментации по способам использования и видам деятельности согласно ОКВЭД (NACE, NAICS, ISIC, GB/T 4754 и др., **табл. 4**) задают основу сопоставимости. Сочетание двухкомпонентной логики [Козырев, 2023] с современными аналитическими процедурами [Varian, 2014] формирует проверяемую «матрицу алгоритмической справедливости» при назначении цен: для экономически сопоставимых объектов (вид деятельности, стадия жизненного цикла, масштаб, регион) устанавливаются эквивалентные ставки роялти (RoS), а любые отклонения требуют мотивированного обоснования и подлежат правовой верификации. Это и составляет новаторский вклад статьи в развитие мировой и российской практики IP-оценки.

Обзор литературы

Вопрос ценообразования в экономике данных развивается на стыке классических теорий тарифов, современных моделей алгоритмической справедливости и аналитических методов расчёта ставок роялти. Обзор литературы показывает, что формирование воспроизводимых и юридически верифицируемых подходов требует синтеза международного и отечественного опыта.

Классические основания двухкомпонентных тарифов

Работы по экономике с возрастающей отдачей заложили основу для модели «two-part tariffs». Спор о предельных издержках [Coase, 1946], теория общественных благ [Samuelson, 1954], анализ двухкомпонентных тарифов [Oi, 1971] и микроэкономика информации [Varian, 1992] заложили фундаментальные принципы. Villar [1996] развил их в применении к телекоммуникациям и лицензированию. Современные исследования российских авторов продолжают эту линию: Козыревым [2023] показана оптимальность двухкомпонентных цен в условиях возрастающей отдачи, а в [Козырев & Костин, 2024] продемонстрирована эффективность их применения в стоимостной оценке благ коллективного пользования, включая авторские права и товарные знаки.

Алгоритмическое ценообразование и справедливость

В последние годы значительное внимание уделяется вопросам *fairness*¹ в алгоритмическом ценообразовании. Calvano и соавт. [Calvano et al., 2020] показали, что алгоритмы могут вырабатывать ценовые стратегии, близкие к «молчаливому сговору», что создало вызов для антимонопольного регулирования. Dwork и др. [Dwork et al., 2012] предложили концепцию индивидуальной справедливости, основанную на требованиях, чтобы «похожие объекты обрабатывались сходным образом». В дальнейшем Hardt, Price & Srebro [2016] развили идеи равенства возможностей в алгоритмах обучения, а Mehrabi и соавт. [2021] систематизировали методы выявления и устранения предвзятости в алгоритмических системах.

Институциональные рамки и лицензионные практики

Стандарт FRAND (fair, reasonable and non-discriminatory), применяемый к стандартно-значимым патентам (СЗП; англ. SEP), формулирует критерии справедливой (reasonable) ставки роялти и недискриминационного предоставления лицензий хозяйствующим субъектам, находящимся в сопоставимых фактических и коммерческих условиях, задавая прототип проверяемых и воспроизводимых правил ценообразования [Sidak, 2013]. Исследования OECD показывают, что простые уведомления о персонализированных ценах почти не меняют поведение потребителей; следовательно, необходимы процедурные требования к прозрачности и воспроизводимости алгоритмов (аудит входных данных, учет и фиксация версий и параметров — ведение журнала изменений, независимая проверка результатов) [OECD, 2021]. Современный обзор по algorithmic competition фиксирует риски динамического/персонализированного ценообразования (включая мониторинг цен и «молчаливую координацию») и усиливает необходимость формальных, проверяемых правил недискриминации [OECD, 2023]. В целом это подтверждает целесообразность применения воспроизводимых процедур и двухкомпонентных тарифов (F + RoS-Sales), которые разделяют плату за доступ и плату за использование данных, сохраняя единые правила для сопоставимых профилей.

Нормативная архитектура управления данными в РФ

Российская нормативная система управления данными опирается на четыре взаимодополняющих элемента: стратегические национальные цели (Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309), проектно-паспортную дисциплину управления программами и федеральными проектами (Постановление Правительства РФ от 02.03.2019 № 234 с изм. 2022/2024), операционные принципы данных в НСУД — принципы «однократно собрать — многократно использовать», онтологическое единство, требования к качеству и

¹ *Fairness* (англ.) — многозначный термин, в данном контексте обозначающий **справедливость в алгоритмах**, то есть соблюдение принципов недискриминации, равного отношения к сравнимым объектам и предотвращения системных искажений при принятии решений алгоритмами.

режимы предоставления данных, включая возмездные (Распоряжение Правительства РФ от 03.06.2019 № 1189-р, ред. 14.05.2021), а также правовой контур экспериментальных правовых режимов для апробации цифровых моделей и тарифов (ФЗ от 31.07.2020 № 258-ФЗ). В совокупности это обеспечивает измеримость и аудит алгоритмического назначения цен (fairness), сопоставимость отраслевых результатов (инварианты) и применение двухкомпонентных тарифов на сервисы данных (фиксированная плата за доступ плюс переменная плата за использование), с возможностью их проверять в рамках ЭПР и встраивать в паспортную отчётность.

Современные российские разработки

В статье [Козырев, 2023] показано, что двухкомпонентные тарифы можно рассматривать как решение проблемы совмещения оптимальности и окупаемости в условиях возрастающей отдачи. Костин в статье [Костин, 2024b] предложил универсальный метод LRP, основанный на анализе ROS и EBIT с применением нечеткой логики, позволяющий объективно рассчитывать ставки роялти. В другой работе [Костин, 2024a] обоснована роль ставок роялти как отраслевого инварианта в IP-сделках и судебных спорах. В статье [Лосева, 2024] представлена модель коммерциализации цифровых интеллектуальных активов, учитывающую цену, риски и потенциал. Вместе с тем встречаются публикации с методологическими и терминологическими приемами, вызывающими несогласие: так, в работе [Спиридонова 2024] применяются повышающие коэффициенты, экспертные корректировки ставок роялти и используется «метод отраслевой специфики», не имеющий подтверждения в научной литературе. Эти элементы указывают на сохраняющиеся риски субъективизма и недостаточную алгоритмическую воспроизводимость результатов, что подчеркивает актуальность разработки более строгих аналитических процедур.

Исследовательские пробелы

Сохраняются нерешённые задачи: формирование воспроизводимых отраслевых методик оценки стоимости ноу-хау и цифровых активов, интеграция fairness-метрик в алгоритмические модели ценообразования, расширение эмпирической базы в России и СНГ [Jones & Tonetti, 2020; Костин, 2024b].

Режимы назначения цен в экономике данных

Формирование цены за использование объектов интеллектуальной собственности (ОИС) в цифровой экономике происходит в рамках различных институциональных режимов. Они отражают степень свободы сторон, вовлечённость публичной власти и характер процедурного контроля. Их систематизация позволяет связать институциональные контуры с проблемой воспроизводимости ценообразования, выявленной в литературе по алгоритмической справедливости и двухкомпонентным тарифам [Coase, 1946; Oi, 1971; Tirole, 1988; Varian, 1992; Dwork et al., 2012]. Поскольку спрос на объекты интеллектуальной собственности носит индивидуализированный и ненаблюдаемый характер, правовой режим формирования цены становится одним из центральных факторов оценки правомерности сделок и предсказуемости судебной практики.

1. Автономное (частное) ценообразование

В режиме автономного назначения лицензиар самостоятельно определяет цену — как ставку роялти, так и паушальный платёж. В российской правовой системе действует презумпция рыночности: цена договора признаётся соответствующей рыночной, пока она не оспорена сторонами. При этом третьи лица не наделены правом оспаривания, что создаёт пространство для манипулирования условиями сделки и заключения скрытых соглашений. Подобные практики особенно заметны в экосистемах цифровых платформ, в договорах коммерческой концессии (ДКК), а также при предоставлении лицензий (которые используются исключительно для обоснования цены иска в суде), где правообладатель фактически формирует «правила игры».

2. Конфликтное (процессуально-зависимое) ценообразование

Данный режим характеризуется тем, что цена сделки или иска формируется под воздействием внешних сигналов и стратегического поведения сторон. Типовыми ситуациями являются:

- иски о взыскании убытков или компенсации, в которых за основу берётся цена, закреплённая в договоре (лицензионном, ДКК или договоре доверительного управления правами);
- иски о признании договора недействительным, если IP-сделка заключена по цене существенно ниже рыночной;
- влияние на цену через «экспертные» заключения, представленные сторонами в процессе.

В подобных случаях цена сделки либо размер взыскания корректируются посредством судебных или внесудебных экспертиз. Этот режим повышает уровень конфликтности и транзакционные издержки, поскольку цена часто превращается в инструмент процессуального давления.

Особую форму квазисудебного давления представляют серийные иски, когда цена иска намеренно устанавливается на относительно низком уровне — соразмерном стоимости услуг по ведению дела. В таких условиях рациональность поведения ответчика определяется не столько правовой позицией, сколько экономическим балансом затрат и выгод. Возможными стратегиями ответчика являются:

- уплата требуемой суммы, даже если она превышает двукратный размер стоимости права использования ОИС (ст. 1301, 1515, 1406.1 ГК РФ);

- снижение завышенной цены иска с использованием судебных и внесудебных экспертиз (пример — серийное дело АО «Рикор Электроникс» [Костин, 2024b]);
- объединение аналогичных дел с целью сокращения издержек на проведение дорогостоящих экспертиз (примеры арбитражных дел: А03-4091/2022 - ООО «Зингер СПб», А03-9634/2019 - АО «Рикор Электроникс»);
- заключение мирового соглашения.

К дополнительным стратегиям относятся: (i) разработка внутрикорпоративной политики использования ОИС с фиксированными ставками роялти, что снижает вероятность предъявления необоснованных исков; (ii) переговорное урегулирование споров на ранней стадии; (iii) коллективная защита через профессиональные объединения пользователей и правообладателей; (iv) инициирование превентивных исков (*declaratory judgment*) для устранения эффекта давления «низкой цены иска».

3. Нормативно-обязательное ценообразование

В этом режиме цена и условия использования объектов интеллектуальной собственности определяются императивными нормами публичного права. Он включает:

- требования «разумности и недискриминационности» (FRAND-подобные условия при лицензировании стандартно-значимых патентов и сопоставимых объектов);
- антимонопольные ограничения, направленные на предотвращение дискриминации контрагентов и злоупотребления доминирующим положением;
- институт принудительного лицензирования, при котором условия и цена определяются исходя из публичного интереса.

Здесь свобода усмотрения сторон существенно ограничена: назначение цены подчинено задаче поддержания баланса частных и общественных интересов.

4. Судебно-установленное ценообразование

Режим судебного определения возникает в случаях, когда отсутствуют сопоставимые рыночные аналоги или договорные условия вызывают сомнение в их рыночности. Суд самостоятельно определяет цену и условия использования ОИС, опираясь на экономико-аналитические методы, экспертные заключения и формализованные модели (включая двухкомпонентные тарифы и отраслевые инварианты). Примером являются иски о признании договора недействительным, в которых цена сделки оспаривается заинтересованной стороной как завышенная или заниженная.

Этот режим обеспечивает наибольшую прозрачность и формализацию, но требует значительных временных и финансовых ресурсов, а также высокой квалификации экспертов и судей.

Таблица 1. Режимы назначения цен за использование ОИС

Режим	Источник формирования цены	Степень свободы сторон	Основные риски	Примеры применения
Автономное	Решение правообладателя (роялти, паушальный платёж)	Максимальная	Скрытые договорённости, завышение/занижение условий	ДКК, соглашения о подключении к цифровым платформам
Конфликтное	Процессуальная стратегия сторон, экспертные заключения	Формально высокая, но ограничена спором	Использование цены как инструмента давления, серийные иски	Дела АО «Рикор Электроникс», ООО «Зингер СПб»
Нормативное	Императивные нормы права и публичный интерес	Сильно ограничена законом	Жёсткость регулирования, риск подавления инициатив	FRAND-обязательства для SEP, антимонопольные дела, принудительные лицензии
Судебное	Решение суда на основе экспертиз и моделей	Минимальная свобода сторон; цена устанавливается судом	Высокие издержки, зависимость от качества экспертиз	Иски о признании договора недействительным, споры при отсутствии рыночных аналогов

Четыре режима образуют шкалу — от полной автономии сторон до полной формализации в судебном процессе. Каждый несёт собственные риски: от скрытых договорённостей до чрезмерных издержек. Общая проблема — отсутствие воспроизводимых критериев справедливости. Метод LRP и концепция отраслевого инварианта RoS отвечают на этот вызов: они задают проверяемые ставки роялти, применимые в каждом из режимов, что снижает риск манипуляций и повышает предсказуемость сделок и судебных решений.

Пример расчёта для ноу-хау с использованием LRP

Целью примера является демонстрация пошагового применения метода LRP при определении ставки роялти за использование секрета производства (ноу-хау) и построении расчетной модели рыночной стоимости исключительного права. Методика основывается на формализованной зависимости ставки роялти (*RoS* — *Royalty on Sales*) от трёх показателей: доли лицензиара в прибыли лицензиата (*LS*), рентабельности продаж (*ROS*) и рентабельности по EBIT (*EM*), с последующим согласованием результатов средствами нечеткой логики (*fuzzy logic*).

Исходные предпосылки

Для исключительной бесплатной лицензии на особо ценную технологию величина *LS* находится в диапазоне 30–40 %, тогда как для неисключительной лицензии — 20–25 % (см. табл. 2). Расчёт выполнен на основании данных бухгалтерской и управленческой отчётности правообладателя, а также отраслевых массивов (СПАРК, 2019–2023), охватывающих предприятия с положительными значениями *ROS* и *EBIT* и с основными видами деятельности по ОКВЭД¹, в рамках которых ноу-хау используется либо планируется к использованию

Таблица 2. Доля лицензиара (*LS*) в прибыли лицензиата в % [Костин, 2024b]

Степень ценности технологии	Лицензия			
	Исключительная		Неисключительная	
	патентная	беспатентная	патентная	беспатентная
Особо ценная	40-50	30-40	25-30	20-25
Средней ценности	30-40	20-30	20-25	15-20
Малоценная	20-30	10-20	15-20	10-15

Источник: [Костин, 2024b], [Азгальдов & Карпова, 2006]

Таблица 3. Отчетность Правообладателя для расчета ставок роялти (*RoS*)

Наименование	Код строки	2019	2020	2021	2022	2023
Доходы и расходы по обычным видам деятельности						
Выручка	2110	803 982	839 881	1 096 435	1 470 188	2 632 633
Себестоимость продаж	2120	534 253	615 856	763 831	990 210	1 465 591
Валовая прибыль (убыток)	2100	269 729	224 025	332 604	479 978	1 167 042
Коммерческие расходы	2210	132 476	119 749	163 098	193 639	312 548
Управленческие расходы	2220	81 246	59 748	89 831	196 876	361 537
Прибыль (убыток) от продаж	2200	56 007	44 528	79 675	89 463	492 957
Операционные доходы и расходы						
Проценты к получению	2320	2 171	1 406	4 209	843	2 636
Проценты к уплате	2330	11 186	8 889	25 492	13 962	8 554
Прочие доходы	2340	97 375	65 326	69 204	48 145	64 674
Прочие расходы	2350	126 028	65 409	74 974	91 616	204 381
Прибыль (убыток) до налогообложения	2300	18 339	36 962	52 622	32 873	347 332
Текущий налог на прибыль	2410	-2 234	-3 774	-4 888	-9 366	-69 034
Чистая прибыль (убыток)	2400	16 105	33 188	47 734	23 507	278 298
Рентабельность продаж ² (<i>ROS</i>), %		7,0 %	5,3 %	7,3 %	6,1 %	18,7 %
Рентабельность ³ по <i>EBIT</i> (<i>EM</i>), %		3,4 %	5,3 %	6,7 %	3,1 %	13,4 %
<i>EBIT</i>		27 354	44 445	73 905	45 992	353 250

Шаг 1. Расчёт ставки роялти по данным правообладателя (*firm-based*)

На основе бухгалтерской отчётности правообладателя за 2019–2023 гг. (табл. 3: основной код ОКВЭД 27.90 — «Производство прочего электрического оборудования») проведён расчёт ставок роялти при диапазоне *LS* = [0,30; 0,40]. Получены значения ставок роялти:

- $RoS_{(ROS)}$ = [1,6 %; 3,1 %; 7,5 %];
- $RoS_{(EM)}$ = [0,9 %; 2,2 %; 5,4 %].

Согласование результатов с использованием *fuzzy logic* (алгоритм Мамдани, программа *REVARES*⁴) дало:

- $P_n(x)$ = 3,3 % (пересечение нечетких множеств);
- $P_u(x)$ = 3,7 % (объединение нечетких множеств).

Шаг 2. Отраслевая калибровка (*industry-based*): 27.90

Для отрасли ОКВЭД 27.90 (*n* = 4134 предприятий) при том же диапазоне *LS* рассчитаны:

- $RoS_{(ROS)}$ = [5,0 %; 6,5 %; 8,9 %];
- $RoS_{(EM)}$ = [4,5 %; 6,1 %; 8,2 %].

Согласование результатов дало итоговые значения:

- $P_n(x)$ = 6,5 %,
- $P_u(x)$ = 6,6 %.

¹ Информационный ресурс СПАРК [Электронный ресурс]. – М.: АО «Интерфакс». – Режим доступа: <https://spark-interfax.ru> (дата обращения: 10.09.2025). – Выборки сформированы по предприятиям с основными кодами ОКВЭД: 26.30, 27.11, 27.12, 27.33, 27.90, 28.29, 28.99, 29.32, 33.12, 33.13, 33.14, 43.21, 71.12, 95.12.

² $RoS_{(ROS)}$ = [стр.2200] / [стр.2110]

³ $RoS_{(EM)}$ = [стр.2300 + стр.2330 - стр.2320 - стр.2310] / [стр.2110]

⁴ *REVARES* (v.1.0.6) - программа согласования результатов любых оценок с использованием *fuzzy logic*, полученных не менее чем двумя методами - <http://fuzzy.labrate.ru/revares.htm> [Костин & Ласточкин, 2014]

Таблица 4. Источники для правил сегментации по видам деятельности

Система	Описание	Страны использования	Пример кода	Расшифровка кода
NACE	Номенклатура статистических видов экономической деятельности в ЕС	Страны Европейского Союза	27.90	Manufacture of other electrical equipment
NAICS	Североамериканская система классификации отраслей	США, Канада, Мексика	335999	All Other Miscellaneous Electrical Equipment and Component Manufacturing
ISIC	Международная стандартная промышленная классификация всех видов экономической деятельности	Большинство стран мира, члены ООН	C2790	Manufacture of other electrical equipment
ОКВЭД	Общероссийский классификатор видов экономической деятельности	Россия	27.90	Производство прочего электрического оборудования
ОКРБ	Общегосударственный классификатор видов экономической деятельности	Республика Беларусь	27.90	Производство прочего электрического оборудования
ATECO	Классификация экономической деятельности в Италии	Италия	27.90.00	Fabbricazione di altri apparecchi elettrici n.c.a.
NOGA	Швейцарская система классификации экономической деятельности	Швейцария	27.90	Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen
ANZSIC	Австралийская и Новозеландская стандартная классификация отраслей	Австралия, Новая Зеландия	2439	Other Electrical Equipment Manufacturing
GB/T 4754	Классификация отраслей национальной экономики КНР	Китай	3899	其他电气机械及器材制造 / Производство прочего электрического оборудования и комплектующих
SIC	Стандартная индустриальная классификация США (исторически)	США (исторически; ныне заменена на NAICS)	3699	Electrical Machinery, Equipment, and Supplies, Not Elsewhere Classified

Результаты обработки данных по 4134 предприятиям (ROS, EM), использованных для расчёта отраслевых ставок роялти, приведены в **табл. 4**. Полученные значения показывают, что расчёты по данным правообладателя (3,3–3,7 %) ниже отраслевых ориентиров (6,5–6,6 %). В соответствии с принципом наилучшего и наиболее эффективного использования (ННЭИ) приоритет имеет более высокая ставка, поскольку она отражает максимальную продуктивность актива. Следовательно, для последующих расчётов рыночной стоимости исключительного права на секрет производства методом освобождения от роялти (в рамках пессимистического сценария) фиксируется ставка роялти на уровне 6,5 %.

Таблица 5. Результаты обработки данных 4134 фирм с ОКВЭД 27.90

Период	ROS — отраслевая рентабельность продаж (операционная маржа, %) для предприятий с основным кодом ОКВЭД 27.90					EM - отраслевая рентабельность по EBIT (операционная доходность, %) для предприятий с основным кодом ОКВЭД 27.90				
	1-й квартал	Медиана	3-й квартал	Среднее арифметическое	Средневзвешенное	1-й квартал	Медиана	3-й квартал	Среднее арифметическое	Средневзвешенное
2019	3,3%	7,4%	16,6%	13,1%	10,1%	2,5%	6,5%	15,1%	12,2%	9,4%
2020	3,3%	7,5%	17,7%	13,5%	11,6%	2,6%	6,4%	17,4%	12,9%	11,3%
2021	3,0%	7,6%	16,6%	13,4%	11,0%	2,5%	6,8%	15,7%	12,9%	10,7%
2022	3,7%	8,5%	20,1%	14,8%	14,4%	3,0%	7,3%	18,5%	15,3%	12,9%
2023	3,8%	9,5%	22,2%	15,3%	17,3%	2,9%	8,4%	20,6%	14,5%	15,7%
мин	3,0%	7,4%	16,6%	13,1%	10,1%	2,5%	6,4%	15,1%	12,2%	9,4%
среднее за период	3,4%	8,1%	18,6%	14,0%	12,9%	2,7%	7,1%	17,5%	13,6%	12,0%
макс	3,8%	9,5%	22,2%	15,3%	17,3%	3,0%	8,4%	20,6%	15,3%	15,7%

Источник - <https://disk.yandex.ru/d/tR9jHANx0yCf1A>

Шаг 3. Расчёт отраслевых ставок роялти (industry-based) в смежных отраслях использования ноу-хау

По аналогии с расчётами, выполненными на Шаге 2, проведён анализ для отраслей с кодами ОКВЭД 26.30, 27.11, 27.12, 27.33, 28.29, 28.99, 29.32, 33.12, 33.13, 33.14, 43.21, 71.12, 95.12. Итоговые результаты сведены в **табл. 6**.

Шаг 4. Согласование *firm*- и *industry*-оценок по 15 наборам данных

При многоотраслевом характере использования ноу-хау согласование проводится средствами нечеткой логики: для каждой отрасли формируются множества $P(x)$, после чего применяются операции объединения $P_U(x)$ и пересечения $P_N(x)$.

В данном примере результирующая ставка роялти определена на основе объединения нечетких множеств по 15 наборам данных (см. табл. 6) и составила 7,8 %. Это значение фиксируется как согласованная ставка для кросс-отраслевого использования ноу-хау и используется в расчётной модели рыночной стоимости исключительного права на секрет производства методом освобождения от роялти, отражая наиболее вероятный сценарий.

Шаг 5. Определение (max) значения ставки роялти на основе *firm*- и *industry*-оценок

Цель данного шага — установление максимальной границы диапазона ставок роялти за использование секрета производства для расчётной модели рыночной стоимости исключительного права на ноу-хау. На предыдущих этапах были определены значения для пессимистического сценария (6,5 %, табл. 7) и для наиболее вероятного сценария (7,8 %). Для задания верхней границы диапазона используются результаты по отрасли, показавшей максимальные значения ставок роялти.

Такой отраслью по ОКВЭД является **71.12 — деятельность в области инженерных изысканий, инженерно-технического проектирования, управления проектами строительства, строительного контроля и авторского надзора, а также предоставления технических консультаций в этих областях**. Для данной отрасли ($n = 67\,275$ предприятий, 3-й квартиль) при диапазоне $LS = [0,30; 0,40]$ рассчитаны:

- $RoS_{(ROS)} = [11,0 \% ; 13,1 \% ; 15,1 \%]$;
- $RoS_{(EM)} = [10,4 \% ; 12,1 \% ; 14,0 \%]$.

Согласование результатов дало итоговые значения (табл. 8):

- $P_N(x) = 12,5 \%$,
- $P_U(x) = 12,7 \%$.

Шаг 6. Согласование *firm*- и *industry*-оценок

Если расчёты по данным правообладателя дают ставку ниже отраслевого минимума, LRP предписывает принимать нижнюю границу по отрасли. В нашем примере это — 6,5 % (см. Шаг 2, табл. 7). При многоотраслевом использовании результат на Шаге 4 получен (7,8 %) на основании объединения нечетких множеств $P_U(x)$.

Итоговые результаты при базе роялти: выручка (стр. 2110 РСБУ).

Таким образом, расчетный диапазон ставок роялти за использование ноу-хау для метода освобождения от роялти составляет **от 6,5 % до 12,5 %**, где:

- минимальное значение (пессимистический сценарий) — 6,5 %,
- наиболее вероятное значение (базовый сценарий) — 7,8 %,
- максимальное значение (оптимистический сценарий) — 12,5 %.

Заключение

Проведённое исследование показало, что задачу обоснованного назначения цены за использование объектов интеллектуальной собственности в экономике данных нельзя решить только сравнительным подходом по «аналогам». В качестве альтернативы предложен и обоснован аналитический метод, основанный на двухкомпонентной модели ценообразования с фиксированной составляющей F и ставкой роялти RoS как отраслевым инвариантом. В отличие от субъективных корректировок («коэффициенты масштаба/релевантности/известности/новизны» и т.п.), LRP обеспечивает воспроизводимость и проверяемость расчётов и соответствует принципу недискриминационности в духе FRAND. RoS рассчитывается по единому алгоритму на основе отраслевых показателей рентабельности с применением процедур нечёткой логики для согласования результатов, полученных двумя и более методами, тогда как индивидуальные условия конкретной сделки (срок, территория, исключительность, риски, сервисные пакеты и пр.) учитываются в F (для судебного ценообразования возможен режим $F = 0$). Такой подход повышает прозрачность и предсказуемость ценообразования во всех институциональных режимах — от автономного до судебного — и снижает риск манипулирования данными, ценой, стоимостью и возникновения спорных ситуаций.

Научный вклад работы состоит в разработке универсального алгоритмического метода расчёта ставок роялти, заменяющего субъективный поиск «аналогов» формализованной аналитикой. Обоснован и формализован отраслевой инвариант RoS — воспроизводимая ставка роялти для данных и ноу-хау при сопоставимых условиях использования. Это обеспечивает единообразие в оценке стоимости цифровых активов и создаёт основу для стандартизации правил ценообразования. Полученные результаты согласуются с целями государственной политики в сфере экономики данных и демонстрируют, как принципы *algorithmic fairness* могут быть реализованы в методологии оценки. Практические рекомендации включают: законодательное закрепление двухкомпонентной структуры платы за лицензирование ИС;

нормирование расчёта RoS по отраслям (источники данных, процедуры согласования и допустимые коридоры); раскрытие существенных условий сделок и ведение прозрачного журнала расчётов (audit trail); применение метода LRP в судебной и внесудебной экспертизе. Совокупно эти меры направлены на снижение транзакционных издержек и повышение доверия к результатам оценки.

Ограничения исследования связаны с полнотой корпоративной и отраслевой отчётности, а также с кросс-юрисдикционными различиями. Дальнейшая работа предполагает расширение эмпирической базы (новые отрасли и юрисдикции), калибровку и публикацию эталонных «коридоров» RoS для ключевых рынков, адаптацию LRP к иным типам цифровых активов (помимо ноу-хау), а также встраивание метрик справедливости непосредственно в процедуры оценки. Реализация этих шагов усилит доказательность и воспроизводимость расчётов и будет способствовать единообразию судебной практики.

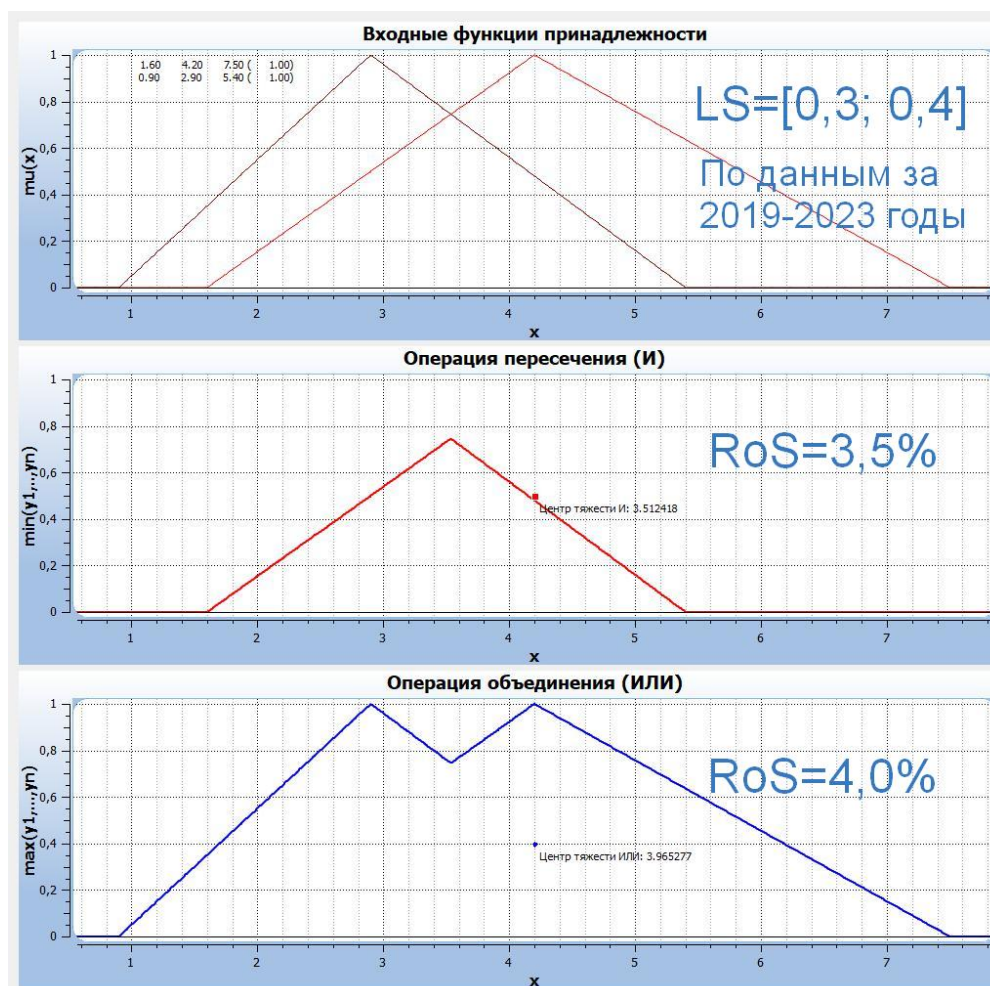


Рис. 1 Согласование результатов по данным Правообладателя за 2019-2023

Шаг 3. Согласование firm- и industry-оценок

Если расчёты по данным правообладателя дают ставку ниже отраслевого минимума, LRP предписывает принимать нижнюю границу по отрасли. В нашем примере — 6,5 % (см. табл. 4). При многоотраслевом использовании рекомендуется ориентироваться на согласованное объединение нечетких множеств $P_U(x)$, что в нашем случае дало $\approx 8,0$ %.

Итоговые результаты при базе роялти: выручка (стр. 2110 РСБУ):

- **LS:** 30–40 % (исключительная лицензия).
- **Итоговая ставка:** 6,5 % (одноотраслевое применение, 27.90); $\approx 8,0$ % (многоотраслевое применение).

Результаты обработки данных по 4134 предприятиям (ROS, EM), использованных для расчёта отраслевых ставок роялти, приведены в табл. 4. Полученные значения показывают, что расчёты по данным правообладателя (3,3–3,7 %) ниже отраслевых ориентиров (6,5–6,6 %). В соответствии с принципом наилучшего и наиболее эффективного использования (ННЭИ) приоритет имеет более высокая ставка, поскольку она отражает максимальную продуктивность актива. Следовательно, для последующих

расчётов рыночной стоимости исключительного права на секрет производства методом освобождения от роялти (в рамках пессимистического сценария) фиксируется ставка роялти на уровне 6,5 %.

Таблица 6. Результаты расчета RoS по 15 наборам данных при LS=[0,3;0,4]

Расчет ставки роялти методом LRP на основании данных Правообладателя и отраслей компаний-аналогов (соответ- ствующих способам использования секрета производства)	Ставка роялти в % при LS=[0,3;0,4] – Q3		
	Минимальное значение	Наиболее вероят- ное	Максимальное значение
Расчет роялти на основе ROS Лицензиара (2019-2023, ОКВЭД 27.90, 3-й квартиль)	1,60	3,10	7,50
Расчет роялти на основе EM Лицензиара (2019-2023, ОКВЭД 27.90, 3-й квартиль)	0,90	2,20	5,40
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 26.30, 3-й квартиль)	5,80	7,80	11,00
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 26.30, 3-й квартиль)	5,60	7,70	11,20
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 27.11, 3-й квартиль)	3,60	4,90	7,00
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 27.11, 3-й квартиль)	3,00	4,60	6,80
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 27.12, 3-й квартиль)	3,50	4,60	5,90
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 27.12, 3-й квартиль)	3,20	4,20	5,60
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 27.33, 3-й квартиль)	3,00	4,40	6,60
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 27.33, 3-й квартиль)	3,10	4,70	8,20
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 27.90, 3-й квартиль)	5,00	6,50	8,90
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 27.90, 3-й квартиль)	4,50	6,10	8,20
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 28.29, 3-й квартиль)	4,30	5,30	6,70
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 28.29, 3-й квартиль)	3,80	4,90	6,40
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 28.99, 3-й квартиль)	4,20	5,70	7,40
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 28.99, 3-й квартиль)	3,90	5,10	7,10
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 29.32, 3-й квартиль)	3,30	4,60	6,90
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 29.32, 3-й квартиль)	3,30	4,50	6,70
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 33.12, 3-й квартиль)	5,90	7,20	8,60
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 33.12, 3-й квартиль)	5,30	6,50	8,00
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 33.13, 3-й квартиль)	8,00	10,10	12,00
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 33.13, 3-й квартиль)	7,70	9,50	11,40
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 33.14, 3-й квартиль)	6,50	7,90	9,80
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 33.14, 3-й квартиль)	5,90	7,30	9,00
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 43.21, 3-й квартиль)	5,80	6,90	8,30
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 43.21, 3-й квартиль)	5,20	12,10	14,00
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 71.12, 3-й квартиль)	11,00	13,10	15,10
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 71.12, 3-й квартиль)	10,40	12,10	14,00
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 95.12, 3-й квартиль)	7,10	8,80	10,70
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 95.12, 3-й квартиль)	6,60	8,10	9,70

Таблица 8. Расчет ставок роялти для отрасли 71.12 при $LS=[0,3;0,4]$

(Шаг 5) Расчет RoS на основе данных 67275 предприятий с основным кодом ОКВЭД 71.12	Ставка роялти при $LS=[0,3;0,4]$			Согласованное значение ставки роялти: "И" - "ИЛИ":
	Минимальное значение	Наиболее вероятное	Максимальное значение	
Расчет отраслевой ставки роялти на основе ROS (2019-2023, ОКВЭД 71.12, 3-й квартиль)	11,00	13,10	15,10	12,5 - 12,7
Расчет отраслевой ставки роялти на основе EM (2019-2023, ОКВЭД 71.12, 3-й квартиль)	10,40	12,10	14,00	

Исходные данные - <https://clck.ru/3PGSmU>**Глоссарий терминов**

Двухкомпонентный тариф (two-part tariff) — ценовая конструкция, разделяющая фиксированную плату за доступ (F) и переменную плату за использование (роялти от выручки). Такая модель восстанавливает условия эффективности в экономиках с возрастающей отдачей, недостижимые в одноконпонентной схеме [Coase, 1946; Oi, 1971; Tirole, 1988; Varian, 1992; Villar, 1996; Козырев, 2023].

Алгоритмическая справедливость (algorithmic fairness) — совокупность принципов и метрик, требующих сопоставимого обращения с объектами, близкими по релевантным признакам. Включает формализации индивидуальной справедливости и равных возможностей [Dwork et al., 2012; Hardt, Price & Srebro, 2016; Mehrabi et al., 2021].

FRAND (fair, reasonable, and non-discriminatory) — обязательства правообладателей стандартно-значимых патентов (SEP) лицензировать их на справедливых, разумных и недискриминационных условиях; используется как правовой и экономический каркас для оценки разумности ставок [Sidak, 2013].

SEP (standard-essential patent) — патент, использование которого необходимо для соблюдения технического стандарта; его лицензирование обычно осуществляется на условиях FRAND.

Нечеткая логика (fuzzy logic) — математический аппарат для моделирования неопределённости и согласования результатов при шумных или неполных данных; в LRP применяется для согласования расчётов ставок роялти [Zadeh, 1965; Костин & Смирнов, 2012; Костин, 2024b].

Отраслевой инвариант RoS — ставка роялти, определяемая как устойчивая величина для сопоставимых способов использования объектов интеллектуальной собственности внутри отрасли; индивидуализация условий сделки переносится в фиксированную часть F [Козырев, 2023; Костин, 2024a].

Алгоритмическое ценообразование / algorithmic competition — назначение цен с помощью алгоритмов. Может вести к персонализированному ценообразованию и рискам «молчаливой координации», что фиксируется в исследованиях антимонопольных органов [Calvano et al., 2020; OECD, 2021; OECD, 2023].

НСУД (Национальная система управления данными) — совокупность принципов и процедур управления жизненным циклом данных в государственном секторе («однократно собрать — многократно использовать», качество, онтология, возмездное предоставление). Нормативное закрепление — распоряжение Правительства РФ №1189-р от 03.06.2019.

Экспериментальный правовой режим (ЭПР) — механизм апробации новых цифровых моделей и тарифов с временным отступлением от общего регулирования. Основание — ФЗ №258-ФЗ от 31.07.2020.

ROS (Return on Sales) / EBIT — операционная маржа (ROS) и прибыль до процентов и налогов (EBIT); в методе LRP используются как базовые индикаторы для калибровки ставки роялти (RoS) [Козырев, 2023; Костин, 2024a].

Инфономика (infonomics) — теория и практика обращения с информацией как с экономическим активом, включая её монетизацию, управление и измерение стоимости. Основана на принципах бухгалтерского учёта и стратегического менеджмента [Laney, 2017].

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. Козырев, А. Н. (2023). Оптимальные двухкомпонентные цены в экономиках с возрастающей отдачей. *Цифровая экономика*, 1(22), 54-64. DOI: 10.34706/DE-2023-01-07.
3. Козырев, А. Н., & Костин, А. В. (2024). Стоимостная оценка продуктов коллективного пользования: препринт [Электронный ресурс]. DOI: 10.13140/RG.2.2.21526.97608. Режим доступа: <https://clck.ru/3AehWu>
4. Костин, А. В. (2024a). Ставка роялти как отраслевой инвариант в IP-сделках и судебных спорах. *Цифровая экономика*, 3(29), 21–32.
5. Костин, А. В. (2024b). Метод расчета ставок роялти на основе Big Data и Fuzzy Logic. *Цифровая экономика*, 2(28), 15-30. DOI: 10.33276/DE-2024-02-02.
6. Костин, А. В., & Смирнов, В. В. (2012). Метод согласования результатов оценки стоимости, основанный на нечеткой логике. *Имущественные отношения в РФ*, 12(135), 6-18.

7. 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>
8. Лев, Б. (2003). Нематериальные активы: управление, измерение, отчетность (Пер. с англ. Л.И. Лопатников). Москва: ИД "Квинто-Консалтинг". ISBN 5-93746-004-9.
9. Лосева, О.В. (2024). Формирование модели коммерциализации цифровых интеллектуальных активов компании. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*, 15(1), 80–95. DOI: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2024.15.1.80-95>
10. Петров, И., & Марков, С. (2024). Алгоритмическая справедливость в оценке ИС: судебный взгляд. *Право и цифровая экономика*, 4(1), 55–70.
11. Спиридонова, Е. А. (2024). Обоснование ставки роялти при продаже лицензии на иностранных рынках. *Инновации*, (2), 79–87. URL: <https://clck.ru/3P8TfC>
12. 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>
13. Coase, R. H. (1946). The marginal cost controversy. *Economica*, 13(51), 169–182. <https://doi.org/10.2307/2549768>
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. Hardt, M., Price, E., & Srebro, N. (2016). Equality of opportunity in supervised learning. *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, 29, 3315–3323.
16. Jones, C. I., & Tonetti, C. (2020). Nonrivalry and the economics of data. *American Economic Review*, 110(9), 2819–2858. <https://doi.org/10.1257/aer.20191330>
17. Laney, D. (2017). *Infonomics: How to monetize, manage, and measure information as an asset for competitive advantage*. New York: Routledge.
18. Mamdani, E. H., Assilian, S. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller // *International Journal of Man-Machine Studies*. – 1975. – Vol. 7. – P. 1-13. – DOI: 10.1016/S0020-7373(75)80002-2.
19. Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., & Galstyan, A. (2021). A survey on bias and fairness in machine learning. *ACM Computing Surveys*, 54(6), 1–35. <https://doi.org/10.1145/3457607>
20. OECD. (2021). *Enhancing access to and sharing of data: Reconciling risks and benefits for data re-use across societies*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/276aaca8-en>
21. OECD. (2023). *Algorithms and competition*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f8d2100-en>
22. Oi, W. Y. (1971). A Disneyland dilemma: Two-part tariffs for a Mickey Mouse monopoly. *Quarterly Journal of Economics*, 85(1), 77–96. <https://doi.org/10.2307/1885414>
23. Samuelson, P. A. (1954). The pure theory of public expenditure. *Review of Economics and Statistics*, 36(4), 387–389. <https://doi.org/10.2307/1925895>
24. 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>
25. Tirole, J. (1988). *The theory of industrial organization*. Cambridge, MA: MIT Press.
26. Varian, H. R. (1992). *Microeconomic analysis* (3rd ed.). New York: W. W. Norton.
27. Varian, H. R. (2014). Big data: New tricks for econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 3–28. <https://doi.org/10.1257/jep.28.2.3>
28. Villar, J. (1996). Two-part tariffs and economies of scale: Applications to telecommunications. *Telecommunications Policy*, 20(6), 399–412. [https://doi.org/10.1016/0308-5961\(96\)00017-5](https://doi.org/10.1016/0308-5961(96)00017-5)
29. Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy Sets. Information and Control*, 8(3), 338–353.

References in Cyrillics

1. Azgal'dov, G. G., & Karpova, N. N. (2006). *Otsenka stoimosti intellektual'noi sob-stvennosti i nematerial'nykh aktivov: Uchebnoe posobie*. Moskva: Mezhdunarodnaya akademiya otsenki i konsaltinga.
2. Kozyrev, A. N. (2023). Optimal'nye dvukhkomponentnye tseny v ekonomikakh s vozrastayu-shchei otdachei. *Tsifrovaya ekonomika*, 1(22), 54–64. <https://doi.org/10.34706/DE-2023-01-07>
3. Kozyrev, A. N., & Kostin, A. V. (2024). Stoimostnaya otsenka produktov kollektivnogo pol'-zovaniya (Tezisy doklada na Uchenom sovete TsEMI RAN) [Preprint]. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21526.97608>
4. Kostin, A. V. (2024a). Stavka royalti kak otraslevoi invariant v IP-sdelkakh i sudebnykh sporakh. *Tsifrovaya ekonomika*, 3(29), 14–20. <https://doi.org/10.34706/DE-2024-03-02>
5. Kostin, A. V. (2024b). Metod rascheta stavok royalti na osnove Big Data i Fuzzy Logic. *Tsifrovaya ekonomika*, 2(28), 15–30. <https://doi.org/10.33276/DE-2024-02-02>
6. 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.

7. Kostin, A. V., & Lastochkin, A. (2014). REVARES: programma soglasovaniya rezul'tatov otsenki stoimosti s pomoshch'yu nechetkoi logiki (versiya 1.0.6) [Komp'yuternaya program-ma]. LABRATE.RU. <http://fuzzy.labrate.ru/revares.htm>
8. Lev, B. (2003). Nematerial'nye aktivy: upravlenie, izmerenie, otchetnost' (Per. s angl. L.I. Lopatnikov). Moskva: ID "Kvinto-Konsalting". ISBN 5-93746-004-9.
9. Loseva, O.V. (2024). Formirovanie modeli kommersializatsii tsifrovyykh intellektual'-nykh aktivov kompanii. MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie), 15(1), 80–95. DOI: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2024.15.1.80-95>
10. 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.,
в.н.с, ЦЭМИ РАН (kostin.alexander@gmail.com)
ORCID: 0000-0001-8654-4612

Ключевые слова

ставка роялти, двухкомпонентный тариф, отраслевой инвариант RoS, LABRATE ROYALTY PRO (LRP), алгоритмическая справедливость, воспроизводимость ценообразования, FRAND, интеллектуальная собственность, ноу-хау, судебная экспертиза, Big Data, нечеткая логика, стейкхолдер-анализ, экономика данных.

Alexander Kostin, Pricing in the Data Economy: Algorithmic Fairness and Industry Invariants.

Keywords

royalty rate, two-part tariff, industry invariant RoS, LABRATE ROYALTY PRO (LRP), algorithmic fairness, reproducibility of pricing, FRAND, intellectual property, know-how, forensic examination, big data, fuzzy logic, stakeholder analysis, data economy.

DOI: 10.34706/DE-2025-03-07

JEL classification: B41 – Economic Methodology (Экономическая методология), C52 – Model Evaluation, Validation, and Selection (Оценка, проверка и выбор моделей), C81 – Methodology for Collecting, Estimating, and Organizing Microeconomic Data; Data Access (Методология сбора, оценки и организации микроэкономических данных; доступ к данным), K11 – Property Law (Вещное право, включая интеллектуальную собственность), K41 – Litigation Process (Судебный процесс).

Abstract

Problem. There are no reproducible and verifiable rules for setting prices for data and results of intellectual activity (e.g., know-how) in the digital economy. The traditional comparables approach to assessing royalty rates fails to ensure reliability and leaves room for manipulation. **Purpose.** To develop a pricing method that reflects the specifics of the data economy and guarantees objective valuation. **Method.** The algorithmic LABRATE ROYALTY PRO (LRP) approach is proposed, based on a two-part tariff: a fixed access fee and a royalty-on-sales rate (RoS) computed as an industry invariant. The RoS rate is derived from sectoral profitability indicators (return on sales, ROS, and EBIT margin) and refined via fuzzy-logic procedures, without ad hoc expert adjustments. **Results.** The LRP method is reproducible and applicable across all pricing regimes—from private contracting to court determination—reducing the risk of inflated or understated claims and increasing the predictability of decisions. **Originality.** This is the first substantiated universal approach to pricing data and IP whereby the royalty-on-sales rate (RoS) ensures comparability of valuations and adherence to the principles of fairness and non-discrimination. **Significance.** The results align with the national project “Data Economy and Digital Transformation of the State” (2025–2030) and provide a universal foundation for standardizing the pricing of digital assets.

2. МНЕНИЯ

УДК: 336.71, 004.658

2.1. Зачем современным финансовым организациям нужна IT-платформа Banking-as-a-Service

*Дорофеев А.В., директор по развитию АО «Цифровая Динамика»,
BaaS-евангелист, г. Москва*

В последнее время мы столкнулись с тем, что многие представители финансового бизнеса путаются в понятии, что такое платформа Banking-as-a-Service (банк как сервис), и во многих случаях выдают сложное решение за простенький IT-сервис. Да, с виду может показаться, что трендовая концепция BaaS – это всего лишь набор простых функций, который легко и быстро сможет собрать любая команда программистов в считанные дни. Но спешу Вас разубедить. Создание платформы Banking-as-a-Service – это результат не только многолетней работы программистов, но и личный банковский опыт создателей, а также уникальные разработки профессоров математики. Поэтому для создания работоспособных BaaS-платформ необходимо сочетание всех трёх вышеуказанных факторов: опыт, помноженный на знания и на время.

Наиболее ёмко формулировку решения Банк-как-Сервис (Banking-as-a-Service, BaaS) сформулировал год назад консалтинговый титан PWC¹. По мнению консультантов, BaaS – это развивающаяся бизнес-модель, в рамках которой лицензированные банки и финтех-компании предоставляют банковскую инфраструктуру, продукты и услуги другим участникам рынка. Затем эти сервисы доходят до конечных пользователей через собственные приложения банков и финтех-компаний уже под их собственным брендом. Поставщик же услуг BaaS (вендор платформы) выступает в качестве серверной части, обеспечивая соблюдение нормативных требований, безопасность и управление рисками. Поставщики BaaS могут предлагать третьим лицам такие продукты, как депозитные счета, карты и платежи, а также кредиты — все они легкодоступны через интерфейсы прикладного программирования (Application Programming Interface, API). Небанковские компании, которые в моделях BaaS часто называются партнерами по дистрибуции или фирмами-клиентами (те же маркетплейсы, онлайн-ритейлеры), затем интегрируют эти услуги в свои собственные рыночные предложения без необходимости значительных капиталовложений или накладных расходов со стороны регулирующих органов. Об этом подробнее расскажу ниже.

Понятие Banking-as-a-Service исторически выросло из концепции Software-as-a-Service, только применительно к банкам. SaaS-компания выставляет свои сервисы наружу через API, и BaaS-банк делает тоже самое.

Однако, многие банки или финансовые компании решают эту задачу лишь частично, фрагментарно - выставляют через API одну или две/три функции, например, прием платежей по картам/QR-кодам, выпуск карт или же BNPL-рассрочку, и считают, что у них уже якобы есть полноценная BaaS-платформа. Но это заблуждение. Понятие BaaS-платформа несоизмеримо шире, чем лишь несколько функций, работающих через API.

Во всём мире есть чёткое понимание, что решением **Banking-as-a-Service** **полного цикла** можно называть только ту платформу, при помощи которой банк может выставить как API-сервис абсолютно любую свою операцию - и регистрацию клиента, и открытие ему разных продуктов/счетов, и управление их жизненным циклом, и полный спектр разных платежных операций, сделок с разнообразными активами (включая цифровые), банковский документооборот и даже экзотические банковские операции.

Фрагментарной же BaaS-платформой следует называть IT-решение, которое позволяет финансовой организации выставить при помощи API лишь крайне ограниченную часть своих функций. IT-архитектура этих платформ такова, что она не может быть трансформирована в BaaS полного цикла.

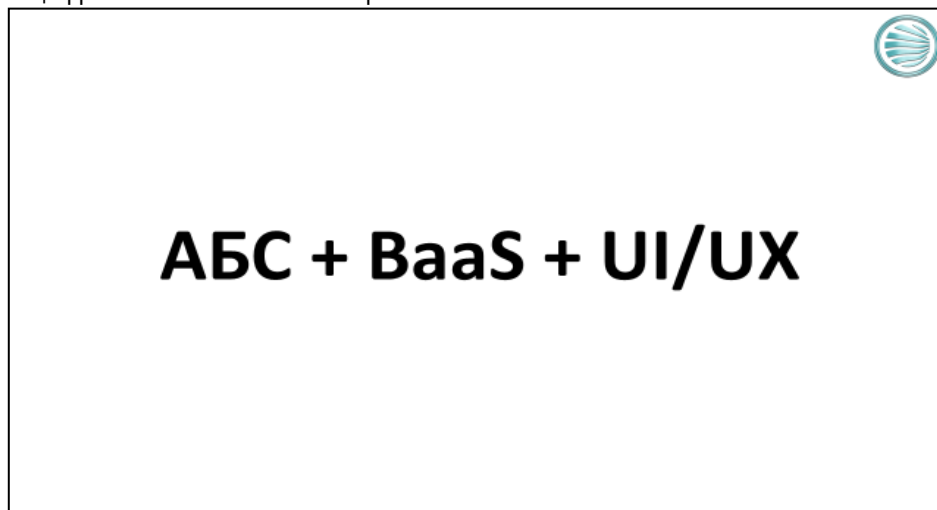
Компании-разработчики *полноценной* BaaS-платформы решают также задачу не только предоставлять финансовой организации возможности выставить наружу все банковские операции, но и научиться в дальнейшем быстро выпускать новые продукты. Здесь BaaS-платформа служит своего рода конструктором, который позволяет легко и быстро вывести на рынок банковский или финтех-продукт любой сложности.

BaaS-платформа может использовать собственную главную книгу – вести учет операций, и многие финансовые компании этим пользуются. Однако, в некоторых юрисдикциях, например, в РФ, в силу сложности и специфичности российского банковского учета имеет смысл интегрироваться с

¹ PWC. Tech Translated: Banking as a Service (BaaS) <https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/baas-banking-as-a-service.html>

существующими решениями для главной книги банка (т. н. АБС – автоматизированными банковскими системами). В России есть специальные компании-разработчики, которые делают это вполне профессионально. Но повторимся – в ряде случаев это делать необязательно. Например, мы развернули BaaS-платформу в Сингапуре как решение для брокеров драгметаллов, и наши сингапурские партнёры используют это IT-решение в том числе как учетную систему.

В итоге позиционирование BaaS платформ выглядит так – это мощное ядро для современного цифрового банка, его основной продуктовый движок, выставяющий наружу высокоуровневое API (Banking-as-a-Service) и в некоторых случаях, берущее на себя функции в том числе главной книги. Формула современного цифрового банка состоит из трех компонент:



где АБС – это часть, отвечающая за бухгалтер и отчетность, а UI/UX – это пользовательские интерфейсы и каналы.

BaaS-платформа и регуляторика

Нам часто задают вопрос, насколько BaaS-платформа соответствует регуляторным требованиям той или иной страны. Стоит отметить, что решение Banking-as-a-Service изначально создавалась *regulation-free*, т. е. адаптировалось под любое регулирование в зависимости от страны или региона. Где-то финтех-законодательство более мягкое, а где-то – более жесткое, а также набор требований к финансовой организации отличается от страны к стране. Поэтому BaaS-платформа фактически представляет собой конструктор Lego из различных модулей, которые собираются в единую структуру и настраиваются в зависимости от конкретных требований.

Для заказчиков в Киргизии наша команда разворачивала BaaS-платформу в «облачных» мощностях Yandex.Cloud Казахстан, а в Сингапуре – в «облачных» сервисах AWS¹. А вот в России требования регулятора более жесткие, и из-за соображений информационной безопасности Центральный Банк РФ не позволяет тем же банкам размещать ПО вне своих серверов.

BaaS-платформа и безопасность

На фоне участвовавших в последнее время в России случаев падения информационных систем у крупных ритейлеров, банков, а теперь и авиакомпаний (вспомните недавний коллапс, который приключился с нашим национальным авиаперевозчиком), нам резонно задают вопросы, насколько платформа Banking-as-a-Service устойчива к взломам, не будет ли она «решетом», через которое хакеры легко получат доступ к данным клиентов.

Во-первых, хочу обратить внимание на ту причину, по которой в принципе хакеры получают легкий доступ к информационным системам системообразующих организаций – это устаревшее ПО, в лучшем случае создававшееся в 90-х годах прошлого века, а в худших (как в банковской индустрии) вообще в 70-80-х годах. Ибо из-за консервативности бизнеса, ПО в большинстве отечественных банков разворачивалось очень давно, после постоянно латалось, а не обновлялось целиком на более актуальные IT-решения.

Платформа Banking-as-a-Service – это относительно свежий программный продукт, всего 10–12 лет от роду. Можно сказать, подросток. Она создавалась уже с учетом самых современных требований и к скорострельности, и к адаптируемости, и к масштабированию, и к безопасности. Ядро системы содержит все базовые объекты и функции, в том числе и подсистему безопасности. Также в BaaS-платформе

¹ Amazon Web Services <https://aws.amazon.com/>

применены продвинутые схемы безопасности – ролевые, матричные модели доступа в зависимости от полномочий, разных каналов, электронные подписи, защита от администраторов и т. д.

В современных условиях важно, чтобы компании-разработчики банковских систем грамотно строили свой конвейер разработки, вовремя выявляли уязвимости при статическом анализе, тестировали



свои системы в автоматическом режиме и доставляли ПО заказчику максимально безопасным образом. Также по требованиям Центрального Банка сейчас всё банковское ПО подлежит обязательной сертификации по оценочному уровню доверия (ОУД4). В целом этот стандарт (к слову, международный) позволяет правильно описать требования к подсистеме безопасности и реализовать их непосредственно в программном коде. Важным элементом является периодическая проверка ПО инструментами динамиче-

ского анализа, проведение пентестов, привлечение различных специалистов по информационной безопасности, в том числе желательно и наиболее квалифицированных «белых» хакеров.

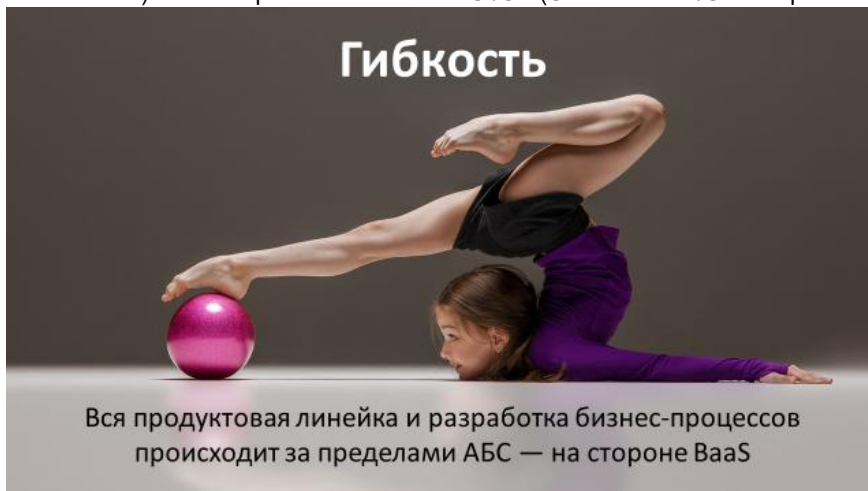
Зачем финансовым организациям нужно решение BaaS

Если с функционалом, архитектурой, безопасностью BaaS-платформы мы разобрались, то остаётся, пожалуй, самый главный вопрос – зачем, собственно, финансовым организациям нужна эта бизнес-модель Banking-as-a-Service?

Во-первых, во время громадных скоростей, когда рынок стремительно меняется, а клиенты перебегают из банка в банк в поисках своей выгоды и удобства пользователя, крайне важна скорость изменений, вывода на рынок новых продуктов и адаптации бизнеса под новые реалии. При наличии архаичной, «ламповой» IT-архитектуры, полностью завязанной к тому же на АБС, финансовые организации превращаются в неповоротливые Титаники. Для того, чтобы корпорациям получить лёгкость молодого стартапа, уже есть IT-решение Banking-as-a-Service. Использование BaaS-платформы многократно снижает время на разработку, тестирование и запуск финансовых продуктов.

Во-вторых, использование BaaS-платформы делает IT-решения финансовых организаций гибкими. Подчеркну, что вся продуктовая линейка и разработка бизнес-процессов происходит за пределами АБС (автоматической банковской системы) — на стороне BaaS. А слой UI/UX (User Interface/User Experience) уже представляет собой мобильные или веб-приложения, чат-боты и иные каналы непосредственного взаимодействия с клиентом. Этот слой остаётся как раз гибким для реализации самых дерзких идей.

В-третьих, и, возможно, в самых главных, это стоимость – затраты на создание, адаптацию и поддержку существующей IT-архитектуры и, конечно же, время вы-



хода на рынок с новым инструментарием. Практика внедрения показала, что переход на BaaS платформы до сотни раз снижает себестоимость обслуживания клиентов. Известный факт - всю клиентуру крупного российского банка по юрлицам обслуживает около ста тысяч человек и сотни (если не тысячи) офисов. А цифровой банк на мультивалютной платформе Banking-as-a-Service с ИИ при автоматизированном управления ликвидностью может обслужить такую же клиентуру из одного офиса с персоналом менее тысячи человек. Представьте разницу в издержках у банка со многими сотнями офисов и цифровым на BaaS-платформе – всего с одним единственным.

Кому нужна платформа Banking-as-a-Service

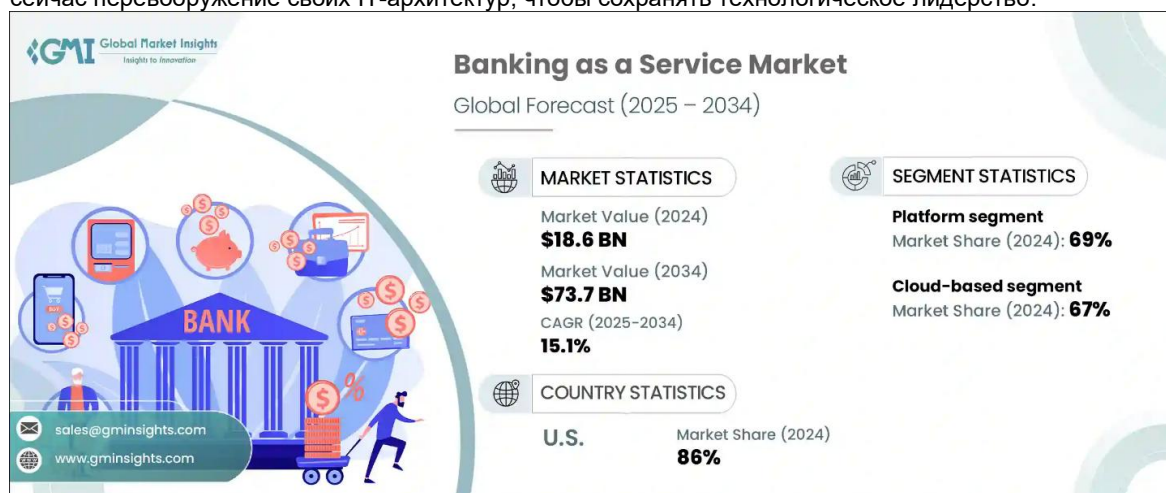
Платформа Banking-as-a-Service ориентирована на три типа заказчиков. Во-первых, это новейшие банки, которые хотят построить мощный цифровой банк и работать в сегментах embedded finance/banking, Open API, Integration Banking, Fintech-as-a-Service (агрегатор финтехов), т. е. строят цифровой банк с API и сразу, с ходу, планируют ворваться на лидирующие позиции на банковском рынке.

Во-вторых, это действующие *гибридные* банки (с offline-офисами и цифровым интерфейсом для клиентов), которые хотят значительно уменьшить зависимости от своего АБС-вендора по причине дороговизны и сложности своевременных доработок в АБС, а также ограничений в масштабируемости и возможных сервисах. Поскольку мы предлагаем полностью вынести всю продуктивную разработку за пределы АБС, а за счет BaaS-платформы предоставить масштабируемый API-движок, заказчики смогут больше сосредоточиться на клиентских приложениях (UI/UX).

В-третьих, бизнес-модель с применением концепции Banking-as-a-Service нужна различным финтех-компаниям из практически любой сферы, которые хотят начать новый финтех-бизнес: платёжный, брокерский, торговый, связанный с электронными кошельками, токенизацией и пр., то есть организациям, которые смогут предоставить пользователям типично банковские услуги, но при этом сами не хотят становиться собственно банками.

Эпилог

И в завершение этой статьи хотелось бы отметить следующее. Концепция Banking-as-a-Service появилась относительно недавно, но в западных странах и в КНР этот рынок растёт семимильными шагами и измеряется уже миллиардами долларов. По оценке Global Market Insights, рынок услуг Banking-as-a-Service в 2024г. составил 18,6 млрд. долларов США (без учёта рынков развивающихся стран и России), а к 2034г. вырастет до 73,7 млрд долларов США¹. В первую очередь американские банки активно ведут сейчас перевооружение своих IT-архитектур, чтобы сохранять технологическое лидерство.



Промедление с обновлением своих IT-решений российскими визави грозит потерей и клиентов в частности, и бизнеса в целом. Для сохранения своего статус-кво им стоит быстро принимать решения и активнее внедрять самые передовые разработки с рынка. Передовые ПО есть уже и в России, в том числе полномасштабная IT-платформа Banking-as-a-Service.

Благодарности

Данная статья написана при поддержке и неоценимой помощи генерального директора и главного IT-архитектора АО «Цифровая динамика» Алексея Петровича Романчука, а также научного руководителя проекта АО «Цифровая динамика» доктора экономических наук, профессора Владимира Николаевича Фролова.

Андрей Дорофеев, директор по развитию АО «Цифровая Динамика», Москва
BaaS-евангелист

Ключевые слова

Цели устойчивого развития; экономика связей.

DOI: 10.34706/DE-2025-03-08

¹ Global Market Insights: Banking-as-a-Service market size <https://www.gminsights.com/industry-analysis/banking-as-a-service-market>

JEL classification: F36 Финансовые аспекты экономической интеграции; M21 Экономика бизнеса; Q01 Устойчивое развитие.

Keywords

Sustainable Development goals; harmonious development; economy of communications.

Abstract

Recently, we have come across the fact that many representatives of the financial business are confused about the concept of what a Banking-as-a-Service platform is, and in many cases they pass off a complex solution as a simple IT service. Yes, it may seem that the trending BaaS concept is just a set of simple functions that any software team can easily and quickly assemble in a matter of days. But I hasten to dissuade you. The creation of the Banking-as-a-Service platform is the result of not only many years of work by programmers, but also the personal banking experience of the creators, as well as unique developments by professors of mathematics. Therefore, to create workable BaaS platforms, it is necessary to combine all three of the above factors: experience multiplied by knowledge and time.

УДК 336.71, 005.584

2.2. BaaS платформа — революция в архитектуре IT банковской системы

А. П. Романчук — генеральный директор компании Цифровая динамика. Москва

В статье показано, что создание платформы Banking-as-a-Service – это результат не только многолетней работы программистов, но и личный банковский опыт создателей, а также уникальные разработки профессоров математики. Поэтому для создания работоспособных BaaS-платформ необходимо сочетание всех трёх вышеуказанных факторов: опыт, помноженный на знания и на время.

Пreamбула (откуда появилась идея Платформы)

В недавно вышедшей резонансной статье¹ мы в общих чертах изложили свою позицию о том, как должен быть устроен современный цифровой банк. Там отражён перечень проблем, с которыми мы сталкивались и продолжаем сталкиваться, запуская банковские проекты в течение последних 25 лет. Полагая, что имеет смысл на них более подробно остановиться, чтобы было понятно, почему сформировалась такая позиция.

В стародавние времена, когда у нас был только один банк («Северная казна»), мы по полной программе вкусили результат стратегии «всё-в-АБС», когда абсолютно все разработки пытались «впихнуть» именно туда – полное досье на клиента и CRM, электронные подписи, скоринг-модели, кредитные процессы, даже элементы документооборота, расчеты всех комиссий и пр. Это была АБС «Банкир» (ИБС Банкир на СУБД Progress) и можно, конечно, много говорить о том, насколько это несовременное решение, но тем не менее, оно максимально близко тем старым «мейнфремовым» АБС, которые мы упомянули в статье. Интеграция с ней была заведомо неудобная (фактически файлообмен), пользовательские интерфейсы в терминале в духе FoxPro 2.0 для MS-DOS. Автоматическое тестирование, репозиторий исходных кодов, CI/CD при таком подходе были совершенно невозможны, а в результате, общей проблемой было то, что постоянно что-то ломалось, выпускались некачественные разработки.

Всё это породило то, что банк фактически стал зависим от нескольких АБС-программистов, которые все трудились в режиме вечного аврала, многие из которых уже тогда были предпенсионного возраста, а нормального человека затащить в дебри языка Progress 4GL (язык разработок в АБС) было можно только от безысходности (эта история очень сильно похожа на упомянутые байки про COBOL-программистов). Пытались даже решать проблему путем прикручивания хранилища/шины (ESB) за кучу денег – но выбросили деньги на ветер, поскольку ничего из ожидаемого не заработало. Горизонтальному масштабированию СУБД от АБС в принципе не подлежало, и акционеры банка были вынуждены тратить значительные средства на покупку всё более мощной центральной «железяки» для поддержания работы АБС.

Решать проблему АБС пытались в том числе за счет того, что начали строить параллельные IT-системы – отдельно документооборот, отдельно скоринг-сервис. В какой-то момент стало понятно, что на стороне ДБО- системы мы должны держать значительно больше всякой бизнес-логики – проверки, остатки, интеграции с карточным процессингом и иными системами, поскольку в АБС это было добавлять сложно, долго и работало нестабильно, прежде всего из-за отсутствия современных инструментальных средств (автотесты, очереди, распределенные транзакции и пр.).

Когда в 2004 году начался процесс выбора новой АБС, то первая задача была в том, чтобы, как минимум, мигрировать на АБС на Oracle, поскольку по Oracle было больше специалистов на рынке (как по администрированию, так и по разработке). Выбор шел между Forbis Forpost (Литва), Temenos, Кворум NEXT. В частности, в Temenos (который вроде бы уже тогда мог работать на Oracle, а не только jBase) я лично увидел в первую очередь машину для генерации проводок и всяких операций по завершению операционного дня без блокировки системы (например, у нас было много кредитов, и наша АБС Банкир еле справлялась с этой обработкой, блокируя всю операционную работу АБС на целую ночь, мешая нам нормально масштабироваться по часовым поясам). Но тогдашнее руководство IT-банка повелось на маркетинг от Кворум NEXT, где внутри АБС якобы можно было рисовать красивые схемы бизнес-процессов. Однако, внедрение тормознулось по причине того, что в новую АБС перетащить всё оказалось сложно, проект затягивался, приостановился, а потом банк «Северная казна» был продан Альфа-банку в 2008 году.

В новом банковском проекте («Инбанк») мы более осознанно подошли к архитектуре и потратили значительное время, чтобы выбрать себе АБС на старте (банк был «нулевой», клиентов почти не было). Основная идея, которую хотели положить в основу – взять АБС в как можно более стандартной

¹ <https://plusworld.ru/journal/2025/plus-6-326-2025/it-modernizatsiya-v-stile-trishkinogo-kaftana-ili-kak-bankam-spravit-sya-s-sovremennymi-vyzovami-na-b/>

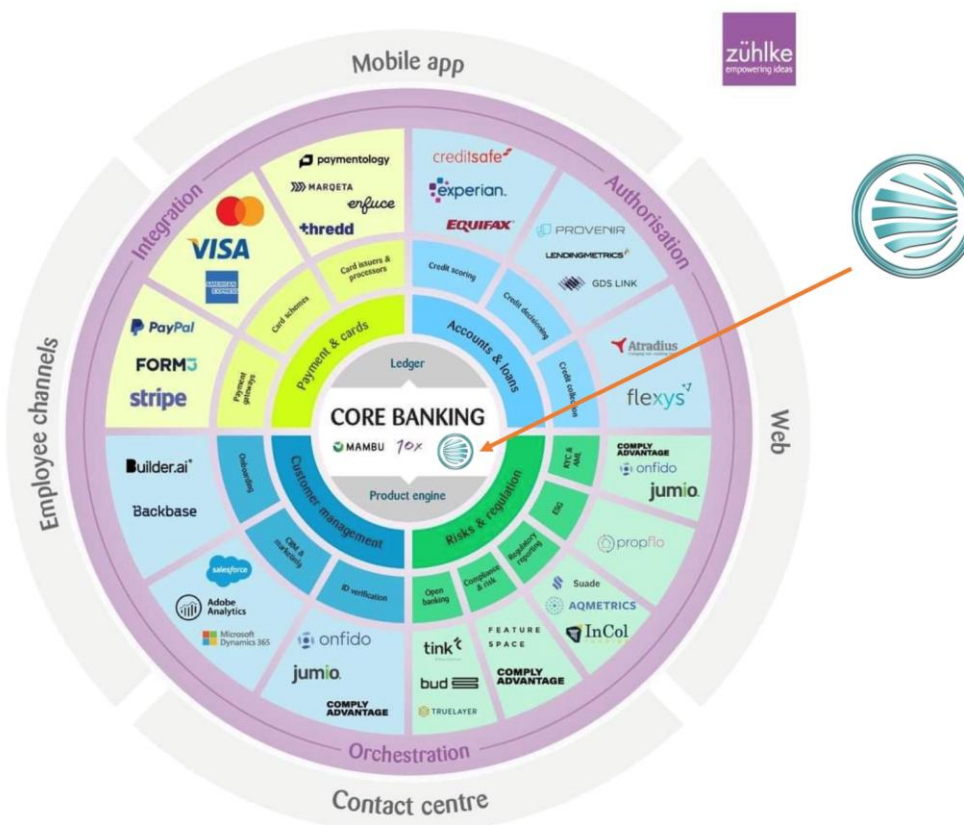
комплектации, делать минимальные настройки, которые бы относились только к бухучету, а всю логику работы с продуктами строить за пределами АБС, на серверах приложений ДБО. Примерно в 2011 году у нас созрела идея Banking-as-a-Service (BaaS), когда мы начали решать задачи интеграции нашего банка через API с внешними клиентами (т. е. как Software-as-a-Service, но только применительно к банку). АБС у нас была ЦФТ в стандартной комплектации, и мы гордились тем, что у нас в штате было всего полтора разработчика АБС, а любые попытки что-либо затянуть на сторону АБС жестко пресекались. Однако, именно на примере ЦФТ мы смогли убедиться, что такое «АБС-мафия», когда разработчики проприетарной АБС формируют вокруг себя сообщество сертифицированных разработчиков, создают рынок таких специалистов, которые в дальнейшем выкручивают руки менеджменту банка, заставляя платить им огромные деньги и непрерывно шантажируя тем, что собираются уйти. Совсем недавно мы общались с несколькими топ-менеджерами банков в РФ, которые пострадали от рук «АБС-мафии».

Платформа «Инбанка», разработанная нами, была продана в 2013 году в Банк24.Ру и легла в основу позднее запущенного в январе 2015 года банка «Точка». Принципы разделения между ДБО и АБС помогли нам очень быстро и легко переключиться на новую АБС, которая была в банке, а мощное ядро с элементами API, заложенные средства масштабирования и отказоустойчивости позволили Точке очень быстро запуститься, сосредоточиться в основном на пользовательском опыте.

После 2014 года начали работать на зарубежных рынках: проект электронного кошелька на блокчейн Corepicus Gold, совместные проекты со стартапами JPMorgan Chase в области возобновляемой энергетики, работа на рынке драгметаллов в Сингапуре, пилотный проект по p2p-кредитованию в Уганде и краудфандинг-платформа в Европе.

В итоге, когда в 2022 году выпускали новую платформу DW-DYNAMICS, мы уже четко сформировали описанную в статье модель Финансовая организация/Банк = Учет/Отчетность + BaaS + UI, четко разделяя бизнес-функции продуктов от их учета.

Есть определенная терминологическая путаница, на наш взгляд, из-за того, что считать Core Banking, а что не считать. Нам нравится вот такая картинка, которая показывает, что на уровне Core Banking есть определенное разделение сочетаний Ledger и Product Engine.



Мы как платформа позиционируем себя скорее как Product Engine, нежели как Ledger, т. е. главная книга, хотя для многих случаев мы также предоставляем и то, и другое.

Также отдельно где-то рядом с Ledger выделяем слой формирования отчетности перед регуляторами, но стараемся в эту тему не лезть, поскольку она, как правило, специфичная для каждой страны,

отрасли и часто там очень много постоянных изменений, так что проще использовать какое-то имеющееся на рынке отдельное заточенное решение, где кто-то сам следит за необходимыми обновлениями.

В итоге наше позиционирование выглядит так – мощное ядро для современного цифрового банка, его продуктовый движок (Product Engine), выставляющий наружу высокоуровневое API (Banking-as-a-Service) и в некоторых случаях берущее на себя функции в том числе главной книги (Ledger).

В такой схеме кто наши клиенты:

1. Банки, которые хотят построить мощный цифровой банк с API и работать в сегментах embedded finance/banking, Open API, Integration Banking, Fintech-as-a-Service (агрегатор финтехов) (**строят цифровой банк с API**);
2. Банки, которые хотят значительно уменьшить зависимости от своего АБС-вендора по причине того, что надоело постоянно платить ему за любые доработки, и свести его участие лишь к стандартным операциям, а всю продуктовую разработку вести отдельно современными средствами - писать микросервисы, сосредоточиться на UI/UX (**хотят оптимизировать свой внутренний движок**);
3. Различные финтехи (практически любой сферы – банковские, токенизация, брокеры, электронные кошельки и пр.), причем в таких проектах мы готовы брать на себя всю работу по содержанию и доработкам под конкретный проект, чтобы наш клиент мог полностью сосредоточиться на бизнесе, не заморачиваясь об IT-составляющей (**хотят начать новый финтех-бизнес**).

Основные принципы Платформы

При проектировании своей платформы мы исходили из следующих принципов, которые должны быть в неё заложены:

1. **Универсальность** – мы должны уметь запускать на платформе вообще любой финансовый продукт, в любой юрисдикции и рассчитанный на любую аудиторию (с2с, b2c, b2b).
2. **API-first** – любая операция в системе должна быть реализована как API-функция, т.е. API должно быть не что-то, приделанное сбоку, а некая базовая сущность платформы.
3. **Платформа-конструктор** – мы закладываем в платформу различные проработанные кубики, из которых легко и быстро собираем любой проект.
4. **Легкая кастомизируемость** под любой проект – мы должны уметь добавлять/менять функционал в любом месте так, чтобы получалась нужная нам функциональность.
5. **Мультипроектность** – на одной инсталляции платформы может работать много абсолютно разных проектов (White Label) – разные банки, разные финтехи, которые имеют собственные клиентские базы, транзакции, интеграции и не пересекаются.
6. **Продвинутые схемы безопасности** – ролевые, матричные модели доступа, доступ в зависимости от полномочий, разных каналов, электронные подписи, защита от администраторов.
7. **Токенизация** - единообразная работа с любой ценностью: валюты, драгметаллы, удобрения, электроэнергия и так далее. За счет токенизации работаем с чем угодно.
8. Платформа должна реализовывать в себе **функции и шины данных** за счет встроенного движка очередей и иметь механизм различных коннекторов, а также позволять строить простые бизнес-процессы и обеспечивать жизненный цикл финансовых документов.
9. **Поддержка собственной главной книги** с проводками – система должна иметь встроенный журнал проводок во внутреннем собственном плане счетов, но с возможностью конвертации из него в любую другую систему учета. Клиентские выписки должны строить по своему журналу проводок, обеспечивая максимальную производительность. Возможны варианты, когда проводки выгружаются во внешнюю систему полностью (например, при использовании в качестве внешней главной книги АБС банка) или же в агрегированном виде (например, в варианте готовом для загрузки в бухгалтерские системы типа Херо).

Функции и модули

Модульность платформы построена по функциональному принципу, а не продуктовому. Имеются следующие модули:

1. Ядро системы. Содержит все базовые объекты и функции, в том числе подсистему безопасности.
2. Сервер авторизации. Управление пользователями и их аутентификаций, поддержка протокола OAuth 2.
3. API-сервисы – доступные через REST протокол функции системы и публикуемые в спецификации².
4. Главная книга.
5. Подсистема для маршрутизации сообщений через очереди (встроенная шина)
6. Модуль асинхронных задач и задач по расписанию.
7. Коннекторы для банка и различных внешних финансовых и нефинансовых сервисов.
8. Сервисы мгновенных уведомлений по протоколу WebSocket.

² <https://dw-dynamics.stoplight.io/docs/dwd-api-bank>

9. Web-приложение BackOffice для работы сотрудников финансовой компании (функции CRM, клиентские операции и процессы, администрирование системы, просмотр отчетов и пр. информации).

Готовые кастомизации

В настоящий момент в Платформе есть несколько готовых кастомизаций под различные виды проектов, например:

1. Расчетный мультивалютный банк - все виды платежей, юридические и физические лица, любые продукты: депозиты, кредиты, инвестиционные продукты;
2. Оператор мультивалютных электронных кошельков - открытие мультивалютных кошельков, платежи, ввод/вывод средств, интеграция с другими платежными системами.
3. Оператор цифровых финансовых активов (токенов) – эмиссия токенов под какое-либо обеспечение, транзакции с участием токенов, сделки покупки/продажи, ввод/вывод средств.
4. Брокер драгметаллов: полный цикл работы с металлом – прием и оценка лома, покупка/продажа, конвертация в физический вид, доверительное хранение металла, трейдинг под залог металла.
5. Токенизации возобновляемой электроэнергетики - эмиссия токенов, обеспеченных кВт-ч, выпуск сертификатов, доказательство генерации, сделки покупки/продажи электроэнергии.
6. Оператор краудфандинговой площадки.
7. Сервис взаиморасчет – выявление цепочек дебиторской задолженности и расчеты по ним.
8. Трансграничные платежи через любой стабильный актив (корзину активов) – например, золото.
9. Система расчетов через бартерные цепочки.
10. Банк-оператор маркетплейсов.

Заключение.

При использовании BaaS-платформы финансовая организация, банк сразу фокусируется на своих продуктах и бизнесе, а не теряет деньги и время на многолетние внутренние разработки и тестирования IT-решений. Самые продвинутые финансовые организации, особенно в США, значительно сокращают прежде огромный штат своих IT-программистов, концентрируясь на специалистах-скаутах технологий, которые выбирают на рынке самые передовые IT-решения и интегрируют их в свою архитектуру. В современном мире выигрывает не тот, кто больше всего вкладывает финансовых и людских ресурсов в развитие, а тот, кто быстрее внедряет новейшие технологии.

Требуется ли уникальная квалификация персоналу банков для перехода на технологию BaaS? Безусловно, нет. Современные платформы очень просты для пользователя, для IT-специалистов и банковского персонала. Проще, чем их нынешнее программное обеспечение. Было бы желание у акционеров и руководителей банков двигаться в ногу с прогрессом в финансовой сфере и не терять, а укреплять свои рыночные позиции.

*А. П. Романчук — генеральный директор
компании Цифровая динамика. Москва*

Ключевые слова

Цели устойчивого развития; экономика связей.

A. P. Romanchuk, BaaS platform as a revolution in the architecture of the IT banking system

Keywords

Sustainable Development goals; harmonious development; economy of communications.

DOI: 10.34706/DE-2025-03-09

JEL classification: F36 Финансовые аспекты экономической интеграции; M21 Экономика бизнеса; Q01 Устойчивое развитие.

Abstract

The article shows that the creation of the Banking-as-a-Service platform is the result of not only many years of work by programmers, but also the personal banking experience of the co-creators, as well as the unique developments of mathematics professors. Therefore, to create workable BaaS platforms, a combination of all three of the above factors is necessary: experience multiplied by knowledge and time..

УДК: УДК 004.77, 338.47

2.3. «Обогнать, не догоняя» в будущем развитии мобильной связи

Гурдус А.О., Сальников Ю.К., Москва, Россия

В статье анализируются перспективы дальнейшего развития мобильной связи в современных условиях экономической и политической фрагментации мира и развивающихся процессов конвергенции технологий. Анализ технических и прикладных аспектов ныне развивающихся и будущих сетей показывает, что технологическая структура, проектная архитектура систем и сетей ориентирована, в первую очередь, на извлечение прибыли, что является главным приоритетом технических решений. Реализация функциональных задач при этом вторична. Предлагается рассмотреть переход к парадигме целеполагания «от задач» как перспективной для собственного развития альтернативы монетарного подхода.

Введение. Постановка задачи

Наблюдаемый в течение последних нескольких лет процесс фрагментации мировых отношений затрагивает практически все самые важные сферы деятельности, включая экономику, финансы, торговлю, межгосударственные и культурные отношения, производство, а также взаимодействие во всех областях промышленного, энергетического и технологического развития. Различные информационные источники позволяют заметить, что разворачивающиеся процессы фрагментации имеют не столько политические предпосылки и двигатели, сколько структурные и финансовые. Процессы фрагментации как совокупное явление интенсивно инвестируются, в какой бы форме и с какими бы промежуточными целями это ни происходило. Большие усилия предпринимаются для организации новых механизмов взаимодействия, что часто объясняется необходимостью преодоления последствий фрагментации, но на самом деле являются самой целью фрагментации. Заметно возрастает интенсивность этих процессов, расширяется круг участников. В силу того огромного ресурсного потенциала, который в этот процесс вовлечен, фрагментацию с большой вероятностью можно рассматривать как долгосрочный процесс.

Указанные тенденции позволяют сделать в значительной степени однозначный вывод о том, что происходящие структурные перемены и сопутствующая им глобальная фрагментация, во-первых, не являются случайным или временным конъюнктурным явлением, а носят характер запланированного и проводимого в исполнение проекта, во-вторых, имеют весьма долгосрочную и достаточно устойчивую перспективу планомерного продолжения именно в текущем направлении, в-третьих, не дают оснований ожидать их отмены и возвращения к более комфортным для участников этих перемен условиям.

Одно из следствий фрагментации заключается в нарушении или изменении сложившихся механизмов взаимодействия, что, в свою очередь, приводит к критической зависимости в тех областях деятельности, которые в предыдущей эпохе международной кооперации сильно опирались на внешние ресурсы глобального рынка. Преодоление такой зависимости является ключевой задачей, которую часто формулируют как задачу восстановления или достижения, например, технологического суверенитета.

В этой связи становится актуальной задача поиска моделей и механизмов преодоления последствий процессов фрагментации в тех сферах деятельности, для которых потеря глобального взаимодействия и глобального рынка наиболее ощутимы и критичны в силу сложившихся за последние годы предпосылок.

Прежде всего, следует отметить, что на сегодняшний день уровень зависимости или независимости может сильно отличаться для разных сфер, и вполне понятно, что первоочередное внимание предпочтительно обратить на те сферы, которые оказались в наибольшей зависимости от глобального рынка. Одну из таких сфер, в силу объективно и исторически сложившихся обстоятельств, представляет телекоммуникационная отрасль и, в частности, мобильная связь.

В настоящей работе не ставится задача анализа причин и текущего состояния отрасли, а рассматривается и предлагается подход к созданию моделей и механизмов преодоления зависимости от ресурсов глобального рынка. В данном случае речь пойдет о возможных механизмах преодоления технологического отставания и технологической зависимости в сфере мобильной связи.

Отметим, что приводимые рассуждения не претендуют на общее и универсальное решение, но в этой сфере предлагаемые модели представляются вполне реалистичными и при определенных условиях могут быть полностью или частично реализованы. Кроме того, преодоление разной степени и разного уровня зависимости может потребовать разных структурных решений. Однако, как будет показано ниже, существуют такие принципы, которые приложимы и действенны для самых разных, а, возможно, и для всех сфер, требующих определенной степени суверенитета.

Анализ текущей ситуации. Техника

На сегодняшний день в сфере мобильной связи с большой интенсивностью проводятся работы по созданию технологий для сетей следующих поколений 5G и 6G., которые приходят на смену и в дополнение к существующим сетям 2G – 4G. В некоторых источниках в контексте этих же работ упоминаются сети поколения 7G.

Работы проводятся в рамках международной концепции IMT-2030 /ETSI Conf, 2024/ и ведутся сразу по ряду направлений; среди них – лабораторные и полевые эксперименты по новым техническим решениям, внедрение опытных зон на действующих сетях мобильной связи, а также принятие соответствующих стандартов.

Традиционно основными участниками процесса разработки перспективных стандартов являются крупные операторы и ведущие производители инфраструктуры сетей /ICT.Moscow/Telecom, 2023/. Также традиционно основными стандартизирующими организациями и площадками являются международные консорциумы ITU, ETSI, 3GPP, IEEE /Jagadeesha, 2024; ETSI Conf, 2024/ в части непосредственного создания облика будущих сетей и ряд других ведущих международных форумов, объединяющих ведущих разработчиков и производителей оборудования и программного обеспечения в смежных областях, необходимых для полноценного функционирования сетей и решения на их базе широкого спектра прикладных задач.

Концепция IMT-2030 предоставляет образ сетей будущих поколений, а также вводит ряд целевых функциональных, технических и технологических требований и параметров, которым должны соответствовать будущие сети. Помимо этого, концепция описывает, правда, в достаточно общих чертах, предполагаемые сферы практического и коммерческого применения этих сетей.

Инновационные масштабы и долгосрочные перспективы и последствия реализации концепции IMT-2030 требуют детального изучения и осмысления еще даже на этапе их исследований и разработок, поскольку планируемые в рамках концепции решения и возможности несомненно окажут большое влияние практически на все сферы человеческой деятельности (экономической, производственной, коммерческой, медицинской, социальной).

Тематика концепции IMT-2030 чрезвычайно широко и детально освещается в специализированных изданиях, а круг участников настолько широк и глубоко профессионален, что необходимости освещения этой темы с традиционных технических позиций нет. Достаточно взглянуть на (официально) привлеченные к решению задач создания мобильных сетей поколений 5G/6G российские организации и институты, среди которых Сколтех, НИИ Радио, ИТМО, МГТУ им. Н. Э. Баумана, СПбГУТ им. М. А. Бонч-Бруевича, МИФИ, МГУ им. М. В. Ломоносова, МФТИ, МИСИС, РУДН, Зеленоградский нанотехнологический центр и другие /<https://www.tadviser.ru/index.php>, 18.10.2024; ICT.Moscow/Telecom, 2023/.

В отличие от публикаций технологического содержания в данной статье предлагается взгляд на перспективы будущих сетей мобильной связи с точки зрения потребителя в самом широком смысле – от человека до устройства или системы – и с точки зрения смыслового, или функционального, наполнения тех задач, которые предполагается решать с применением будущих сетей. Другими словами, предлагаются ответы на вопросы, для какого рода потребителей строятся столь высокотехнологичные сети связи, а также для решения каких задач они создаются с такими качественно более высокими параметрами и достаточно жесткими требованиями.

Для того, чтобы более или менее свободно ориентироваться в некоторых технических вопросах, предлагается некоторый терминологический «глоссарий», который в значительной мере отражает качественный технологический уровень будущих сетей и опосредованно их функциональную направленность. Термины и соответствующие аббревиатуры терминологического словаря, обозначающие перспективные технологические направления, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Терминологический словарь концепции IMT-2030

Перспективное технологическое направление	Обозначение
Enhanced Mobile Broadband	eMBB
Further-enhanced Ultra-Mobile Broadband	feUMBB
Ultra-reliable low latency and communication between massively dense deployment of smart devices (mMTC)	uRLLC
Enhanced ultra-reliable low latency and communication between massively dense deployment of smart devices (mMTC)	eUURLC
Massive Machine Type Communication	mMTC
Ultra-High Sensing Low Latency Communications	uHSLLC
Ultra-High Density Data services	uHDD
Ultra-High Energy Efficiency	uHEE
Ultra-High Reliability and Sensing	uHRS
Ultra-High Reliability and User experience	uHRUx
Ultra-Low Latency Reliability and Secure	uLLRS

Ultra-High Security	uHS
Ultra-High Sensing and Localization	uHSL

Следует отметить, что многие из приведенных в табл. 1 направлений представляет собой не узко специализированную техническую позицию, а, по существу, дают облик фактически некоторой прикладной отрасли или сферы, каждая из которых призвана решить довольно обширный круг технологических задач.

Процесс разработки новых технологических направлений в рамках концепции ИМТ-2030 продолжается. В частности, только в феврале 2024 г. ряд стран (малая группа всего 10 стран, далеко не полный состав участников) декларативно установил единые правила разработки сетей 6G /9/. Поэтому не исключено, что приведенный перечень не полностью охватывает все направления. Однако, главные тенденции этот перечень отражает достаточно полно. Необходимо подчеркнуть, что за приведенными в табл. 1 терминами фактически стоят широкомасштабные и принципиально важные для телекоммуникационной отрасли направления технологического развития.

На сегодняшний день нет четкого консенсуса или соглашения по облику сетей 5 и 6 поколений. Это заменяется на концепцию ИМТ-2030. Она остается фактически единственным объединяющим документом, в том числе, содержащим данные по количественным характеристикам, параметрам и требованиям и тем, как количественные показатели соотносятся с технологическими направлениями, приведенными в табл. 1.

Эти данные приведены в табл. 2.

Таблица 2. Параметрические показатели и целевые направления их реализации /4/

KPI Category	KPI Values	Use cases
Peak data rate	1 Tb/s: DL / UL Use experienced data rate: 10 Gb/s/m ³	eMBB feUMBB uRLLC eURLLC
Frequency Spectrum	4G 5G (mm wave) THz VLC	eMBB feUMBB
Traffic Capacity	1 – 10 Gb/s/m ³	eMBB feUMBB mMTC
Network density	Devices: 10 000 000 / km ²	mMTC
Traffic density	100 Tb/s/km ²	mMTC
Data Generation	5 ZB/month Data per device: 5 GB/day	mMTC eMBB feUMBB
Connectivity	3D connectivity	mMTC uRLLC eURLLC
Energy efficiency	Nominal – High, 1pJ/b (10 ⁻¹² Дж/бит)	uHSE
Peak Spectral Efficiency	100 b/s/Hz/m ³ , 60 b/s/Hz	mMTC
Localization, Sensing	≤ 1 cm – 10 cm (3D) ≈ 1 degree	uRLLC eURLLC uHSL
Capacity per gNB (next generation NB)	1 Gb/s – 1 Tb/s	mMTC
Availability	100 %	uRLLC eURLLC

Battery Life	20 Years	uHEE
Mobility Interruption Time	0 msec	Always available
Mobility	240 km/h – 1 200 km/h	Mobility
Processing delay	10 ns	uRLLC eURLLC
Bandwidth	At least 100 MHz (at 3 GHz) 30 GHz (at 300 GHz) 300 GHz – 1 THz (at 3 THz – 750 THz VLC band)	eMBB feUMBB
Latency	100 us – 1 msec	eURLLC
Latency	Control plane, ≤ 1 msec User plane, $\leq 0,1$ msec	eURLLC
Link Budget	10 dB – 40 dB	mMTC Industry
Jitter	1 us – 100 us	eURLLC
Security	Nominal – High	Smart Health uHS
Coverage	1 m – 50 km	mMTC Smart Farm
Trust	High	Smart Farm eLearning
Privacy	Nominal – High	eBanking
Reliability	99,99999 % - 99,99999999 % $10^{-6} - 10^{-9}$	eURLLC
Synchronicity Синхронность	≤ 100 ns	eURLLC
Satellite link	Exists	mMTC Long range
Slices Count Виртуальные экземпляры мобильной сети	10 000 slices/operator	Support verticals

Наконец, для дальнейшего анализа и дальнейших рассуждений приведем несколько примеров практического использования (use cases), как этот видят разработчики технических решений и создатели архитектуры последующих поколений сетей.

В качестве примеров приведем следующие прикладные направления (use cases):

1. Ultra-Smart City
2. Tactile Internet
3. Multi-D Reality
4. Holographic Communication
5. Haptic Communication
6. Telemedicine

Каждое из приведенных направлений широко обсуждается и каждое из них фактически представляет собой целую отрасль цифровой экономики, в чем-то уже реализуемую и даже продвинутую, в чем-то пока только зарождающуюся, но важную и достаточно перспективную. В данной статье не ставится задача подробного описания этих прикладных направлений. В контексте поставленных задач интерес

представляет взаимосвязь этих прикладных направлений с технологическими направлениями создаваемых сетей новых поколений. В табл. 3 показано, какие конкретно технологические телекоммуникационные инновации потребуются для полноценной реализации приведенных прикладных задач.

Таблица 3. Примеры прикладных направлений (use cases) и требуемые для их реализации телекоммуникационные инновации

Перспективное технологическое направление	Пример прикладного направления (use case)					
	Ultra-Smart City	Tactile Internet	Multi-D Reality	Holographic Communication	Haptic Communication	Telemedicine
eMBB						
feUMBB	feUMBB					
uRLLC						
eUURLC	eUURLC					eUURLC
mMTC						
uHSLLC		uHSLLC	uHSLLC	uHSLLC		uHSLLC
uHDD			uHDD	uHDD		
uHEE	uHEE					
uHRS				uHRS	uHRS	
uHRUx		uHRUx	uHRUx		uHRUx	
uLLRS						
uHS						uHS
uHSLo	uHSLo					

Заметим, что все приведенные выше данные, а именно, перечень телекоммуникационных технологических направлений (представленный здесь в формате глоссария), перспективные технические требования и параметры, составляющие техническую основу концепции IMT-2030, и примеры прикладных направлений, для которых создаются последующие поколения телекоммуникационных сетей, для специалистов достаточно красноречиво отражают планируемые технические инновации и техническую фактуру будущих сетей связи.

Анализ текущей ситуации. Прикладные аспекты

Наряду с технической стороной участники процесса создания мобильных сетей 5 и 6 (7) поколений рассматривают достаточно широкий спектр сценариев решения прикладных задач, для которых, собственно, и разрабатывается техника нового поколения [Jagadeesha, 2024; ETSI Conf, 2024; P.Nagaraj, 2024; S.Shaohui, 2024]. При этом одна из ярких особенностей заключается в том, что образ сетей 5-го и 6-го поколений не предоставляет более или менее четко специфицированного и конкретного перечня задач пользовательского уровня, а лишь дает описание примеров применения (так называемые use case) для отражения технологических возможностей будущих сетей. Это представляет собой достаточно давно известный тезис или схему – телеком предоставляет возможности, информационные технологии разрабатывают сервисы и услуги, причем заранее, при планировании функций сетей, еще, может быть, даже не предусмотренные.

Следует отметить, что такой подход не является вынужденным, например, из-за трудностей планирования прикладных аспектов. Напротив, в данном случае речь идет о принципиальной позиции разработчиков инфраструктуры, которая позволяет привлекать инвестиции еще на стадии разработок. Это было характерно и при создании сетей 3-го и 4-го поколений.

Другой причиной такой ситуации в прикладной сфере является общепризнанный факт того, что в отличие от первых поколений сетей мобильной связи, имеющих так называемый killer application в виде услуг голосовой связи, в последующих поколениях таких приложений нет, поэтому, из маркетинговых соображений, создается более или менее универсальная инфраструктура, вероятно, потенциально избыточная, но привлекательная для очень широкого спектра приложений.

Еще одна причина такого подхода состоит в стремлении вовлечь в сферу участия телекома как можно большее количество услуг, сервисов и приложений и тем самым продолжить расширение клиентской базы и, соответственно, обеспечить рост прибыли.

Вместе с тем ориентирование разработчиков на развитие в большей мере потенциально востребованных характеристик сетей открывает возможность вывести на рынок ИКТ новые и более качественные предложения, опережающие (на первых порах) спрос и открывающие широкое поле для создания

инновационных продуктов и услуг, без этих новых технических возможностей еще, вероятно и не планируемых.

Спрос, опережающий предложение, приводит к дефициту. Предложение, опережающее спрос, раскрывает потенциал. Такая концепция технического развития естественно сталкивается с некоторой размытостью прикладных аспектов. В связи с этой размытостью прикладных аспектов целесообразно рассматривать прикладную философию концепции IMT-2030 на уровне категорий, которые, с одной стороны, не будут выходить за рамки общей размытости прикладных аспектов, т. е., не внесут искажений в прикладные предпосылки концепции IMT-2030, с другой стороны, более отчетливо обозначат прикладные тенденции концепции IMT-2030.

В данном контексте можно выделить следующие три категории:

- прикладные качества;
- прикладные направления;
- прикладные сферы.

Прикладные качества

Прежде всего, следует отметить, что сети концепции IMT-2030 приобретают ряд новых прикладных качеств, а также предлагают заметное усовершенствование и расширение уже существующих. Здесь необходимо пояснить, что под прикладным качеством понимается некоторый потенциал внедрения и обеспечения сервисов, некоторое потенциальное поле, в котором могут разворачиваться самые разные конфигурации сервисов. В прикладном значении сети концепции IMT-2030 представляют собой некий конструктор, при помощи которого можно собирать конфигурации сервисов, услуг, приложений, своего рода прикладные облака.

Прикладные качества Концепции, которые представляются наиболее значимыми с точки зрения целей и задач создания сетей, приведены в табл. 4.

Таблица 4. Основные прикладные качества сетей Концепции IMT-2030

№	Прикладное качество	Комментарий
1	Глобальность	Прежде всего, в качестве ключевого прикладного аспекта следует выделить одно из фундаментальных требований будущих сетей – глобальность технологического проникновения и глобальность охвата. Сети новых стандартов планируются в качестве «базовых» сетей глобального масштаба, и это безусловно следует рассматривать в качестве основополагающего прикладного свойства. Отличительная черта от предыдущих поколений (2G – 4G) состоит в распространении глобальности на технологические решения и процессы.
2	Универсальность	Практически предельные значения требований к ключевым техническим параметрам, избыточность этих требований для многих приложений, распределение частотных ресурсов, потенциальные объемы подключаемых терминальных устройств, архитектура сети показывают ориентацию инфраструктуры сетей на выполнение в определенном смысле «любых или даже всех» потенциально возможных высокотехнологичных задач.
3	Виртуализация	В соответствии с требованиями каждому оператору будущих сетей предоставляется возможность развертывания на принадлежащей ему инфраструктуре большое количество виртуальных сетей.
4	Создание прикладных конфигураций	Данное свойство вытекает, в частности, из предыдущего. Виртуальные сети оператора могут специфицироваться для решения конкретной прикладной задачи и для этого иметь отдельную конфигурацию и отдельное управление.
5	Технологическая направленность	Сети поколений Концепции создаются не для человека как абонента сети, а в подавляющем количестве приложений – для решения технологических задач (в том числе, с участием человека, но не в качестве абонента, а в качестве элемента некоторой системы или некоторого комплекса).
6	Расширяющиеся прикладные сферы	

Прикладные направления

Прикладные направления – более простая категория прикладных свойств, в которую включаются наиболее важные направления технических требований и решений. Эти направления фактически отражают основную направленность сетей Концепции с точки зрения сервисов и приложений.

Основные прикладные направления приведены в табл. 5

Прикладные направления – более простая категория прикладных свойств, в которую включаются наиболее важные направления технических требований и решений. Эти направления фактически отражают основную направленность сетей Концепции с точки зрения сервисов и приложений.

Основные прикладные направления приведены в табл. 5

Таблица 5. Основные прикладные направления сетей в рамках концепции

№	Прикладное направление	Комментарий
1	Устройства и умные устройства	Расширение концепции интернета вещей (Internet of Things, IoT) до концепций интернета вещей+ (Tactile Internet) и интернета тел (Internet of Bodies, IoB).
2	Очень много умных устройств	Концепция mMTC (Massive Machine-Type Communication) становится преобладающей как по количеству планируемых к подключению устройств, так и по объемам и плотности трафика передачи данных. Ряд основных требований в этом направлении приведен в табл.2.
3	Очень много плотно размещаемых умных устройств	Помимо количественных характеристик планируемых к подключению умных устройств большой интерес представляют требования по географической плотности размещения этих устройств, также приведенных в табл. 2. Это требование реализуется, в частности, за счет применения Ultra-Massive MIMO & Intelligent Surface.
4	Еще более умные устройства – компьютеры	Требования к ряду технических параметров (например, время доступа, скорости передачи данных на абонентское окончание и др.) предполагают осуществление взаимодействий компьютер- компьютер и человек-компьютер.
5	Умные программы	Нейросети, искусственный интеллект. Это уже, скорее всего, 7G, но физически с теми же техническими характеристиками.
6	Комплексные приложения	Построение виртуальных сетей, объединяющих множество устройств, вычислительные средства и базы данных. Реализация систем и комплексов высокотехнологических сервисов. Приложения, агрегирующие все или часть перечисленных позиций.
7	Экзотика	Концепция предполагает реализацию специальных средств и каналов передачи информации с высокой очень скоростью передачи данных. Примерами таких требований и решений могут быть использование THz диапазона, организация связи в видимом световом диапазоне (Visible Light Communication, VLC). В качестве прикладного примера можно привести, например, передачу голографических изображений. Ее участие в различных сервисных конфигурациях становится возможным.

Отметим, что приведенные направления будут реализованы на разных стадиях внедрения сетей 5 и 6 поколений. А ряд позиций, скорее всего, будут перенесены на этап создания поколения 7G, технические характеристики для которого закладываются уже на нынешних этапах.

Прикладные сферы

Здесь следует особо подчеркнуть, что сети последующих поколений концептуально рассчитаны на применение в самых разных сферах человеческой деятельности, и яркой отличительной чертой становится их стремительное и, в некотором смысле, неограниченное расширение. Расширяющиеся прикладные сферы, по-видимому, будут охвачены инфраструктурой сетей за счет их универсальности как в прикладном значении, так и с точки зрения потенциально закладываемых технических характеристик. В этом отношении перечисление прикладных сфер не имеет какого бы то ни было принципиального значения, поскольку прикладные сферы могут и будут возникать взрывными темпами, характерными для мощной креативной силы современных молодых стартапов. Тем не менее, в табл. 6 приведен ряд важных на сегодняшний день примеров прикладных сфер.

Таблица 6. Ряд важных примеров прикладных сфер текущего и ближайшего периодов

№	Прикладная сфера	Комментарий
1	Традиционные прикладные сферы	Голосовая и видео связь. Услуги и сервисы, основанные на каналах передачи данных. Улучшения касаются чисто технических сторон. Более быстрый доступ. Более высокие скорости доступа. Более легкий доступ. Более высокая доступность. Повышенная надежность. Повышенная безопасность и конфиденциальность. Внедрение новых социально значимых сервисов.
2	Примеры прикладных сфер, приведенные в табл. 3.	art City Internet Reality hic Communication ommunication icine
3	Условно производственные сферы	Транспорт Банки, включая Blockchain Общественная безопасность и охрана Приватность и индивидуальная криптографическая защита Управление и логистика Промышленные приложения Управление робототехникой Торговля
4	Экзотические реальности и пространства	Расширенная реальность XR (extended reality, объединение физического, биологического и цифрового миров): - виртуальная реальность VR (virtual reality), - дополненная реальность AR (augmented reality), - смешанная (гибридная) реальность MR (mixed reality).
5	Прикладные сферы с широким привлечением вычислительных нейросетей и средств искусственного интеллекта	Заявленные технические характеристики дают возможность обмена высокоскоростными данными между элементами вычислительных сетей, использующих алгоритмы обработки больших баз данных.
6	Реализация концепции цифровых двойников (Digital Twins), включая концепцию Twin Digital Cities (Цифровой двойник города, ЦДГ)	Зеркальное отображение, управление физическими процессами через ЦДГ. Проецирование действия человека в мета-пространство в реальном времени, например, для предотвращения ДТП. Анализ, предсказание (прогнозирование) и контроль ситуации в мета-пространстве, которые могут изменять ситуацию в физическом пространстве.
7	Беспилотный транспорт	При развертывании соответствующей телекоммуникационной инфраструктуры с заявленными техническими характеристиками и параметрами появляется возможность интерактивного взаимодействия единиц беспилотного транспорта между собой и с центрами управления и геолокации в реальном масштабе времени.
8	Экзотические виды передачи информации	Примеры: Генерация и передача 3-мерных образов и/или голографических образов; Quantum Communication

Приведенные данные о технических, технологических и прикладных направлениях и особенностях мобильных сетей связи, описываемых Концепцией IMT-2030, достаточны для того, чтобы сделать ряд заключений и выводов, важных для поставленных в данной статье задач.

Анализ текущей ситуации. Парадигма и ее бенефициары

Для поиска моделей и механизмов преодоления последствий процессов фрагментации в рассматриваемой в качестве примера сфере мобильной связи необходимо, прежде всего, провести анализ тех сложившихся и устоявшихся условий, в которых существует и развивается отрасль в целом. Достаточно очевидно, что понимание этих условий нужно для того, чтобы попытаться найти адекватную модель, адекватные алгоритмы и подходы независимо от того, меняются в настоящее время эти условия или остаются неизменными.

Для определения указанных условий представляется важным дать ответы на следующие два вопроса:

1⁰. В рамках какой парадигмы осуществляются постановки задач и проходят процессы практической реализации развития и создания последующих поколений высокотехнологичных сетей?

2⁰. Кто является бенефициарами парадигмы и всех этих процессов?

Собственно, ответы на данные вопросы – какова парадигма и кто бенефициар – и определяют, причем, весьма полно, те условия, о которых идет речь. Отметим, что роль бенефициара должна стоять на первом месте, поскольку сам бенефициар фактически и задает парадигму всех процессов. Однако, в данном случае «удобнее» прийти к бенефициару через очертания парадигмы, так сказать, «вычислить» бенефициара по его запросу на парадигму.

Здесь важно подчеркнуть, что данная статья не ставит перед собой цели определить конкретных бенефициаров с перечислением компаний и имен и исследованием их роли в рассматриваемых процессах развития телекоммуникационной отрасли. Для решения поставленных в статье задач достаточно дать характеристику кругу бенефициаров и тем целевым тенденциям, которые ими выстраиваются. Более того, в ходе анализа намеренно избегаются упоминания конкретных, даже весьма крупных, участников.

Начиная с концепций и программ GSM и 3GPP подходы и ведущие участники процессов не претерпели каких-либо существенных изменений (если не считать довольно частых реструктуризаций и перегруппировок действующих бизнес-единиц) и в целом остаются теми же. Этот факт – и это весьма примечательный и важный факт – позволяет говорить о том, что и парадигма создания новых поколений сетей остается той же, что и в предыдущие периоды создания мобильных сетей связи международного уровня. Следовательно, главные черты «искомой» парадигмы можно сформулировать не только на основании наблюдаемой в настоящее время картины, но и исходя, в том числе, из исторической ретроспективы, из сложившегося и хорошо известного опыта.

Вполне логично и очевидно, что существует ряд характеристических точек, ряд принципиальных черт, которые составляют основу и суть текущей парадигмы. Ниже перечислены, может быть, не в порядке значимости, наиболее существенные и критичные для рассматриваемых в данной статье задач черты парадигмы.

1. Глобальная стандартизация

Процесс глобальной стандартизации проходит, в основном, на базе уже упоминавшихся выше существующих международных стандартизирующих организаций (ITU, 3GPP, IEEE), которые задействованы во всех глобальных телекоммуникационных проектах и как стандартизирующие, и как согласующие, и как нормативные международные органы в зависимости от конкретно рассматриваемых тем и задач, требующих регуляторного признания и принятия на международном уровне.

Существенность этого признака заключается в том, что любое относящееся к телекоммуникационной сфере решение является частным и не обязательным для других участников, если оно не принято и не признано в рамках какого-либо глобального стандарта. Это имеет соответствующие последствия для производства, лицензирования и сертификации телекоммуникационного оборудования и программного обеспечения, для операционного взаимодействия сетей, использования частотных ресурсов и других таких же важных аспектов. Другая сторона глобальной стандартизации – практическая необходимость приобретать для строительства сетей оборудование и программные средства у поставщика только стандартизованных позиций, что фактически диктует круг поставщиков и производителей. Это лишь небольшая часть подводных камней, которые возникают при глобальной стандартизации, в целом представляющей собой эффективный и полезный инструмент международного взаимодействия.

2. Опора на международно-признанные патенты

Эта позиция не является естественным следствием глобальной стандартизации, поскольку международные стандартизирующие органы вправе принимать самостоятельные и независимые технические решения, алгоритмы и правила. При этом наличие или отсутствие патента на конкретное решение не представляет препятствия для его принятия. Но чаще всего проталкиваются те решения, на которые соответствующие «интересанты» уже получили патенты, чтобы в дальнейшем получать мзду за их использование на сетях. Фактически консенсус в процессе стандартизации достигается на основании патентованных решений.

3. Патентная борьба гигантов

Естественным продолжением опоры на международно-признанные патенты является патентная борьба основных участников. Главными положительными чертами патентной борьбы являются значительные инвестиции в исследования и разработки, а также демонстрация технических инноваций в лабораторных условиях и на опытных зонах, включая попытки предоставления на опытных зонах действующих сетей «первых» коммерческих услуг «нового» поколения.

4. Концентрация производства и создания программных продуктов на существующих крупных кластерах

Основные производственные игроки хорошо известны, и их вовлеченность в процессы разработок и создания новых поколений сетей не ослабевает, но нарастает как с точки зрения расширения сфер приложения своих продуктов, так и с точки зрения инвестиционных программ. Здесь же целесообразно отметить тот факт, что сам круг участников, по большому счету, остается тем же и не стремится привлекать новых участников.

5. Глобальность охвата

Глобальность охвата как характеристическая черта парадигмы подразумевается в самом широком смысле:

- создание глобальных зон покрытия и обслуживания,
- развертывание глобальной архитектуры для решения, в том числе, локальных задач,
- глобальная логистика производства и поставок,
- глобальные механизмы управления и контроля,
- глобальное влияние на участников телекоммуникационного рынка (в ракурсе от небольших локальных компаний до операторов государственного уровня) через патентные и лицензионные механизмы.

6. Глобальные отчисления

В этом отношении можно выделить три основных направления глобальных и всеобщих отчислений:

- отчисления за транзакции на сетях;
- патентные отчисления;
- лицензионные отчисления.

7. Финансирование проекта

В настоящее время разработки в рамках концепции ИМТ-2030 достаточно серьезно поддерживаются во многих государствах на правительственном уровне как бюджетированием работ, так и поддерживаемыми нормативными государственными решениями. Однако, доля государственного участия остается довольно незначительной, а главной финансовой опорой проекта по-прежнему остаются круги, финансирующие ранние поколения сетей и концепцию IoT. Кроме того, сама архитектура последующих поколений предполагает тот же подход, который на сегодняшний день реализован в действующих сетях, а именно, принцип подписок, пакетирования услуг и сервисов и отчисления инвесторам проекта долей за каждую произошедшую на сетях транзакцию. Следует добавить так же, что эти игроки представляют крупные глобальные финансовые институты, участие которых в проекте не ограничивается прямым финансированием, а реализуется множеством других схем и механизмов.

Приведенных характеристических черт достаточно, чтобы сделать ряд необходимых выводов.

Но прежде, чем сделать основной для целей данной статьи вывод, приведем несколько критических замечаний, относящихся к общему образу рассматриваемой парадигмы.

- В смысловом отношении остается без ответа вопрос, для чего строятся сети последующих поколений. С одной стороны, смысловые задачи, функциональные задачи фактически не описаны, с другой стороны, тщательно прорабатываются вопросы количества устройств, транзакций, сетей и пр. В чем, если можно так выразиться, основная «забота»? В решении функциональных социально значимых задач? Или в увеличении количества транзакций, объемов передаваемой информации и участников потребления ресурсов сетей?
- Вызывает сомнение необходимость глобальных средств для решения локальных задач. В качестве примера приведем «казус радиуса глобализации». Для этого вычислим радиус действия глобальной сети в зависимости от требований к задержкам (именно это значение названо здесь «радиусом глобализации»). Для примера рассмотрим некий абстрактный протокол передачи данных, для установления которой требуется осуществить 10 транзакций двухстороннего обмена служебной сигнальной информацией. Результаты приведены в табл. 7.

Таблица 7. Зависимость «радиуса глобализации» от требований к задержке

Задержка	Максимально допустимый радиус распространения сигнала в одну сторону, км	Максимально допустимый радиус распространения сигнала при двойном ходе (1 транзакция), км	Максимально допустимый радиус распространения сигнала после завершения 10 транзакций, км
1000мс	300 000	150 000	15 000
100мс	30 000	15 000	1 500
10мс	3 000	1 500	150
1мс	300	150	15
100 мкс	30	30	3
50 мкс	15	7,5	0,75

Данный абстрактный пример отчетливо показывает, что для большинства критичных и реально необходимых требований к задержке задача должна решаться локально и не реализуется при необходимости обращения к глобальным техническим ресурсам.

- Избыточность (критика технической составляющей в части концепции «uh», ultra-high). Без смысловой (функциональной) привязки к задачам параметрические требования представляются завышенными и сформулированными для передачи информации на уровне предельно допустимых значений (задержки, скорости, объемы, плотность устройств и пр.) без исследования новых структурных и архитектурных решений. Основное направление – решить принципиально новые функциональные задачи, не изменяя архитектуры. В требованиях заявлены практически предельно

достижимые технические характеристики и параметры с наиболее вероятной целью «занять» потенциальный технический сегмент.

- Ряд аспектов, как это было и при создании предыдущих поколений сетей (это не скрывают и достаточно открыто признают сами участники, например, процессов стандартизации), декларируется как маркетинговый ход, предназначенный для привлечения инвесторов, и будет реализован частично или на уровне прототипа, либо вообще не будет реализован. Это объясняется тем, что ряд заявляемых функционалов не может быть реализован без решения параллельных задач. Например, функции, связанные с задачами расширенной реальности, нельзя реализовать раньше создания самих расширенных реальностей, к которым, в частности, относится чрезвычайно трудоемкая задача формирования цифровых двойников городов и, в особенности, мегаполисов.
- Философия транзакций и подписок. Транзакции – плата в финансовый сектор. Подписка обеспечивает глобальный охват и обязательность платы практически на уровне специфического налога на высокотехнологические услуги.

Перечень критических замечаний может быть достаточно широким, приведенные представляют собой примеры, необходимые для иллюстрации направленности существующей парадигмы.

Вся представленная в концепции IMT-2030 технологическая структура, проектная архитектура систем и сетей ориентирована, в первую очередь, на извлечение прибыли, что по самой постановке является главным приоритетом технических решений. Реализация функциональных задач при этом вторична и осуществляется попутно. Аналогичное целеполагание - максимизация прибыли - характерно и для других высокотехнологичных отраслей, например, искусственного интеллекта /Гурдус А., 2025/.

Для дальнейших рассуждений обозначим рассмотренную парадигму как монетарную архитектуру или архитектуру прибыли. Монетарная архитектура – это своеобразная технологическая система налогообложения. Повторим, что для целей данного анализа нет необходимости перечислять конкретных бенефициаров, но важно определить их характер и, возможно, место в рамках существующей парадигмы и соответствующих условий продвижения архитектуры последующих поколений сетей мобильной связи.

Среди множества характеристик нынешних бенефициаров отметим следующие.

- Как следует из предыдущего анализа, четко выраженной целью бенефициаров является получение прибыли. Этот вывод кажется, на первый взгляд, весьма тривиальным и не требующим ни изучения каких-либо деталей, ни доказательств. Однако, как это станет видно ниже, он имеет важное значение для поиска решений в условиях фрагментации глобальных рынков. Помимо этого, следует особенно подчеркнуть, что задачи потенциальных потребителей – именно как постановщиков задач – не являются первоочередными или превалирующими. Ни экономические, ни хозяйственные, отраслевые или промышленные задачи, ни задачи, например, государственного управления, ни какие-либо иные функционально законченные задачи не обозначаются в рамках существующей парадигмы и в целях ее бенефициаров.
- Бенефициары структурно представлены несколькими группами. Это финансовые институты, производственные конгломераты, крупнейшие операционные компании телекоммуникационной и информационной отраслей, создатели программных продуктов и др. Все участники этих групп представляют собой глобальных игроков мирового рынка.
- Глобальные игроки вполне заинтересованы оставаться в рамках сложившихся подходов, не допускать в свой круг новых игроков или привлекать их на своих условиях.
- Основные игроки рынка ИКТ РФ так же находятся в поле существующей парадигмы развития отрасли. При этом они не имеют существенного голоса ни при принятии каких-либо решений, ни при распределении прибыли.

Приведенные характеристические черты существующей парадигмы и основные характеристики ее коллективного бенефициара можно рассматривать и в качестве некоторых критериев равноценного участия в процессах Концепции IMT-2030 и дальнейших процессах развития высокотехнологичных сетей и систем.

Здесь приходится признать факт, что российские институты и предприятия отрасли этим критериям не соответствуют, а сотовые операторы не входят в круг крупнейших ни по количеству обслуживаемых абонентов, ни по трафику, ни по внедрению инновационных продуктов, ни, соответственно, по показателям прибыли <https://www.tadviser.ru/index.php> 08.10.2024/. Исключение составляет зона покрытия и обслуживания, соразмерная с зонами покрытия и обслуживания наиболее крупных мировых мобильных операторов.

Для примера рассмотрим феномен борьбы патентов. Здесь борьбы и конкуренции технических и технологических решений фактически нет или они заложены в патентные формулы. Российские организации в патентной борьбе участия не принимают. Вследствие этого, но не только по этой причине, нет возможности иметь собственное производство критически важного технологического оборудования. Любое производство будет вторичным и зависимым от патентных и лицензионных условий внешнего субъекта. Аналогично этому примеру складывается положение российских организаций отрасли и в

отношении остальных характеристик-критериев. Таким образом, российские институты не являются заметными участниками и не входят в ядро бенефициаров.

При сохранении существующей парадигмы или при согласном ее сохранении для российских предприятий сложившаяся ситуация, естественно, несет в себе ряд рисков и потерь. К ним относятся:

- полная зависимость от правил и условий настоящей парадигмы и ее бенефициаров,
- полная подконтрольность процессов внедрения и развертывания сетей новых поколений,
- подконтрольность и зависимость операционной деятельности как в отношении доступных показателей и опций, так и в плане реализации конкретных задач, включая различные задачи государственного уровня,

- кроме потерь, связанных с зависимостью от внешних субъектов одним из существенных рисков, может быть отставание от общемирового технологического уровня, обусловленного различного рода функциональными, патентными и лицензионными ограничениями со стороны бенефициаров настоящей парадигмы, например, запрет на решения некоторых специфических, но значимых задач.

Вполне очевидный вывод – общее положение таково, что в настоящее время в рамках действующей международной парадигмы российские организации фактически не имеют перспективы быть в полной суверенной мере владельцами высокотехнологичных сетей будущих поколений.

К более частным, но не менее значимых вопросов относится следующее. Частотная сетка России гармонизирована не на 100 % в соответствии с международными рекомендациями. Впрочем, это относится к большинству государств-членов МКРЧ. Однако, в нашем случае расхождение с международными рекомендациями весьма существенно. В частности, это проявляется при поиске свободных частот для сетей 5 и 6 поколений. Запущенный процесс фрагментации глобальных рынков пока в явном виде не ликвидирует международные согласующие организации, но в конечном итоге с не малой вероятностью может привести и к фрагментации в сфере международных регламентирующих органов и их решений. В отношении распределения частот мы находимся в районе 1, существуют еще два района. Пока нет признаков другого деления частотно-территориальных ресурсов, но в процессе фрагментации такие изменения возможны, при этом самым существенным здесь может быть не само перераспределение, а введение некоторого рода независимости или самостоятельности новых районов при определении технологических назначений частот.

Архитектура целей и задач - смысловая архитектура

Предыдущий материал настоящей статьи предоставляет достаточно обширный анализ для поиска моделей и механизмов преодоления последствий процессов фрагментации.

Во-первых, надо подчеркнуть, что сама фрагментация направлена на контроль и управление различными экономическими, в первую очередь, процессами, и в рассматриваемой отрасли это осуществляется через механизмы технологического характера.

Во-вторых, действующие условия (действующая парадигма) усиливает позиции тех институтов, которые планируют и осуществляют процессы фрагментации. Можно сказать, что сама действующая парадигма реализует в нынешней ситуации механизм фрагментации в рассматриваемой технологической области.

В данном случае естественным является вопрос, можно ли позитивно действовать в рамках существующих условий и, если можно, то какие шаги необходимо предпринять. При сохранении для себя условий действующей парадигмы эти вопросы неизбежно трансформируются в задачу догнать и перегнать, поскольку сейчас наши институты не являются лидерами, а, скорее, находятся в положении отстающих по большинству ключевых показателей. В соответствии с этим ставить вопрос преодоления последствий фрагментации в рамках существующих условий представляется мало перспективным. В рамках монетарной архитектуры (архитектуры прибыли) лидерство объективно устойчиво сохраняется за довольно узким кругом структур, которым практически невозможно составить конкуренцию на поле их доминирования, даже предлагая какие-либо механизмы обмена, компромиссы или модификации сложившихся моделей. Любой компромисс, любая модификация, любой обмен, скорее всего, в силу объективных обстоятельств будет приниматься со стороны структур бенефициаров с позиций своего превосходства и с креном в свою пользу.

С учетом этого целесообразно рассмотреть возможные подходы, выходящие за рамки действующей парадигмы и сложившихся условий. Здесь важно заметить, что монетарная архитектура (архитектура прибыли) не является универсальной в том смысле, что не отражает спектр множества потенциально существующих задач для рассматриваемой технологии. Точнее говоря, монетизация, максимизация прибыли – это лишь одна из возможных целевых задач, в то время как множество других целевых задач подобного уровня значительно шире. Целевая задача монетарной архитектуры (архитектуры прибыли) опирается на финансовые показатели. Примерами других целевых задач могут быть экономика (здесь на первый план в сравнении с финансовыми выходят экономические показатели), промышленность и производство (здесь приоритетными являются промышленные и производственные показатели), управление в самых разных сферах человеческой деятельности (здесь приоритетное место занимают показатели эффективности управления, которые могут отличаться в зависимости от конкретной среды или сферы управления) /Гурдус А. и др., 2023/. Таких примеров можно привести еще достаточно много, и все они показывают, что максимизация прибыли – одна из множества целевых задач, причем,

ориентированная на весьма узкий круг бенефициаров. При этом, конечно, нельзя отрицать, что в рамках монетарной архитектуры (архитектуры прибыли) возможно попутное решение и других целевых задач, но все они не являются основными для этой модели и, следовательно, чаще всего могут не достигать своих специфических целевых показателей.

Таким образом, если монетарная архитектура (архитектура прибыли) направлена на решение конкретной одной целевой задачи – максимизацию прибыли основных бенефициаров этой архитектуры и этого подхода, – то она представляет собой частный случай, и тогда целесообразно искать решения в рамках более общего случая. Отсюда естественным образом вытекает подход, который заключается в том, чтобы «повысить», обобщить статус архитектуры, статус парадигмы до более высокого, более общего уровня. Таким обобщенным уровнем является архитектура, предусматривающая и другие целевые показатели. В дальнейшем рассмотрении будем называть ее смысловая архитектура (архитектура целей и задач).

Некоторые примеры смысловых целевых задач приведены выше. По-видимому, этих примеров достаточно для определения сути смысловой архитектуры (архитектуры целей и задач). Поэтому теперь опишем некоторые возможности, которые открываются при переходе к данной архитектуре в отношении преодоления последствий фрагментации глобального рынка.

1. Технологические и технические требования Концепции ИМТ-2030, которые, как показано, для многих задач являются заметно избыточными, не обязательны при реализации технических решений для конкретных задач. Как показано ниже, многие перспективные задачи могут быть реализованы уже сегодня имеющимися средствами (при некоторых доработках на уровне настроек и модификаций).
2. Как следствие, и это крайне важно, смысловая архитектура может частично или полностью быть независимой от ограничений, рисков и потерь, связанных с патентами, лицензиями и финансовыми отчислениями, возникающими в действующей парадигме.
3. Здесь открываются новые возможности для организации независимых производства, развертывания, порядка и сроков внедрения, операционной деятельности, решения специфических задач, распределения ресурсов и доходов.
4. Появляется возможность вывести из-под глобального контроля чувствительные функциональные задачи.
5. При четкой формулировке прикладных задач появляется возможность построения более эффективных структурных и технических решений. Это не исключает унификации, внедрения универсальных решений, отличных, правда, от универсальности и унификации, ориентированных на глобальные приложения.
6. Фактически переход от действующей частной парадигмы к более общей парадигме, основанной на смысловой архитектуре, во многих (а при желании и во всех) аспектах преодолевает критичные последствия фрагментации глобального рынка.

Нет необходимости продолжать этот перечень в связи с очевидностью многих следствий. Остановимся только на одном следствии, которое может показаться спорным и приводящим к большим рискам. Ясно, что действующая парадигма не исчезнет, и если локально будет принят целевой подход, то возникает ситуация параллельных путей развития технологий. Такая ситуация имеет место и в рамках действующей парадигмы. Например, производители разных регионов помимо общемировых технических решений предлагают и реализуют локальные решения, ориентирующиеся на условия своих регионов. Здесь в качестве примеров можно привести китайские компании, на сетях которых внедрены «исключительно китайские» решения. Есть примеры и других регионов (Австралия, Япония, Южная Корея, США). Эти примеры показывают возможность совместного существования и практической реализации как глобальных, так и локальных трендов и решений. Может возникнуть вопрос, не приведет ли расслоение путей дальнейшего развития к технологическому отставанию. Но в данном случае речь идет не о расслоении самих путей развития по сути, по существу, а о постановке и направлении задач реализации путей развития. Поэтому в реальности расслоение в этой части может касаться лишь технической реализации задач. Сами же задачи находятся в русле общемировых трендов.

Прикладные аспекты Концепции ИМТ-2030 отнесены, во многом, по времени к сроку достижения технических и технологических требований Концепции. Однако, весьма большая часть прикладных задач может быть реализована даже на существующих средствах. И это является ярким подтверждением и свидетельством, во-первых, практичности смысловой архитектуры (архитектуры задач и целей), хотя это и не вызывает больших сомнений, во-вторых, большей эффективности по сравнению с монетарной архитектурой, поскольку реализация и решение ряда насущных задач может достигаться раньше и с большей параметрической эффективностью. Примерами таких приложений могут быть телемедицина, беспилотный транспорт, элементы умного дома, элементы умного города, задачи безопасности на транспорте и др.

Следует отметить, что переход к смысловой архитектуре подразумевает не только изменение ключевых параметров и их задание и определение под конкретные цели и задачи, отличные от целевых задач прибыли, но и оптимизацию самой архитектуры сети так же с целью наиболее эффективного решения конкретных задач или групп задач.

Примером этому может служить группа задач, требующих привлечения к их решению мощностей нейронных сетей, в частности, реализующих элементы искусственного интеллекта. В общей архитектуре действующей парадигмы для этого строятся высокоскоростные каналы передачи большого объема данных для обращения к центральным серверам. Если же решать эти же задачи в парадигме архитектуры смыслов, то можно рассматривать концепцию локальной обработки больших данных с локальным принятием решений без обращения и взаимодействия с центральными серверами. В данном случае это пример иного архитектурного решения.

Принятие смысловой архитектуры имеет позитивное значение не только для текущей ситуации и для ближайшей перспективы. Начиная с 5-го поколения мобильные сети перестают быть сетями связи в привычном смысле, а приобретают новую сущность. Кроме того, с каждым шагом, повышающим уровень поколения, резко возрастает значимость условий создания этого поколения и чувствительность к этим условиям. В частности, любая функциональная, патентная, лицензионная зависимость на каждом шаге возрастает по своим последствиям на порядок, жизненно влияет на решение любых значимых задач.

Покажем это на примере некоторого прогноза дальнейшего технологического развития от современных мобильных сетей связи до новых технологических сущностей. Подчеркнем, что данный прогноз является во многом гипотетическим, направленным на то, чтобы продемонстрировать значимость и важность целевых архитектур, хотя не исключающим именно такой логики развития. Кроме того, этот прогноз можно рассматривать как некий долгосрочный проект перехода с одной технологической фазы (ступени) на последующую.

История создания и развития технологий мобильной связи и наблюдение за новыми тенденциями в этой области могут служить достаточно объективной и вполне фундаментальной основой для прогнозирования более долгосрочных шагов и ступеней ее развития.

Особенностью предлагаемого исторического экскурса, описания наблюдаемых тенденций и построения долгосрочного прогноза или проекта долгосрочного развития является то, что главное внимание концентрируется даже не на самих технологиях, технических решениях и параметрах, а фокусируется на пользовательских свойствах, точнее, на пользовательских доминантах. Проще говоря, если возникает процесс или необходимость перехода на очередную качественно новую ступень, то дается ответ на вопрос, для чего нужна эта ступень.

Из самой постановки вопроса можно выделить следующие 3 этапа:

- исторический (мобильные сети поколений 1 – 4);
- современные тенденции (Концепция IMT-2030, поколения 5 – 7);
- прогноз дальнейших трансформаций.

1. Исторический этап

G1. Исторически мобильная связь зарождалась на основе уже достаточно развитых сетей стационарной связи, главной доминантой перехода от стационарной связи к мобильной стала сама возможность связи с подвижными объектами. Завершенным этапом этого перехода явились мобильные сети связи 1-го поколения (G1). Отличительными чертами G1 были аналоговый сигнал, голосовая связь и мобильность на ограниченной территории.

G2. Главная доминанта перехода – глобализация мобильности (этакий технологический Макдональдс). Это подчеркивает сама инициатива первого всеобщего стандарта своим названием GSM, Global System for Mobile Communications. Одновременно с GSM существовали и существуют по сей день и несколько других региональных стандартов. Но и для них переход от G1 к G2 характеризуется именно переходом от ограниченных к сплошным территориям покрытия.

G3. Глобализация технологий и технических решений в формате международных стандартов 3GPP, попытка объединить в рамках одного цифрового стандарта все многообразие сервисов от передачи голосовой информации до мультимедийных потоков.

G4. Глобальный доступ к цифровым услугам, завершение эпохи связи человек-человек и человек-информация, начало перехода к эпохе смешанной связи человек-устройство. В G4 завершается эпоха технологических достижений (скорости передачи, время доступа, качество речи, качество видеопотоков и пр.), непосредственно ориентированных на органы восприятия человека как потребителя свойств и качеств мобильных сетей.

2. Современные тенденции

G5. Включение в контур глобальной мобильной связи устройств, интернет вещей. Первые подключения к сетям мобильной связи в качестве абонентов устройств реализованы начиная с сетей GSM (G2). Отличие заключается в том, что в сетях G2-G4 «железные» абоненты представляют собой в большей мере функциональные опции, пусть хорошо организованные и функционально развитые, но только в G5 для них формулируются специфические функциональные, технологические, технические и структурные требования к мобильной сети в целом.

G6. Включение в контур глобальной мобильной связи компьютера, расширенный интернет вещей (интернет вещей +), установление связи человек-машина в широком смысле. К устройствам в G5 в сетях G6 добавляются более «умные» «интеллектуальные» устройства, например, ПК, а характеристики и параметры мобильных сетей G6 позволяют обеспечивать обмен данными на уровне компьютерных сетей.

G7. Основным (доминантным) пользователем глобальной мобильной сети становится Программа (нейросети, программы искусственного интеллекта), средства связи трансформируются во внутренние механизмы Программы. Здесь следует заметить, что сети мобильной связи начинают приобретать новые по сущности качества, когда трудно разделить телекоммуникационную и информационную составляющие. По этой причине последующие за G7 коллективные технологические сущности не корректно будет называть поколениями мобильных сетей связи.

3. Дальнейшие трансформации

Предыдущие этапы развития мобильной связи и те технологические наработки, которые можно наблюдать в настоящее время, дают вполне достаточные логические предпосылки для ответа на вопрос, по какому сценарию пойдет развитие сетей после 7-го поколения, и для прогноза более долгосрочных трансформаций.

Последние десятилетия технологического развития самых разных отраслей человеческой деятельности вполне отчетливо показывают устойчивую и весьма логичную тенденцию укрупнения технологических модулей, их взаимного проникновения, слияния и конвергенции в некие новые технологические субстанции. И это дает основание прогнозировать их дальнейшую трансформацию на довольно длительную перспективу. Сразу же следует отметить, что в данном случае важна не точность прогноза в каких-либо технических деталях и, тем более, в сроках, а общий характер, существенные тенденции в сфере задач, решение которых «доверяется» технологиям.

Наиболее заметная и четко выделяемая на сегодняшний день тенденция – это укрупнение задач, решение которых передается технологиям, как в области управления и принятия решений (технический «ум», в том числе с использованием искусственного интеллекта, но не ограничиваясь этим), так и в сфере исполнительных устройств (техническая «рука»). Очевидно, что любое укрупнение кратно повышает «ответственность» задействованных технологий и делает предельно критическим по значимости вопрос владения технологическими решениями.

В качестве другой такой же заметной и критически важной тенденции среди множества других следует особо выделить взаимное проникновение, взаимную конвергенцию не только смежных и родственных технологий – эту конвергенцию можно считать свершившимся фактом – но в большей мере «неродственных», далеко не смежных по своей природе. Если к свершившимся конвергенциям можно отнести, например, взаимное проникновение телекома и информационных технологий, а к свершающимся непосредственно сейчас – взаимное проникновение информационных технологий и технологий искусственного интеллекта, то взаимное проникновение, например, инфокоммуникационных технологий и технологий беспилотных транспортных средств еще только зарождается как единый «механизм», единый стандарт. И здесь снова необходимо подчеркнуть критическое значение вопроса владения технологическими решениями.

Картина уже сегодняшнего дня достаточно отчетливо показывает тенденции конвергенции систем ИКТ и систем другой «природы» и другого назначения. Примеров этого достаточно много: роботизированные комплексы, управляемые и автономные беспилотные подвижные объекты, производственные и транспортные исполнительные механизмы, элементы машинного зрения, системы искусственного интеллекта, элементы телемедицины и др. Во многом возникновение этих тенденций продиктовано логикой развития и возможностями самих технологий (ИКТ, робототехники и пр.). Кроме того, появляются новые трудоемкие задачи, которые могут передаваться «на исполнение» сложным комплексам с минимальными участиями человека.

Для реализации этих тенденций в полной мере уже недостаточно разрабатывать и развивать отдельные составляющие независимо друга от друга, а затем пытаться объединять их возможности в единый комплекс. Требуется новый подход, при котором некий единый комплекс, предназначенный для решения определенного круга задач, потребует целостного проектирования в качестве технологии, возможно специализированной, но обязательно созданной и оптимизированной под решение конкретного круга целевых функций и задач. Другими словами, возникает необходимость качественно другого подхода развития, при котором горизонтальные поколения параметрических возможностей (было 100 Мбит/с – стало 1 Гбит/с; был управляемый робот – стал автономный) должны перейти на ступень создания и развития комплексных технологий. Вполне естественно, что эти комплексные технологии должны базировать на постановках смысловых и насущных задач. Это – переход от роста поколений к росту технологий, т. е. переход от роста и развития технических возможностей к росту качественных ступеней технологий решения задач.

Последовательный и качественный рост самих технологий (а не поколений одной и той же технологии) в сравнении с горизонтальным развитием мобильной связи можно представить как процесс вертикального развития, при котором технологии ИКТ являются составным элементом некоторой технологии качественно нового уровня, которая наряду с компонентами ИКТ содержит другие элементы, принципиально не свойственные технологиям ИКТ. При этом сплав разнородных технологических элементов для решения некоторой целевой задачи представляет собой новую технологическую ступень, новую комплексную технологию. Одним из примеров такого уровня может быть комплекс телемедицины, включающий в себя элементы ИКТ и медицинское оборудование, объединенные в одно целевое решение.

Здесь важно особо подчеркнуть, что мобильная сеть связи, точнее, ее новые специфические функциональные свойства, не представленные в мобильных сетях всех предыдущих поколений от 1G до 4G, начиная с поколения 5G не является сетью, предназначенной непосредственно для человека как абонента, как конечного потребителя услуг сети. По аналогии с этим технологические сущности, описываемые ступенями вертикального технологического развития, не являются ни сетями связи, ни информационными системами, ни нейронными сетями, ни системами искусственного интеллекта, ни условно производственными системами, а представляют собой составные элементы некоторой качественно более крупной технологической субстанции, технологической агломерации, направленной на решение определенных смысловых и целевых задач.

Связь – технология коммуникаций. Но сама по себе она решает только одну задачу – создание средств коммуникации. Развитие связи (проводная связь, глобальная проводная связь, беспроводная связь, мобильная связь, глобальная мобильная связь) не выходит за рамки все той же задачи – задачи создания и предоставления человечеству средств коммуникации в самых различных его нуждах. Развитие поколений сетей связи представляет собой процесс горизонтального технологического развития, осуществляемого в рамках обобщенной одной технологии и одной целевой задачи. Дальнейшую трансформацию, наступающей после поколения 7G, логично и целесообразно прогнозировать в рамках процессов вертикального развития.

Первая ступень

Первой ступенью вертикального развития «родственных» и «неродственных» технологий является появление технологических органов, предназначенных для выполнения комплексных, сложных функций. В логике развития мобильной связи это уровень и поколение 8G. Средства связи, например, «вообще» и некий механизм «вообще» сливаются, точнее, сплавляются, не «вообще», а с конкретными «узкими» свойствами каждого для формирования новой технологической сущности – технологического органа, сконструированного для выполнения (может быть, одной, или небольшого количества сходных) целевой сложной функции. Примером этого может быть технологический орган, предназначенный для выполнения заданного спектра работ в беспилотном сельском хозяйстве. Беспилотный механизированный комплекс снабжается техническими органами «чувств», средствами коммуникаций, механизмом принятия решений и всеми другими свойствами, необходимыми для выполнения сложных функций в рамках контура этих функций. Естественно, технологические органы с необходимостью должны быть разнообразными, чтобы своими функциональными возможностями охватывать целиком (или почти целиком) целевые задачи. В сельском хозяйстве, например, законченный процесс выращивания и сбора урожая.

Это – поколение органов, ступень «Орган».

Вторая ступень

При достаточно широкой, отработанной, стандартизированной и освоенной в промышленном производстве функциональной «номенклатуре» технологических органов возникает возможность конфигурирования в более широкий комплекс для полного решения целевых задач. Здесь некоторой системе передается, делегируется, поручается выполнение не отдельных составляющих большого процесса, а вся задача целиком. Это – «назревшая» в техническом отношении ситуация, появление композиций различных и даже разнородных технологических органов. На первой ступени любая задача с необходимостью подвергается декомпозиции на требуемые технологические органы. На второй ступени не нужны ни декомпозиция на отдельные технологические органы, ни композиция их «деятельности». Здесь возникает технологический организм, способный выполнять всю целевую задачу. Например, «Технологический крестьянин» поддерживает уровень сельскохозяйственного производства в пределах заданных показателей. Он не подвергается декомпозиции, разрабатывается целиком как самостоятельная производственно-технологическая сущность.

Это – ступень «Задача».

Человек передает, делегирует первой ступени решение ряда законченных и хорошо сформулированных сложных комплексных задач (социальных, исполнительских, медицинских, обучающих и пр.). На смену технологическим задачам приходят целевые задачи «из жизни». Это второе технологическое поколение вертикального развития, ступень «Задача». В логике развития мобильной связи это уровень и поколение 9G.

Третья ступень

На предыдущих ступенях создаются системы, за счет применения которых можно существенно повысить степень автоматизации и самостоятельности технических средств в решении целевых социальных задач. Можно полагать, что процесс вертикального развития на этом не ограничится, и даже сегодня представляется логичным появление третьей ступени, которая предоставит системы с еще большими возможностями, с еще большими «компетенциями» и с еще большими «способностями» перенять функции, которые к тому времени будут в определенном смысле рутинными.

Нетрудно заметить, что на определенном этапе реализации целевых задач станут доступными самоорганизующиеся системы, отличительной особенностью которых по сравнению с предыдущей ступенью будет способность более высокого уровня целеполагания – «разглядеть» и предложить новую задачу, оптимизировать и скорректировать существующую, скорректировать исполнительскую

реализацию текущих, причем не только в плане постановки целевой задачи и технической задачи, но и в плане реализации всех последующих этапов до промышленного внедрения. К отличительным свойствам систем этой ступени следует отнести способность анализа и самоанализа в широком спектре внутренних и внешних критериев и показателей, способность производства и самовоспроизведения, адаптивного поведения в изменяющихся условиях.

Это – третья ступень вертикального развития, ступень «Самоорганизующиеся системы». В логике развития мобильной связи это уровень и поколение 10G.

Возможно указать и более высокие ступени вертикального технологического развития, но для целей данной статьи достаточно привести первые три ступени. Отметим особо, что процессы стандартизации на каждой ступени должны проводиться по законам роста ступеней, а не законам роста поколений составляющих элементов. Так, например, на ступени «Орган» стандартизируется именно технологический орган, а не отдельно входящие в его состав компоненты. На ступени «Задача» стандартизируются задачи, технические организмы их реализации, а не реализующие их технологические органы.

За скобками данной статьи оставлен вопрос об участии специалистов в этом процессе «выращивания» глубоко самостоятельных технических сущностей. Однако, вполне очевидно, что при любой степени автоматизации всегда будут определяться критические точки, требующие в той или иной мере участия специалистов.

Цель прогноза дальнейшей трансформации

Владельцы монетарной архитектуры (архитектуры прибыли) получают доступ и контроль не только к финансовым, но и к информационным потокам. Последнее – доступ к информационным потокам и контроль – в определенном смысле несет в себе риски, значительно превышающие финансовые потери. Наивно полагать, что внедрение в чужеродные информационные сети механизмов защиты может надежно предотвратить несанкционированный доступ или преднамеренные потери и искажения информации, отключение важных функций и другие вредоносные действия. Эти риски и потери мало заметны (и ими можно пренебречь), когда речь идет о частных лицах и частной информации. Но категорически нельзя недооценивать аналогичные риски и потери, когда на чужеродных сетях разворачиваются технологии и функционалы, например, крупного производственного или отраслевого уровня, банковской сферы, не говоря уже о различных уровнях государственного взаимодействия и управления.

В будущие поколения инфокоммуникационных сетей будет вовлекаться все больше и больше телекоммуникационных, информационных, механических и других важных механизмов. Естественно, разработчики и владельцы (патентов и лицензий) глобальных стандартов будут стараться вовлечь в сферу своих интересов все эти новые механизмы. Таким образом, тенденция жесткой привязки к глобальным стандартам будет только усиливаться, и усиливаться в такой степени и в такой мере, в какой будет внедрена зависимость решения жизненно важных задач от реализации сетей очередного поколения.

Уже сейчас очевидно, что на этапах перехода от современных поколений сетей связи, несущих в себе исключительно информационную нагрузку, к ступеням с более насыщенным исполнительским потенциалом уровни рисков и потерь будут возрастать каждый раз на тот порядок, на который будет повышаться уровень функционального укрупнения технологической ступени. Этот ступенчатый рост факторов рисков и потерь, если оставаться за бортом и не приобрести статус равноценного игрока, безусловно и безальтернативно ликвидирует технологический, как минимум, суверенитет. Именно для оценки будущих рисков сделан приведенный выше прогноз.

Может возникнуть вопрос, все ли обозримые сегодня и будущие задачи проектировать, программировать и пускать по этой «лестнице» укрупнения технологий. С точки зрения технологического суверенитета – нет, далеко не все. Речь в данном случае должна идти о насущных и жизненно важных задачах и сферах. Остальные задачи (их разнообразие неизмеримо велико, как велико разнообразие личных предпочтений людей) могут оставаться в не укрупненном технологическом русле или реализовываться попутно в качестве приложений частных инициатив.

При наличии двух разных архитектур – прибыли и задач (смыслов) – могут и обязательно будут совпадения в технической реализации. Более того, мало вероятно, что технически эти подходы будут сильно отличаться – в данном случае речь идет о доминантах и приоритетах именно в прикладной сфере, а также в сфере ключевых показателей. В любом случае создание архитектур смыслов является выигрышным – при совпадении решений целевая архитектура остается в общем тренде, при несовпадении она решает приоритетно насущные задачи, не теряя свой интерес и не отвлекаясь на решение чужеродных или второстепенных задач.

Заключение

Простое, если не сказать слепое, следование общемировым тенденциям без постановки собственных насущных целевых задач не позволяет преодолеть последствия фрагментации мирового рынка и приводит к риску сильной ресурсной зависимости. Наличие целевых задач дает возможность снизить этот риск за счет разработки целевых архитектур, допускающих значительное снижение технологической зависимости.

Переход к целевым архитектурам требует создания целевых программ, предусматривающих, например, не просто переход от сетей 4-го поколения к сетям 5-го, 6-го и 7-го поколений, а решения целевых задач, вне, строго говоря, зависимости от развертывания сетей последующих поколений. Здесь

следует особо подчеркнуть, что переход к созданию целевых архитектур лежит вообще вне логики развития поколений сетей. Логика поколений заключается в совершенствовании и развитии технологических свойств сетей. Естественно, эта логика вынуждена опираться на задачи, но для разработчиков, находящихся в парадигме этой логики, приоритетом являются технические решения и глобально значимые свойства сетей, а не задачи.

Логика целевых архитектур предлагает развивать и строить поколения задач, используя для этого, в том числе, технические решения и свойства сетей. Для разработчиков, находящихся в парадигме этой новой логики, приоритетом является технически решенная задача или технически решенное поколение задач, а не свойства сетей. Таким образом, здесь возникает выбор между цепочкой развития поколений сетей и цепочкой развития поколений задач. Выбор этот очень непростой, поскольку до сих пор отрасль мобильной связи начиная со второго поколения строилась в рамках логики развития сетей, и вся нормативно-правовая и организационная структура ориентирована именно на это. Ясно, что если переход и состоится, то потребуются определенные усилия и трансформации. Ясно также и то, что здесь стоит не столько вопрос выбора, сколько вопрос достижения технологического (и не только, учитывая место отрасли в современной инфраструктуре государства и общества) суверенитета.

На примере отрасли мобильной связи практически аналогичные выводы и подходы можно допустить и для ряда других высокотехнологичных отраслей и сфер. И это является весьма значимым результатом поиска подходов к созданию моделей и механизмов преодоления зависимости от ресурсов глобального рынка. Описанные принципы приложимы и действенны для самых разных, а, возможно, и для всех сфер, требующих определенной степени суверенитета.

В заключение следует подчеркнуть, что настоящая цель данного исследования состоит не столько в том, чтобы найти какое-либо решение известных проблем и, тем более, не столько в том, чтобы продвигать найденное решение в качестве некоей безальтернативной инициативы. Настоящая цель – призвать к размышлению над ролью тех условия и парадигм, которые в явном или неявном, иногда скрытом, виде руководят движением и развитием отраслей и экономики в целом.

Литература

1. 6G (шестое поколение мобильной связи). <https://www.tadviser.ru/index.php>, 18.10.2024.
2. Как трансформация телекома меняет ожидания операторов от бизнес-систем. <https://www.tadviser.ru/index.php>, 25.12.2024.
3. Кто в мире исследует возможности 6G. ICT.Moscow/Telecom, 2023.
4. Обзор зарубежных площадок, исследующих возможности 6G. ICT.Moscow/Telecom, 2023.
5. Сотовая (мобильная) связь (мировой рынок). www.tadviser.ru, 23.06.2025.
6. Стратегия развития отрасли связи в РФ. <https://www.tadviser.ru/index.php> 08.10.2024.
7. Телекоммуникационные услуги (мировой рынок). <https://www.tadviser.ru/index.php> 25.12.2024.
8. Гурдус А.О. «Искусственный интеллект для человечества и для крупнейших ИТ компаний». «Искусственный интеллект. Теория и практика», №1, 2025.
9. Гурдус А.О., Китов В.А., Пастухов А.В., Чесноков А.Н. «Некоторые аспекты геополитики в киберпространстве», «Цифровая экономика», №4 (25), 2023, с.51-56.
10. J.R. Bhat, S.A. Alqahtani. 6G Ecosystem: Current Status and Future Perspective. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9335927>
11. P.Nagaraj. Demystifying IMT-2030; 6G – Capabilities, Usage Scenarios, and Candidate Technologies. https://www.researchgate.net/publication/379372873_Demystifying_IMT-2030_aka_6G-_Capabilities_Usage_Scenarios_and_Candidate_Technologies
12. .S.Shaohui. Introduction on IMT-2030 (6G). Promotion Group in China. <https://hexa-x-ii.eu/wp-content/uploads/2024/02/Introduction-on-IMT-20306G-PG-20240201.pdf>, 02.2024.
13. Vision on Non-Terrestrial Networks in 6G system (or IMT-2030). Use cases, requirements, and possible standardization approach. A perspective from the 6G-NTN Project. Co-Authored by: Thales Alenia Space France, Ericsson Sweden and Ericsson France, Qualcomm France, SES Techcom, Thales – SIX, Telit Cinterion, GreenerWave, Martel Innovate, Digital for Planet, CTTC, German Aerospace Center – DLR, Alma Mater Studiorum – University of Bologna. ETSI Conference on “Non-Terrestrial Networks, a Native Component of 6G”, 3-4 April 2024, France.
14. <https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2023-12-01-IMT-2030-for-6G-mobile-technologies.aspx>.

References in Cyrillics

1. 6G (the sixth generation of mobile communication). <https://www.tadviser.ru/index.php>, 18.10.2024.
2. How transformation of telecom is changing operators' expectations of business systems. <https://www.tadviser.ru/index.php>, 25.12.2024.
3. Who in the world is exploring the possibilities of 6G. ICT.Moscow/Telecom, 2023.
4. Overview of foreign sites exploring 6G capabilities. ICT.Moscow/Telecom, 2023.
5. Cellular (mobile) communications (global market). www.tadviser.ru, 23.06.2025.
6. Strategy for the development of the communications industry in the Russian Federation. <https://www.tadviser.ru/index.php> 08.10.2024.

7. Telecommunication services (global market). <https://www.tadviser.ru/index.php> 25.12.2024.
8. A.Gurdus. Artificial Intelligence for Humanity and for the Largest IT Companies. "Artificial Intelligence. Theory and Practice", No. 1, 2025.
9. Gurdus A., Kitov V., Pastukhov A., Chesnokov A. Some Aspects of Geopolitics in Cyberspace, "Digital Economy", No. 4 (25), 2023, pp. 51-56.

Ключевые слова:

Ключевые слова: мобильная связь, фрагментация мировой экономики, парадигма целевых задач,

Гурдус Александр Оскарович, д.э.н., к.т.н. alexander.gurdus@gmail.com

Сальников Юрий Кузьмич, к.т.н., yuri.KS@mail.ru

Alexander Gurdus, Yuri Salnikov, Getting Ahead Without Catching Up» in the Future Development of Mobile Communication

Keywords:

mobile communication, fragmentation of the global economy, target task paradigm

DOI: 10.34706/DE-2025-03-10

JEL classification: L96 Телекоммуникации; O32 Управление технологическими инновациями и разработками.

Abstract

The article analyzes the perspectives of the further development of mobile communications in today's conditions of economic and political fragmentation of the world and the emerging processes of convergence of technologies. An analysis of technical aspects and aspects applications of current and future networks shows that the technological structure and design architecture of systems and networks are primarily focused on generating profits, which is the main priority of technical solutions. Implementation of functional tasks is secondary. It is proposed to consider the transition to a "task-based" goal-setting paradigm as a promising alternative to a monetary approach for the development of mobile communications.

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 колонтитуле 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 опубликовать, отпадает необходимость в письменном договоре. Если автор присылает статью в журнал и просит ее разместить, он нарушает стандартную процедуру и может создать нам сложности в будущем. Старайтесь следовать правилам и не создавать нам проблем!