

ЭКОНОМИКО-
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПЛАНОВО-УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ:
ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

В.И. Данилин, Д.А. Жданов

DOI: 10.33293/1609-1442-2023-4(103)-7-21

EDN: WIAWLT

Аннотация. В статье представлены теоретические и методологические результаты моделирования экономической деятельности предприятий, полученные в Лаборатории методов и механизмов управления предприятиями ЦЭМИ РАН с 1963 г. по настоящее время, показана содержательная логика развития данных научных исследований в их хронологической последовательности. Исходно исследования в Лаборатории начали проводиться в двух направлениях: а) методология создания автоматизированных систем управления на предприятиях и в отраслях; б) экономико-математическое

© Данилин В.И., Жданов Д.А., 2023 г.

Данилин Вячеслав Иванович, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия; danilinvi@mail.ru; SPIN: 5157-1356
Жданов Дмитрий Алексеевич, доктор экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия; djhdanov@mail.ru; eLibrary SPIN: 5875-1109; ORCID 0000-0001-9372-2931

моделирование составления производственных планов. В рамках первого направления были впервые разработаны методические материалы, определяющие состав автоматизированных систем управления предприятиями с дискретным характером производства. В рамках второго, основного, направления разрабатывался экономико-математический инструментарий принятия плановых решений предприятиями на основе комплексов многоуровневых моделей, где особое внимание уделяется вертикальному и горизонтальному согласованию плановых решений при помощи систем экономико-математических моделей. Работы, связанные с экономико-математическим моделированием плановой деятельности на разных уровнях управления на предприятии, продолжаются и в настоящее время. В последнее десятилетие спектр исследований Лаборатории расширился, и к традиционным направлениям добавились новые, актуальные задачи рационализации деятельности отечественных предприятий. В частности, задачи структурной трансформации вертикально связанных отраслей промышленности; механизмы налаживания продуктивных межфирменных кооперационных связей; способы рационализации управления предприятиями в условиях цифровой трансформации; меры активизации человеческого капитала предприятий. Представленные результаты позволяют утверждать, что Лаборатория остается в числе активных разработчиков экономико-математических моделей управления отечественными производственными предприятиями.

Ключевые слова: экономика, планирование, предприятие, компания, экономико-математические модели, согласование, трансфертные цены, агентские отношения, человеческий капитал.

Классификация *JEL*: D24, M11, M12.

Для цитирования: Данилин В.И., Жданов Д.А. (2023). Экономико-математическое моделирование планово-управленческой деятельности предприятий: прошлое и настоящее // Экономическая наука современной России. № 4 (103). С. 7–21. DOI: 10.33293/1609-1442-2023-4(103)-7-21. EDN: WIAWLT

Экономико-математическое моделирование является одним из важных, но, к сожалению, не полностью реализованных инструментов совершенствования систем

управления компаниями. В представленной статье описаны основные направления научных исследований, проводимых в лаборатории методов и механизмов управления предприятиями (далее Лаборатория) Центрального экономико-математического института (ЦЭМИ) РАН в различные периоды ее жизни. Поскольку объем журнальной публикации ограничен, в настоящем материале отражены, в первую очередь, результаты исследований, а процедуры расчетов, обоснование полученных результатов, иные аналогичные позиции не вошли в статью, но представлены в приведенных ссылках.

НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

ЦЭМИ АН СССР был организован 19 июля 1963 г., а 11 октября 1963 г. Президиум Академии наук СССР утвердил структуру Института, в рамках которой была создана Лаборатория автоматизированных систем управления, впоследствии переименованная в Лабораторию методов и механизмов управления предприятиями. Ее руководителем 1 декабря 1963 г. был назначен Анатолий Андреевич Модин, а с 1980 г. и по настоящее время ее возглавляет Вячеслав Иванович Данилин.

Объектом исследования Лаборатории всегда являлась управленческая деятельность отечественных производственных предприятий, воспринимаемых как основное звено создания стоимости. При создании Лаборатории были выделены два основных, особенно актуальных в то время, направления исследований: разработка методологии создания автоматизированных систем управления и экономико-математических моделей планирования на предприятиях.

В рамках первого направления были созданы межотраслевые методические материалы, определяющие состав автоматизированных систем управления предприятиями с дискретным характером производства,

а также предложена процедура их разработки и внедрения (Федоренко и др., 1968; Барский, 1971). Эта методика в дальнейшем стала основополагающим документом создания АСУ на предприятиях страны. В рамках данного подхода проводились исследования, направленные на создание интегрированных систем управления и позволяющие комплексно рассмотреть подготовку единой информационной базы для АСУ и сформировать системный взгляд на подготовку производственных планов предприятия¹.

Вторым, наиболее интересным направлением деятельности лаборатории являлась разработка экономико-математических моделей функционирования различных сфер предприятий. Наибольший прогресс был достигнут в части создания моделей производственного планирования – от перспективного до оперативно-календарного. Модели формировались на основе анализа производственных задач, которые выявлялись в процессе взаимодействия с руководителями отечественных предприятий (завод «Красный пролетарий», объединение «Оргстанкинпром», Воронежский авиационный завод и др.). Изучались проблемы, возникающие при управлении предприятиями самолетостроения, станкостроения, приборостроения. Интернета не было, но библиотеки Москвы регулярно получали зарубежные научные издания по теме исследований. Эти источники явились базой для собственных теоретических и практических разработок Лаборатории.

В подготовке моделей оптимизации процессов функционирования предприятий также был достигнут значительный прогресс. Теоретическая значимость этого направления для развития микроэкономики и актуальность для практического использования обусловили большой объем публикаций². Следующим

шагом в развитии этого направления стала разработка методологии экономико-математического инструментария формирования управленческих решений на предприятиях на основе комплексов многоуровневых моделей.

В этот период в Лаборатории разрабатывались теоретические основы систем управления производством. В их основу легли модели, обеспечивающие интерактивность расчетов, иерархичность уровней принятия решений, многоконтурность и обратные связи контроля состояний, дискретность поступления информации, самонастраиваемость и оптимизация согласования плановых решений. Сейчас такие системы называют интегрированными, имея ввиду согласованность многих решений, и интеллектуальными – вследствие того, что они формируют оптимальные решения. Различным иерархическим уровням управления свойственно свое время жизни решений от момента принятия до исполнения, т. е. до момента, когда решение повлияло на управляемый процесс и следует принимать следующее решение – уже для текущего состояния управляемого процесса и внешней среды.

С точки зрения времени жизни решений иерархический комплекс моделей оптимизации в интерактивной системе внутрифирменного управления позволял охватывать всю вертикаль управления и выделять главные задачи, свойственные соответствующим уровням управления. Сюда вошли следующие решения:

- модели развития предприятия, принятие решений, связанных с изменением производственной структуры объекта, объемов и ассортимента продукции (стратегическое управление);
- задачи оптимизации производственной программы предприятия, выбор выпускаемых в рассматриваемом периоде времени продуктов (первый уровень текущего управления);
- объемно-календарное планирование производства, распределение во времени производственной программы предприятия по

¹ Среди публикаций данного периода выделим следующие: (Брыкин и др., 1965; Барский, Данилин, Коротяев, 1971).

² Здесь можно указать следующие работы (Брыкин, Данилин, 1968; Данилин, 1975).

его подразделениям (второй уровень текущего управления);

- оперативно-производственное планирование и регулирование работы подразделений.

Для решения этих проблем были созданы три группы: первая занималась разработкой систем моделей перспективного и текущего планирования на предприятии (руководитель В.И. Данилин); вторая – оперативно-календарного планирования (руководитель И.П. Шубкина) и третья – согласования моделей отраслевого планирования с моделями производственных предприятия (руководитель Б.А. Лагоша).

Основными категориями моделей, разрабатываемых в Лаборатории в тот период, были комплексы моделей текущего и оперативно-производственного планирования производственных предприятий.

В основу комплекса *моделей текущего планирования* легло сочетание оптимизационных моделей выбора производственной программы с балансовыми моделями. Оптимальная годовая производственная программа, сбалансированная по ресурсам и основным технико-экономическим показателям, являлась основанием для распределения плановых заданий и использования ресурсов производства во времени (Модин, Данилин, 1973; Данилин, 1975; Данилин и др., 1977, 1982). Моделирование обоих указанных аспектов (составление годовой программы и ее распределение по интервалам) обеспечивало взаимную увязку годового и оперативного планирования.

В основу комплекса *моделей оперативно-производственного планирования* были положены модели объемно календарного и собственно календарного планирования с линейной и сетевой структурой работ, описывающих организационно-технологические взаимосвязи объекта управления³. В качестве

объектов практического приложения данных моделей выступали механообрабатывающие предприятия, на которых и обкатывались сформированные модельные решения.

Итоговой публикацией за этот период стала монография под редакцией Н.П. Федоренко и И.П. Шубкиной «Экономико-математические модели в системе управления предприятиями» (М.: Наука, 1983).

Работы, направленные на создание систем экономико-математических моделей для разных уровней управления на предприятии, продолжаются и до настоящего времени (Татаров, 1993; Плещинский, 2004, Данилин, 1997, 2006, 2019).

Существенное внимание в Лаборатории уделялось (и продолжает привлекать внимание в настоящее время) процессам вертикального и горизонтального согласования решений и разработки соответствующих систем моделей, поддерживающих процессы согласования плановых решений в компаниях⁴.

Специальное внимание следует уделить созданной в Лаборатории двухуровневой модели оптимизации производственной программы, согласованной с организационно-технологическими условиями ее выполнения. Она состоит из параметрической объемно-динамической модели оптимизации производственной программы и сетевой модели оптимального функционирования производства. Модель первого уровня описывает выбор производственной программы, которая максимизирует прибыль предприятия при ограничениях на используемые по периодам времени ресурсы, на число изделий и сроки их изготовления. Второй уровень представлен сетевой моделью оптимального функционирования производства. В ней потребность нескладируемых ресурсов труда и оборудования учитывается по более детализированным промежуткам времени – тактам, из которых складывается каждый период. С учетом

³ Следует отметить также публикации, посвященные рассматриваемой теме (Плещинский, Шубкина, Эзрин, 1977; Плещинский, Шубкина, 1978; Плещинский, 1982).

⁴ Наиболее значительные работы данного направления – (Плещинский, 1987, 1990; Данилин, 2015, 2020).

ограничений порядка выполнения заданных сетью работ определяется расход ресурсов каждой операции в тактах производственного процесса, который оптимален по критерию равномерного по времени потребления ресурсов, а именно, минимизируется максимальное отношение используемого количества ресурсов к имеющемуся. В результате согласования определяется оптимальное решение исходной глобальной задачи.

Двухуровневая модель была реализована в интерактивной иерархической компьютерной системе ТЭП СОДР (Плещинский, Максимов, 1988). В названии отражено основное достоинство модели – возможность технико-экономического планирования, согласованного с объемно-динамическим распределением производственной программы по подразделениям. К сожалению, технические характеристики ЭВМ того времени не удовлетворяли необходимым требованиям. В этом смысле время появления теории опередило возможности ее практического использования, хотя состоялась экспериментальная апробация системы на базе ЭВМ ЕС-1060 на ряде промышленных предприятий.

ПЕРИОД РЫНОЧНЫХ РЕФОРМ

Результаты, полученные в советский период, и наработанный инструментарий моделирования деятельности предприятий помогли подготовить решения, соответствующие новым условиям, в которых отечественные компании оказались с начала 1990-х годов. Экономические преобразования, переход экономики России к формированию рыночных институтов, подтолкнули к расширению проблематики исследований Лаборатории, она сместилась к изучению роли экономических субъектов в текущей экономической ситуации, к анализу и моделированию становления отечественных корпоративных отношений (Данилин, 2014; Данилин и др. 2018).

В частности, в Лаборатории проводилось моделирование хозяйственной деятельности финансово-промышленных групп и холдингов, которые стали активно формироваться с середины 1990-х годов. Разработка организационных проектов таких структур потребовала развития методов и механизмов управления предприятиями с учетом оптимизации вертикальных межфирменных взаимодействий. Была поставлена задача разработки механизмов, обеспечивающих максимально возможные значения критериев эффективности, при взаимодействии предприятий с контрагентами, причем поведение предприятий в среде этих институтов должно быть экономически выгодно для государства благодаря росту налоговых поступлений (Данилин, Клейнер, Роузфилд, 1994).

В результате анализа условий вертикальных взаимодействий был предложен (Плещинский, 2000) и впоследствии подробно исследован механизм равновесных трансфертных цен (МРТЦ). При использовании МРТЦ продукция поставляется предприятию-потребителю по трансфертным ценам ниже рыночных, а возмещение предприятию-поставщику разницы ее стоимости в рыночных и трансфертных ценах осуществляется предприятием-потребителем из своей выручки.

В этом случае предприятие-поставщик получает выручку за свою продукцию в два этапа. На первом, связанном с фактом поставки, предприятие-потребитель оплачивает только часть стоимости продукции поставщика, что эквивалентно использованию трансфертных цен ниже рыночных и предоставлению поставщиком кредита потребителю. На этом этапе предприятие-поставщик осуществляет инвестиции в оборотные фонды потребителя. После того, как предприятие-потребитель получил выручку за свою продукцию, он возвращает поставщику за внутригрупповую поставку разницу в стоимости продукции поставщика по рыночным и трансфертным ценам (трансферт) с определенным процентом от этой суммы, называемым ставкой по внутригрупповым сделкам.

кам, или ставкой трансферта. Уровень ставки определяется путем согласования экономических интересов участников. Важной особенностью предложенного механизма равновесных трансфертных цен является наличие указанного трансферта и одинаковые условия налогообложения участников сделки. Вследствие этого МРТЦ эффективен не только для предприятий, но и для государственного бюджета. В этом его принципиальное отличие от применения трансфертных цен вертикально интегрированными корпорациями для ухода от налогов, когда центром прибыли являлось предприятие-потребитель, зарегистрированное в зоне с более низкими ставками налогов, а трансферт в явном виде отсутствует.

Параметры состояния производственно-экономических агентов являются равновесными в том смысле, что участникам взаимодействия не выгодно от них отклоняться в силу согласованности экономических интересов. Возникающая при этом экономия оборотных средств предприятия-потребителя, как и его издержки, зависят от параметров сделки. В силу наличия трансферта возрастает доход и у предприятия-поставщика. Методологически было важно дать количественную оценку снижения издержек при переходе от сделок по рыночным ценам к применению рассматриваемой формы взаимодействия, определить их минимальную величину при применении МРТЦ в зависимости от характеристик предприятий-участников.

Кроме анализа тактической эффективности механизма вертикального взаимодействия предприятий в текущем периоде также актуален анализ стратегической эффективности. Он связан с решением ряда важных вопросов. При каких параметрах механизма трансфертных цен равновесная траектория функционирования экономически независимых агентов при реинвестировании прибыли является стратегически оптимальной? За счет каких факторов, и при каких условиях тактически оптимальная траектория функционирования холдинга при сделках между дочерними обществами по трансфертным ценам

и при реинвестировании прибыли является стратегически оптимальной? Ответы на эти и другие вопросы были даны в работах (Плещинский, 2001а, 2001б).

В результате развития этого направления были разработаны мезоэкономическая и микроэкономическая технологии оптимизации управленческих решений. Мезоэкономическая технология предназначена для эффективного решения проблемы двойной маргинализации в вертикально связанных отраслях промышленности в условиях несовершенной конкуренции. Создан механизм вертикальных межфирменных взаимодействий с управляемой надбавкой к затратам и вычисляемая модель структурной трансформации вертикально связанных отраслей промышленности. Механизм управляемой надбавки к затратам позволяет участникам получать такую же величину суммарной прибыли, как при создании ими интегрированной фирмы. При этом разработаны модели и уравнения равновесия вертикальных олигополий вплоть до интеграции производителей промежуточного и конечного продукта в результате применения контрактной формы сделок между предприятиями по цене ниже рыночной и наличия компенсирующего трансферта, выплачиваемого производителем конечного продукта.

Также создана модель сотрудничества фирм, конкурирующих в разработке технологических инноваций, при различных компетенциях разработчиков технологических инноваций. Выявлены минимальные и максимальные затраты каждой фирмы на разработку новой технологии, которые и определяют ее стратегию. Эти границы издержек на нововведения равны приведенным приростам прибыли фирм от применения ими альтернативных стратегий. В координатах положительных значений инновационных затрат они задают пять областей. В каждой игроки выбирают одну выгодную им стратегию. Доказана экономическая эффективность сотрудничества в разработке технологических инноваций в условиях несовершенной конкуренции на товарных рынках. Результаты

анализа конкуренции и сотрудничества при создании снижающих издержки технологических инноваций подтверждены на числовых примерах дуополий Курно и Штакельберга (Плещинский, Жильцова, 2013а, 2013б; Плещинский, 2014).

Еще одним направлением деятельности Лаборатории после 1990-х годов стали исследования, направленные на формирование моделей, отражающих влияние предпочтений владельцев бизнеса на решения, которыми руководствуются компании в своей хозяйственной деятельности. Следует отметить, что отечественному бизнесу была свойственна высокая степень концентрации собственности и контроля со стороны ведущих акционеров, а также активное участие основных акционеров в управлении в качестве топ-менеджеров, существенное совмещения собственности и контроля, что определило интерес к изучению влияния таких лиц на хозяйственную деятельность компании.

В рамках данной темы изучались предпочтения, которыми руководствуются экономические субъекты при осуществлении выбора. В соответствии с неоклассической теорией, «человек экономический» руководствуется полной рациональностью. В рамках поведенческого (бихевиористского) подхода уже учитываться ограниченность как информации, так и когнитивных способностей субъектов, что приводит к их ограниченной рациональности. Слабая форма рациональности («органическая рациональность») обращается к принятию решений в условиях различных юридических, административных и моральных барьеров. Была введена новая категория – слаборациональное поведение экономических индивидуумов, исследовано их влияние на формирование управленческих предпочтения и обосновано включение в состав приоритетов выбора нового развернутого набора индивидуальных черт субъекта, в существенной степени определяющих его управленческое поведение (Жданов, 2014, 2017). Предложенный подход существенно расширил состав анализируемых мотивов

выбора, куда, помимо норм строгой рациональности и социальных норм, был включен расширенный состав этических норм, психологических и поведенческих особенностей человека.

Изучалось влияние поведенческих предпочтений собственников на действия подконтрольных им хозяйствующих субъектов, в частности, влияние поведения на формирование организационной структуры промышленных корпораций, анализировались практика влияния слаборациональных предпочтений отечественных собственников на деятельность подконтрольных корпораций. По результатам исследования подготовлены рекомендации для совершенствования организационной структуры компаний, рационализации состава активов холдинга, определению функций корпоративного центра (Жданов, 2016).

В рамках данного направления также изучалось влияние слаборациональных предпочтений акционеров компаний на выбор ими топ-менеджеров, что позволило, в частности, предложить решение ключевой задачи агентских отношений – найма наиболее продуктивного руководителя. Были определены основные критерия полезности топ-менеджера, являющиеся определяющими при его найме собственником, а также установлены ключевые группы индивидуальных свойств такого агента, определяющие его полезность для компании (Жданов, 2012, 2013).

Введен модельный механизм интерпретации результативности таких руководителей с использованием функции полезности топ-менеджера для собственника бизнеса и продемонстрирован характер влияния слабо рациональных предпочтений принципалов на отбор агентов. Сформирована модель влияния полезности индивидуальных качеств руководителей отдельных единиц корпорации холдингового типа на распределение управленческих задач между корпоративным центром и остальными службами. Предложены подходы к отбору таких руководителей, позволяющие повысить производительность организа-

ционной структуры корпорации. В качестве практического приложения введенного подхода подготовлены научно-методические рекомендации для отбора первых лиц компании, обладающих максимальной потенциальной полезностью (Жданов, 2016). Предложенный теоретический и практический инструментарий нашел место при становлении отечественных институтов корпоративного управления, повышении результативности отечественных корпораций.

ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

В последнее десятилетие спектр исследований Лаборатории продолжал расширяться, наряду с работами, связанными с моделированием плановой деятельности предприятий, стали проводиться исследования и в иных актуальных областях функционирования предприятий. При этом стоит отметить, что такие работы в существенной степени базировались на методах и подходах, накопленных в Лаборатории в предыдущие годы.

Потребность в снижении транзакционных издержек и необходимость рационализации кооперационных связей предприятий, на фоне увеличения числа рыночных игроков, с одной стороны, и желание реструктурировать предприятия, отказаться от избыточных функций и процессов, исторически свойственных отечественным компаниям, – с другой, определили интерес к теме совершенствования производственной кооперации. С этой целью исследовались возможности повышения эффективности предприятия путем передачи части работ на аутсорсинг и механизмы рационализации таких связей. Были определены критерии, помогающие установить операции, наиболее подходящие для передачи внешнему провайдеру и процедуры выбора лучшего исполнителя. В результате моделирования процессов взаимодействия предложены оригинальные решения, включающие в контур

рассмотрения, помимо традиционные параметры, связанных с запросами заказчика и возможностями исполнителя, дополнительные факторы. Сюда вошли особенности (характер) взаимоотношения сторон, а также состояние рыночного сегмента, в котором осуществляются работы. Предложена методика оценки вариантов передачи операций стороннему исполнителю, основанная на введенном подходе (Жданов, 2020а);

Еще одна проблема, особенно остро стоящая перед малыми и средними предприятиями, – недостаток инвестиционных средств для расширения деятельности. В данной связи была подготовлена модель партнерского взаимодействия малых и средних предприятий с банками, облегчающая получение ими заемных средств, что традиционно является проблемой для данной категории компаний. Особенностью модели стал акцент на налаживание отношений межфирменного доверия сторон как на инструмент поддержания устойчивых взаимовыгодных контактов рассматриваемых субъектов. Использование предлагаемых решений позволяет банку увеличить клиентскую базу и заработать на иных услугах, а малому бизнесу получить столь необходимые средства, активизировать инвестиционные процессы, поддержать развитие. Были представлены организационные решения, способствующие реализации модели на практике (Жданов, 2021а);

Активное внедрение цифровых технологий в хозяйственную жизнь предоставило новые возможности функционирования компаний, их объединения в интегрированные структуры. В частности высокотехнологичный бизнес все чаще использует платформенные экосистемы в качестве искомой модели управления, да и в целом экосистемные компании вытесняют традиционные корпорации с лидерских позиций. Все это предопределило научный интерес к осмыслению свойств экосистем и закономерностей их развития. В данной связи исследовались особенности управления платформенными экосистемами, определяющие их конкурентный потенци-

ал. Были выделены три группы управленческих решений, позволяющие платформенным экосистемам реализовать ускоренное инновационное развитие, обеспечивающие им конкурентные преимущества по сравнению с традиционными бизнес-моделями. К таким решениям отнесены: а) характер отношений с клиентами (формирование индивидуально-ориентированного ценностного предложения); б) организационная структура и культура (создание инновационно-ориентированной организационной структуры и корпоративной культуры); в) лидерство в системе (управленческие взаимоотношения, ориентированные на творчество, а не соблюдение стандартов и норм). Констатируется, что применение обозначенных управленческих технологий позволяет успешно адаптировать высокотехнологичный бизнес к требованиям цифровой экономики (Жданов, 2021б).

Поскольку цифровизация была объявлена одной из приоритетных национальных задач, в Лаборатории проводились исследования и по данной теме. В частности изучались отраслевые особенности использования цифровых технологий отечественными компаниями. С этой целью были построены рейтинги предприятий различных сфер деятельности на базе показателей, характеризующих их цифровую зрелость. В итоге сформирован развернутый рейтинг цифровой зрелости предприятий и организаций различных промышленных секторов и сфер социальной деятельности России. На основании проведенного анализа выделены метрики, позволяющие оценить изменения, происходящие под влиянием цифровизации в промышленности и социальной сфере страны. Предложен механизм сравнения предприятий различных отраслей, учитывающий значимость (веса) отдельных признаков, и проведено ранжирование производств. Сформированы группы отраслей, отличающиеся активностью использования цифровых технологий входящими в них компаниями. Показано, что верхние строчки списка заняли отрасли, ориентированные на высокотехнологичную базу, а также те, кто

смог включить цифровые решения в свои бизнес-процессы, научились трансформировать информацию в продукты и денежные результаты. Представлены итоговые рекомендации, направленные на ускорение цифрового развития отечественных предприятий (Жданов, 2023а).

Отдельный большой блок работ связан с повышением результативности человеческого капитала (ЧК) на отечественных предприятиях (Жданов, 2020b, 2022a, 2022b, 2023b). Данная тема привлекла внимание в связи с возрастанием роли персонала в обеспечении эффективности современной компании, особенно в условиях наступления экономики знаний, активной цифровизации предприятий и использования искусственного интеллекта. Именно знания, компетенции, активность работников, являются в таких условиях одним из основных факторов успеха предприятия, повышения его конкурентоспособности.

Особенностью проводимых работ стало использование в качестве методологической основы системной экономической теории. Такой взгляд помог установить требования к знаниям, навыкам и способностям персонала, обеспечивающего деятельность отдельных подсистем предприятия. Сопоставление компетенций персонала, с одной стороны, и задач каждой из подсистем, с другой, дало возможность сгруппировать элементы ЧК компании в зависимости от участия в решении обозначенных задач, что позволило адресно перейти к целевому воздействию на выделенные элементы кадровых ресурсов, а с их помощью – на подсистемы предприятия.

На основании отмеченных методических позиций были подготовлены способы решения нескольких базовых задач управления персоналом, урегулирование которых пока не нашло окончательного ответа. В частности предложено решение следующих задач:

- сформирован подход к оценке состояния ЧК предприятия, ориентированный на учет точности отображения состояния исследуемого объекта, что является традиционной проблемой рассматриваемой сферы, и по-

звolyающий распределить методы оценки по первоочередности использования;

- выявлены ключевые стадии, составляющие сообразный цикл развития ЧК предприятия, определяющие его эволюцию, а также установлены позиции корпоративного и индивидуального ЧК, наиболее ориентированные на решение задач соответствующих этапов;

- установлен набор элементов (компетенций), формирующих ЧК работника предприятия, работающего в цифровой экономике, а также определить состав модели корпоративного ЧК такого предприятия и провести их ранжирование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, отметим, что Лаборатория на протяжении всей своей деятельности занималась созданием моделей оптимизации ключевых проблем управления такими сложными экономическими объектами, как предприятия и их объединения. Моделирование таких производственных систем привело к формированию комплекса линейных и сетевых моделей. Исследования начинались с локальных моделей и постепенно переходили к модельным комплексам, учитывающим сложность объекта-системы как в «горизонтальном» (технология производства) и «вертикальном» (организационная иерархия), так и временном (горизонты управления и моделирования) измерениях. Решение проблем согласования в приведенных измерениях составляет существенных научный результат.

Основной тематикой работ в начальный период являлись системы экономико-математических моделей принятия плановых решений в производственных компаниях. В дальнейшем, благодаря накопленным компетенциям, спектр работ расширился. Так в последние годы в Лаборатории проводятся исследования, оперативно реагирующие на

актуальные задачи адаптации отечественных предприятий к меняющимся запросам рыночной среды. В частности, осуществляются исследования и формируются модели: структурной трансформации вертикально связанных отраслей промышленности; инструментов конкуренции и сотрудничества при разработке нововведений; предпочтений доминирующих акционеров, являющихся одновременно топ-менеджерами, и их влияния на деятельность корпораций. Также проводятся работы, направленные на рационализацию межфирменных кооперационных связей предприятий; совершенствование управления компаниями в условиях цифровой трансформации; активизацию человеческого капитала на производственных предприятиях.

Надеемся, что появляющаяся сегодня, в условиях роста экономики, заинтересованность институтов и экономических субъектов (особенно крупных компаний) в методологии оптимальных решений и прикладных методах оптимального управления корпоративного масштаба приведет к росту спроса на компетенции и задачи рационализации производства и востребованность работ Лаборатории.

Список литературы / References

- Барский А.Д. (1971). Методологические вопросы анализа и проектирования автоматизированных систем обработки данных. М.: ЦЭМИ АН СССР. [Barskiy A.D. (1971). *Methodological issues of analysis and design of automated data processing systems*. Moscow, CEMI AS USSR (in Russian).]
- Барский А.Д., Данилин В.И., Коротяев М.Ф. (1971). Принципы построения интегрированных систем обработки данных // Экономико-математические методы. Т. VII. Вып. 2. [Barskiy A.D., Danilin V.I., Korotyaev M.F. (1971). Principles of building integrated data processing systems. *Economics and Mathematical Methods*, vol. VII, iss. 2 (in Russian).]

- Брыкин Ю.С. и др. (1965). Методика анализа систем управления и информации на промышленном предприятии. М.: ЦЭМИ АН СССР. [Brykin Yu.S. et al. (1965). *Methodology for analyzing control and information systems at an industrial enterprise*. Moscow, CEMI AS USSR (in Russian).]
- Брыкин Ю.С., Данилин В.И. (1968). Задачи производственного планирования в АСУ. В сб. докладов 2-й конференции молодых ученых ЦЭМИ АН СССР. М.: ЦЭМИ АН СССР. [Brykin Yu.S., Danilin V.I. (1968). Production planning tasks in automated control systems. *On comped. of reports to the 2nd Conference of young scientists of the CEMI AS USSR*. Moscow, CEMI AS USSR (in Russian).]
- Данилин В.И. (1975). Экономико-математические модели годового планирования на предприятии. М.: Наука. [Danilin V.I. (1975). *Economic and mathematical models of annual planning at an enterprise*. Moscow, Nauka (in Russian).]
- Данилин В.И. (1997). Экономико-математическая модель развития корпорации // Российский экономический журнал. № 10. С. 82–98. [Danilin V.I. (1997). Economic and mathematical model of corporation development. *Russian Economic Journal*, no. 10, pp. 82–98 (in Russian).]
- Данилин В.И. (2006). Операционное и финансовое планирование в корпорации (методы и модели). М.: Наука. [Danilin V.I. (2006). *Operational and financial planning in a corporation (methods and models)*. Moscow, Nauka (in Russian).]
- Данилин В.И. (2014). Финансовый менеджмент (категории, задачи, тесты, ситуации). 2-е изд., перераб. и доп. М.: Проспект. 376 с. [Danilin V.I. (2014). *Financial management (categories, tasks, tests, situations)*. 2nd ed., rev., additional. Moscow, Prospect, 376 p. (in Russian).]
- Данилин В.И. (2015). Система моделей согласования решений между подразделениями управления и компанией в целом // Экономика и математические методы. № 4. С. 37–58. [Danilin V.I. (2015). A system of models for coordinating decisions between management departments and the company as a whole. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 4, pp. 37–58 (in Russian).]
- Данилин В.И. (2019). Система моделей горизонтального согласования плановых решений различными подразделениями компании // Экономика и математические методы. Т. 55. № 1. С. 85–100. [Danilin V.I. (2019). A system of models for horizontal coordination of planning decisions by various divisions of the company. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 55, no. 1, pp. 85–100 (in Russian).] DOI: 10.31857/S042473880003985-2
- Данилин В.И. (2020) Система моделей роста мощности компании // Экономическая наука современной России. № 4 (91). С. 62–75. [Danilin V.I. (2020) System of company capacity growth models. *Economics of Contemporary Russia*, no. 4 (91), pp. 62–75 (in Russian).] DOI: 10.33293/1609-1442-2020-4(91)-62-75
- Данилин В.И., Жданов Д.А., Ставчиков А.И., Плещинский А.С. (2018). Экономико-математическое моделирование в системе управления предприятием // Экономика и математические методы. Т. 54. № 3. С. 122–131. [Danilin V.I., Zhdanov D.A., Stavchikov A.I., Pleshchinskiy A.S. (2018). Economic and mathematical modeling in an enterprise management system. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 54, no. 3, pp. 122–131 (in Russian).] DOI: 10.31857/S042473880000666-1
- Данилин В.И., Клейнер Г.Б., Роузфилд С. (1994). Действующая модель реформы и угроза гипердепрессии // Российский экономический журнал. № 12. С. 48–55. [Danilin V.I., Kleyner G.B., Rouzfeld S. (1994). The current reform model and the threat of hyperdepression. *Russian Economic Journal*, no. 12, pp. 48–55 (in Russian).]
- Данилин В.И., Ловелл Н., Матеров И.С., Роузфилд С. (1982). Нормативные и стохастические методы измерения и контроля эффективности работы фирмы и предприятия // Экономика и математические методы. Т. 18. Вып. 1. [Danilin V.I., Lovell N., Materov I.S., Rouzfeld S. (1982). Normative and stochastic methods for measuring and monitoring the performance of a company and enterprise. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 18, iss. 1 (in Russian).]
- Данилин В.И., Панченко А.Г., Черенков Ю.А., Куранов А.Н., Сивухина Т.В. (1977). Система матричных моделей технико-экономического управления на предприятии. М.: Наука. [Danilin V.I.,

- Panchenko A.G., Cherenkov Yu.A., Kuranov A.N., Sivukhina T.V. (1977). *System of matrix models of technical and economic management at the enterprise*. Moscow, Nauka (in Russian).]
- Жданов Д.А. (2012). Агентские отношения и организационное построение корпораций // Экономическая наука современной России. № 4 (59). С. 91–97. [Zhdanov D.A. (2012). Agency relationships and organizational structure of corporations. *Economics of Contemporary Russia*, no. 4 (59), pp. 91–97 (in Russian).]
- Жданов Д.А. (2013). Агентские отношения: российское лицо (Россия – страна дилетантов?) // Экономическая политика. № 3. С. 61–84. [Zhdanov D.A. (2013). Agency relations: a Russian face (Is Russia a country of amateurs?). *Economic Policy*, no. 3, pp. 61–84 (in Russian).]
- Жданов Д.А. (2014). Внеэкономические цели как фактор организационного построения корпораций // Экономическая политика. № 2. С. 99–110. [Zhdanov D.A. (2014). Non-economic goals as a factor in the organizational structure of corporations. *Economic Policy*, no. 2, pp. 99–110 (in Russian).]
- Жданов Д.А. (2016). Первое лицо компании: как подобрать лучшего руководителя? // Экономическая наука современной России. № 1. С. 62–76. [Zhdanov D.A. (2016). The first person of the company: how to choose the best leader? *Economics of Contemporary Russia*, no. 1, pp. 62–76 (in Russian).]
- Жданов Д.А. (2017). Модель поведения экономического индивидуума в контексте общественной эффективности // Экономическая наука современной России. № 4 (79). С. 34–42. [Zhdanov D.A. (2017). Model of behavior of an economic individual in the context of social efficiency. *Economics of Contemporary Russia*, no. 4 (79), pp. 34–42 (in Russian).]
- Жданов Д.А. (2020a). Выбор работ для передачи на аутсорсинг: инструменты оценки // Управленческие науки = Management Sciences in Russia. № 10 (1). С. 6–21. [Zhdanov D.A. (2020a). Selecting work for outsourcing: assessment tools. *Management Sciences in Russia*, no. 10 (1), pp. 6–21 (in Russian).] DOI: 10.26794/2404-022X-2020-10-1-6-21
- Жданов Д.А. (2020b). Человеческий капитал предприятия в контексте системной экономики // Экономическая наука современной России. № 4 (91). С. 24–38. [Zhdanov D.A. (2020b). Human capital of an enterprise in the context of a systemic economy. *Economics of Contemporary Russia*, no. 4 (91), pp. 24–38 (in Russian).] DOI: 10.33293/1609-1442-2020-4(91)-25-38
- Жданов Д.А. (2021a). Доверие как основа партнерского взаимодействия малых предприятий и банков // Финансы: теория и практика. № 25 (2). С. 96–113. [Zhdanov D.A. (2021a). Trust as the basis for partnership between small businesses and banks. *Finance: Theory and Practice*, no. 25 (2), pp. 96–113 (in Russian).] DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-2-96-113
- Жданов Д.А. (2021b). Цифровая трансформация: платформенные экосистемы как инструмент управления высокотехнологичным бизнесом // Управленческие науки. № 11 (4). С. 25–39. [Zhdanov D.A. (2021b). Digital transformation: platform ecosystems as a tool for managing high-tech businesses. *Management Sciences in Russia*, no. 11 (4), pp. 25–39 (in Russian).] DOI: 10.26794/2404-022X-2021-11-4-25-39
- Жданов Д.А. (2022a). Оценка величины человеческого капитала предприятия: проблемы и решения // Мир экономики и управления. Т. 22. № 4. С. 116–134. [Zhdanov D.A. (2022a). Assessing the value of human capital of an enterprise: problems and solutions. *World of Economics and Management*, vol. 22, no. 4, pp. 116–134 (in Russian).] DOI: 10.25205/2542-0429-2022-22-4-116-134
- Жданов Д.А. (2022b). Человеческий капитал предприятия: модель компетенций работника в цифровом мире. // *π-Economy*. Т. 15. № 5. С. 58–74. [Zhdanov D.A. (2022b). Human capital of an enterprise: a model of employee competencies in the digital world. *π-Economy*, vol. 15, no. 5, pp. 58–74 (in Russian).] DOI: 10.18721/JE.15504
- Жданов Д.А. (2023a). Цифровизация отечественных производственных компаний: состояние и перспективы // Экономическая наука современной России. № 2. С. 127–141. [Zhdanov D.A. (2023a). Digitalization of domestic

- manufacturing companies: status and prospects. *Economics of Contemporary Russia*, no. 2, pp. 127–141 (in Russian).] DOI: 10.33293/1609-1442-2023-2(101)-127-141
- Жданов Д.А. (2023b). Онтогенез человеческого капитала предприятия // *Управленческие науки*. № 13(1). С. 54–70. [Zhdanov D.A. (2023b). Digitalization of domestic manufacturing companies: status and prospects. *Management Sciences in Russia*, no. 13 (1), pp. 54–70 (in Russian).] DOI: 10.26794/2304-022x-2023-13-1-54-70
- Модин А.А., Данилин В.И. (1973). Комплекс моделей внутризаводского планирования // *Экономико-математические методы и модели планирования и управления*. Гл. 9, 10. М.: Знание. [Modin A.A., Danilin V.I. (1973). A set of in-plant planning models. *Economic and mathematical methods and models of planning and management*. Ch. 9, 10. Moscow, Znanije (in Russian).]
- Плещинский А.С. (1982). Сетевые модели оптимального планирования и регулирования производства // *Экономика и математические методы*. Т. 18. Вып. 2. [Pleshchinskiy A.S. (1982). Network models of optimal planning and production regulation. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 18, iss. 2 (in Russian).]
- Плещинский А.С. (1987). Процедуры согласования оптимальных решений в технико-экономическом и объемно-календарном планировании мелкосерийного производства // *Проблемы оптимизации планирования в производственных объединениях*. М.: ЦЭМИ АН СССР. [Pleshchinskiy A.S. (1987). Procedures for coordinating optimal solutions in technical, economic and volumetric scheduling planning of small-scale production. *Problems of optimization of planning in production associations*. Moscow, CEMI AS USSR (in Russian).]
- Плещинский А.С. (1990). Оптимизация производственной структуры, согласованной с производственной программой и режимом функционирования предприятия // *Модели принятия решений на предприятии: основа автоматизированных рабочих мест управления*. М.: ЦЭМИ АН СССР. [Pleshchinskiy A.S. (1990). Optimization of the production structure, consistent with the production program and mode of operation of the enterprise. *Models of decision making in an enterprise: the basis of automated management workstations*. Moscow, CEMI AS USSR (in Russian).]
- Плещинский А.С. (2000). Эффективные схемы межфирменных взаимодействий: механизм равновесных трансфертных цен. М.: ЦЭМИ РАН. [Pleshchinskiy A.S. (2000). *Effective schemes of inter-firm interactions: the mechanism of equilibrium transfer prices*. Moscow, CEMI RAS (in Russian).]
- Плещинский А.С. (2001a). Динамическая эффективность механизма равновесных трансфертных цен // *Экономика и математические методы*. Т. 37. № 4. [Pleshchinskiy A.S. (2001a). Dynamic efficiency of the equilibrium transfer price mechanism. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 37, no. 4 (in Russian).]
- Плещинский А.С. (2001b). Механизм равновесных трансфертных цен при вертикальном взаимодействии производственных экономических агентов // *Экономика и математические методы*. Т. 37. № 2. [Pleshchinskiy A.S. (2001b). The mechanism of equilibrium transfer prices in the vertical interaction of production economic agents. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 37, no. 2 (in Russian).]
- Плещинский А.С. (2004). Оптимизация межфирменных взаимодействий и внутрифирменных управленческих решений. М.: Наука. [Pleshchinskiy A.S. (2004). *Optimization of inter-company interactions and intracompany management decisions*. Moscow, Nauka (in Russian).]
- Плещинский А.С. (2014). Вертикальные межфирменные взаимодействия с управляемой надбавкой к затратам // *Экономика и математические методы*. Т. 50. № 4. [Pleshchinskiy A.S. (2014). Vertical intercompany interactions with manageable cost premiums. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 50, no. 4 (in Russian).]
- Плещинский А.С., Жильцова Е.С. (2013a). Анализ результатов модернизации производства в условиях олигопольной конкуренции инноватора и его преследователя // *Экономика и математические методы*. Т. 49. № 1. [Pleshchinskiy A.S., Zhil'tsova E.S. (2013a). Analysis of the results

- of production modernization in conditions of oligopolistic competition between the innovator and his pursuer. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 49, no. 1 (in Russian).]
- Плещинский А.С., Жильцова Е.С. (20136). Вычислимая модель модернизируемой отрасли // Экономика и математические методы. Т. 49. № 3. [Pleshchinskiy A.S., Zhil'tsova E.S. (20136). Computable model of modernized industry. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 49, no. 3 (in Russian).]
- Плещинский А.С., Максимов С.В. (1988). Интерактивная иерархическая система ТЭПСОДР // Модели производственно-хозяйственной деятельности объединений в условиях нового хозяйственного механизма. М.: ЦЭМИ АН СССР. [Pleshchinskiy A.S., Maksimov S.V. (1988). Interactive hierarchical system TEP-SODR. *Models of production and economic activity of associations under the conditions of a new economic mechanism*. Moscow, CEMI AS USSR (in Russian).]
- Плещинский А.С., Шубкина И.П. (1978). Использование моделей принятия решений при построении систем управления производством // Экономика и математические методы. Т. 14. Вып. 4. [Pleshchinskiy A.S., Shubkina I.P. (1978). Using decision-making models in building production management systems. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 14, iss. 4 (in Russian).]
- Плещинский А.С., Шубкина И.П., Эзрин В.Г. (1977). Классификация и обзор задач проектирования систем планирования производства // Экономика и математические методы. Т. 13. Вып. 5. [Pleshchinskiy A.S., Shubkina I.P., Ezrin V.G. (1977). Classification and overview of design problems for production planning systems. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 13, iss. 5 (in Russian).]
- Татаров В.А. (1993). Тенденции генезиса управления фирмами в условиях переходной экономики на базе современных информационных технологий // Модели внутрифирменного управления в условиях смешанной экономики. М.: ЦЭМИ РАН. С. 14–29. [Tatarov V.A. (1993). Trends in the genesis of company management in a transition economy based on modern information technologies. *Models of intra-company management in a mixed economy*. Moscow, CEMI RAS, pp. 14–29 (in Russian).]
- Федоренко Н.П., Модин А.А., Черняк Ю.И., Данилин В.И. (1968). Временные межотраслевые руководящие методические материалы по составу, содержанию проектов автоматизированных систем управления предприятиями с дискретным характером производства, последовательности их разработки и внедрения. М.: ЦЭМИ АН СССР. [Fedorenko N.P., Modin A.A., Chernyak Yu.I., Danilin V.I. (1968). *Temporary intersectoral guidance and methodological materials on the composition and content of projects for automated management systems for enterprises with a discrete nature of production, the sequence of their development and implementation*. Moscow, CEMI AS USSR (in Russian).]
- Экономико-математические модели в системе управления предприятиями (1983). Федоренко Н.П., Шубкина И.П. (ред.). М.: Наука. [Economic and mathematical models in enterprise management systems (1983). Fedorenko N.P., Shubkina I.P. (ed.). Moscow, Nauka (in Russian).]

Рукопись поступила в редакцию 31.10.2023

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF PLANNING AND MANAGEMENT ACTIVITIES OF ENTERPRISES: PAST AND PRESENT

V.I. Danilin, D.A. Zhdanov

DOI: 10.33293/1609-1442-2023-4(103)-7-21
EDN: WIAWLT

Vyacheslav I. Danilin, Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher, Central Economic and Mathematical Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; danilinv@mail.ru; SPIN: 5157-1356

Dmitriy A. Zhdanov, Doct. Sc. (Economics), Associate Professor, Leading Researcher, Central Economics and Mathematics Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; djhdanov@mail.ru; eLibrary SPIN: 5875-1109; ORCID 0000-0001-9372-2931

For reference: Danilin V.I., Zhdanov D.A. (2023). Economic and mathematical modelling of planning and management activities of enterprises: Past and present. *Economics of Contemporary Russia*, no. 4 (103), pp. 7–21. DOI: 10.33293/1609-1442-2023-4(103)-7-21. EDN: WIAWLT

Abstract. The article presents the theoretical and methodological results of modeling the economic activity of enterprises, obtained in the Laboratory of Methods and Mechanisms of Enterprise Management of the Central Economics and Mathematics Institute, the Russian Academy of Sciences from 1963 to the present, and shows the meaningful logic of the development of scientific research data in their chronological sequence. Initially, research in the Laboratory began to be carried out in two directions: a) methodology for creating automated control systems in enterprises and industries; b) economic and mathematical modeling of production plans. Within the framework of the first direction, methodological materials were first developed that determine the composition of automated management systems for enterprises with a discrete nature of production. Within the second, the main one, economic and mathematical tools for making planning decisions by enterprises were developed based on complexes of multi-level models, where special attention is paid to the vertical and horizontal coordination of planning decisions using systems of economic and mathematical models. Work related to economic and mathematical modeling of planned activities at different levels of management in an enterprise continues to the present day. In the last decade, the range of research of the Laboratory has expanded, and new, urgent tasks of rationalizing the activities of domestic enterprises have been added to the traditional areas. In particular, the tasks of structural transformation of vertically connected industries; mechanisms for establishing productive inter-company cooperation ties; ways to rationalize enterprise management in the context of digital transformation; measures to activate the human capital of enterprises. The presented results allow us to assert that the Laboratory remains among the active developers of economic and mathematical models for managing domestic production enterprises.

Keywords: economics, planning, company, economic and mathematical models, coordination, transfer prices, agency relations, human capital.

JEL classification: D24, M11, M12.

Manuscript received 31.10.2023