

Экономико-математическое моделирование в системе управления предприятием

© 2018 г. В.И. Данилин^{*}, Д.А. Жданов^{**}, А.С. Плещинский,
А.И. Ставчиков^{***}

Центральный экономико-математический институт РАН, Москва

^{}E-mail: danilini@mail.ru ^{**}E-mail: d.zdanov@emba.ru*

*^{***}E-mail: stav@cemi.rssi.ru*

Поступила в редакцию 15.02.2018 г.

В статье рассматриваются изменения теоретических и методологических взглядов в области моделирования экономической деятельности предприятий, разрабатываемых в лаборатории автоматизированных систем управления ЦЭМИ РАН (сегодня она называется лабораторией методов и механизмов управления предприятиями) с 1963 г. по настоящее время. Исследования проводились в двух направлениях: разработка методологии создания автоматизированных систем управления на предприятиях и в отраслях и разработка экономико-математических моделей планирования на предприятиях. В рамках первого направления были впервые в стране разработаны (совместно с другими лабораториями ЦЭМИ) временные межотраслевые руководящие методические материалы, определяющие состав автоматизированных систем управления предприятиями с дискретным характером производства, а также предложена последовательность их разработки и внедрения. Эта методика в дальнейшем стала основополагающим документом при создании АСУ на предприятиях страны. Вторым направлением стала разработка методологии построения экономико-математического инструментария формирования управленческих решений на предприятиях на основе комплексов многоуровневых моделей. Особое внимание уделяется проблемам вертикального и горизонтального согласования плановых решений при помощи систем экономико-математических моделей.

Ключевые слова: предприятие, компания, корпорация, экономика, планирование, системы, экономико-математические модели, автоматизированные системы управления, агентские отношения, функция полезности, сотрудничество, технологические инновации.

Классификация JEL: B29, D2.

DOI: 10.31857/S042473880000666-1

Центральный экономико-математический институт АН СССР организован Постановлением Президиума АН СССР № 519 от 19 июля 1963 г., а 11 октября 1963 г. Постановлением № 603 Президиум АН СССР утвердил структуру института, в рамках которой была создана лаборатория автоматизированных систем управления. Приказом по институту № 44 от 1 декабря 1963 г. руководителем лаборатории был назначен Анатолий Андреевич Модин, в 1980 г. ее возглавил Вячеслав Иванович Данилин, в дальнейшем она была переименована в лабораторию методов и механизмов управления предприятиями.

В лаборатории было выделено два основных направления исследований: разработка методологии создания автоматизированных систем управления и разработка экономико-математических моделей планирования на предприятиях.

В рамках первого направления были разработаны (совместно с другими лабораториями ЦЭМИ) временные межотраслевые руководящие методические материалы, определяющие состав автоматизированных систем управления предприятиями с дискретным характером производства, а также предложена последовательность их разработки и внедрения (Федоренко и др., 1968; Барский и др., 1971). Эта методика в дальнейшем стала основополагающим документом при создании АСУ на предприятиях страны. В рамках данной методологии проводились исследования по созданию интегрированных систем управления, позволяющих комплексно рассмотреть подготовку единой информационной базы для АСУ и сформировать системный взгляд на подготовку производственных планов предприятия (Брыкин и др., 1965; Данилин, Ефимов, 1967; Барский, Данилин и др., 1971).

Вторым направлением деятельности лаборатории являлась разработка отдельных экономико-математических моделей различных проблемных сфер функционирования предприятий. Наибольший прогресс был достигнут в части создания моделей производственного планирования — от перспективного до оперативно-календарного планирования. Модели не высасывались из пальца, а конструировались на основе анализа реальных проблемных ситуаций, которые выявлялись в процессе контактов с руководителями различных уровней (завод “Красный пролетарий”, объединения “Оргстанкинпром”, Воронежский авиационный завод и др.). Изучались реальные задачи, решаемые в системах управления предприятий 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 разработке моделей оптимизации процессов функционирования предприятий был также достигнут значительный прогресс. Теоретическая значимость этого направления для развития микроэкономики и актуальность для практического использования обусловили большой объем публикаций (Данилин, Франчук, 1968; Брыкин, Данилин, 1968; Данилин, 1975; и др.).

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

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 в виду согласованность многих решений, и интеллектуальными — вследствие того что они формируют оптимальные решения. Различным уровням системы управления свойственно свое время жизни решений от момента их принятия до исполнения, т.е. до момента, когда решение повлияло на управляемый процесс и целесообразна реализация нового аналогичного решения — уже для текущего состояния управляемого процесса и внешней среды.

С точки зрения сокращения времени жизни решений иерархический комплекс моделей оптимизации в интерактивной системе внутрифирменного управления позволял учитывать всю вертикаль управления и выделять следующие главные решения, определяющие уровень управления:

- модели развития предприятия, принятие решений, связанных с изменением производственной структуры объекта, объемов и ассортимента продукции (стратегическое управление);
- задачи оптимизации производственной программы предприятия для выбора выпускаемых в рассматриваемом периоде времени продуктов (первый уровень текущего управления);
- объемно-календарное планирование производства для распределения производственной программы предприятия по его подразделениям и во времени (второй уровень текущего управления);
- оперативное планирование и регулирование работы подразделений предприятия.

Для решения этих проблем (выше они названы “решениями”) 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 — отраслевого планирования и их согласования с моделями предприятия (руководитель Б.А. Лагоша).

Основными категориями моделей, разрабатываемых в лаборатории в тот период, являлись 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 управления (Плещинский, Шубкина, Эзрин, 1977; Плещинский, Шубкина, 1978; Плещинский, 1982).

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

Итоговой публикацией за этот период была монография под редакцией Н.П. Федоренко и И.П. Шубкиной (Экономико-математические модели..., 1983).

Работы по созданию систем экономико-математических моделей и соответствующего программного обеспечения для разных уровней управления на предприятии продолжаются и до настоящего времени (Модин и др., 1984; Danilin et al., 1985; Татаров и др., 1988; Татаров, 1993; Плещинский, 2004, Данилин, 1997, 2006).

В последнее время основное внимание уделяется процессам вертикального и горизонтального согласования решений и разработки соответствующих систем моделей, поддерживающих процессы согласования плановых решений в компаниях (Плещинский, 1987, 1989, 1990; Плещинский, Максимов, 1988; Данилин, 2015).

Особый интерес представляла созданная в лаборатории двухуровневая модель 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 количество, сроки начала изготовления и выпуска изделий. Второй уровень представлен сетевой моделью оптимального функционирования производства. В ней потребность нескладываемых ресурсов труда и оборудования учитывается по более детализированным промежуткам времени — тактам, из которых складывается каждый период. С учетом ограничений на порядок выполнения заданных сетью работ определяется расход ресурсов каждой операцией в тактах производственного процесса, который оптимален по критерию равномерного по времени потребления ресурсов, а именно минимизируется максимальное отношение используемого количества ресурсов к имеющемуся. Программа выполнима, если оптимальное значение такого критерия не превышает единицу, и невыполнима в противном случае. В результате реализации компьютерной процедуры согласования определяется оптимальное решение исходной глобальной задачи.

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

После 1990-х годов в связи с происходящими экономическими преобразованиями, переходом экономики к формированию полноценных рыночных институтов, акценты исследований нашей группы сместились к изучению роли экономических субъектов в текущей экономической ситуации, в деятельности российских предприятий, к анализу и моделированию становления отечественных корпоративных отношений (Данилин, 2014).

Так, с середины 1990-х годов в России стали создаваться финансово-промышленные группы. Разработка организационных проектов таких структур потребовала развития методов и механизмов управления предприятиями в направлении оптимизации вертикальных межфирменных взаимодействий. Была поставлена задача разработки механизмов взаимодействия предприятий с

контрагентами, которые дают им максимально возможные значения критериев эффективности, причем поведение предприятий в среде этих институтов должно быть экономически выгодно для государства в результате роста налоговых поступлений (Данилин, Клейнер, Роузфилд, 1994).

В результате анализа известных в то время институтов вертикальных взаимодействий был предложен (Плещинский, 2000) и в последовавших работах 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 с определенным процентом осуществляется из выручки предприятия-потребителя.

В этом случае предприятие-поставщик получает выручку за свою продукцию двумя этапами. На первом, связанном с фактом поставки, предприятие-потребитель выплачивает часть стоимости продукции поставщика от ее величины в рыночных ценах, 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 получает выручку за свою конечную продукцию, оно возвращает предприятию-поставщику за внутригрупповую поставку разницу стоимости продукции поставщика по рыночным и трансфертным ценам (трансферт) с определенным процентом от этой суммы, называемым ставкой по внутригрупповым сделкам, или ставкой трансферта. Конкретный уровень такой ставки определяется с целью согласования экономических интересов участников. Важнейшей особенностью предложенного механизма равновесных трансфертных цен является наличие указанного трансферта и одинаковые условия налогообложения участников сделки. Вследствие этого механизм равновесных трансфертных цен эффективен не только для предприятий, но и для государственного бюджета. В этом его принципиальное отличие от известных случаев применения трансфертных цен вертикально интегрированными корпорациями для ухода от налогов, когда центром прибыли является 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 общепринятом смысле, что участникам взаимодействия невыгодно 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 минимальную их величину при применении механизма равновесных трансфертных цен в зависимости от характеристик предприятий-участников. Кроме анализа тактической эффективности механизма вертикального взаимодействия предприятий за текущий период их функционирования, также актуален анализ стратегической эффективности, связанный 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, 2001 а, 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. Микроэкономическая технология (АТОМ — автоматизированная технология оптимального менеджмента) предназначена для оптимальных решений в стратегическом и текущем управлениях производством.

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 до интеграции производителей промежуточного и конечного продукта и в результате применения контрактной формы сделок между предприятиями по цене ниже рыночной и наличия компенсирующего трансферта, выплачиваемого производителем конечного продукта.

Создана модель сотрудничества конкурирующих в разработке технологических инноваций фирм при различных компетенциях разработчиков технологических инноваций. Выявлены минимальные и максимальные значения затрат на разработку новой технологии для каждой фирмы, которые 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, 2013в; Плещинский, 2014а, 2014б).

Другим аспектом деятельности лаборатории после 1990-х годов были исследования, направленные на формирование модельных решений, отражающих влияние экономических предпочтений владельцев бизнеса на решения, которыми руководствуются компании в своей хозяйственной деятельности.

В качестве иллюстрации востребованности данной темы стоит отметить, что согласно многим исследованиям нашему бизнесу свойственна крайне высокая степень концентрации собственности и контроля бизнеса со стороны ведущих акционеров, что выражается в контроле доминирующего акционера над бизнес-активами. Так, в соответствии с данными ряда исследований акционеры, имеющие более 50% акций, присутствовали у 70% обследованных АО, а еще у 18% компаний акционер владел от 25 до 50% акций. Среди компаний с высокой концентрацией собственности только у 30% был второй акционер с блокирующим пакетом акций, который мог быть противовесом крупнейшему владельцу.

Другой значимой особенностью функционирования отечественных корпораций является активное участие основных акционеров в управлении в качестве топ-менеджеров, существенное совмещение собственности и контроля. Сказанное определило интерес к изучению влияния таких лиц на решения, которыми руководствуются компании.

В рамках данной темы изучались предпочтения, которыми руководствуются экономические субъекты при осуществлении выбора. Этот вопрос является традиционной сферой интересов экономической науки, сформировавшей ряд базовых взглядов и подходов к определению мотивов действий таких субъектов, степени рациональности выбора. Так, если “человек экономический” в соответствии с неоклассической теорией руководствуется полной рациональностью, то в последующих исследованиях происходит уже детализация данных взглядов с учетом реалий экономического выбора. В рамках поведенческого (бихевиористского) подхода отмечается ограниченность как информации, так и когнитивных способностей субъектов (Г. Саймон), что приводит к их ограниченной рациональности и невозможности принимать лучшие экономические решения. Слабая форма рациональности (“органическая рациональность”, по терминологии О. Уильямсона) обращается к принятию решений в условиях различных юридических, административных и моральных барьеров.

В рамках исследования указанной темы было введено понятие “слаборациональное поведение экономических индивидуумов”, исследовано его влияние на формирование управленческих предпочтений и обосновано включение в состав таких приоритетов развернутого набора индивидуальных черт субъекта, в существенной степени определяющих его управленческий выбор (Жданов, 2014, 2017). В соответствии с предложенным подходом слаборациональное управленческое поведение выступает в качестве механизма реализации совокупности мотивов выбора, в который наряду с нормами строгой рациональности и социальными нормами дополнительно включен расширенный состав этических норм, психологических и поведенческих особенностей.

Изучалось влияние поведения собственников бизнеса на действия хозяйствующих субъектов. В частности, исследовалось влияние такого поведения на формирование организационной

структуры промышленных корпораций, анализировались механизмы управленческого воздействия таких приоритетов. В рамках данной работы была введена классификация доминирующих акционеров, учитывающая их внутренние предпочтения, варианты управленческого поведения. Для каждой категории акционеров (модели поведения) определены организационные решения, обеспечивающие реализацию их приоритетов при организации деятельности корпорации. Обоснованы рекомендации по совершенствованию организационной структуры компаний, рационализации состава активов, определению функций корпоративного центра, а также проанализирована актуальная практика влияния слаборациональных предпочтений отечественных собственников на деятельность подконтрольных корпораций (Жданов, 2016а, 2016б).

В рамках данной темы 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. При исследовании этой проблемы были определены основные критерии полезности топ-менеджера, являющиеся определяющими при его найме собственником, сюда вошли возможность увеличить результативность корпорации и уменьшить агентские издержки, а также установлены две ключевые группы индивидуальных свойств такого агента, определяющие его полезность для компании: “квалификация” и “лояльность” (Жданов, 2012, 2013).

На основе ординалистского подхода введен модельный механизм интерпретации результативности таких руководителей с использованием функции полезности топ-менеджера для собственника бизнеса и его изолинии полезности и продемонстрирован характер влияния слаборациональных предпочтений принципалов на отбор агентов. Также 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 организационной структуры корпорации. В качестве практического приложения введенного подхода подготовлены научно-методические рекомендации по отбору первых лиц компании, обладающих максимальной потенциальной полезностью (Жданов, 2016б).

Предложенный теоретический и практический инструментарий, учет влияния слаборациональных предпочтений экономических индивидуумов (доминирующих акционеров) на принятие экономических решений нашел место при становлении отечественных институтов корпоративного управления, повышении результативности отечественных корпораций.

Лаборатория на протяжении всего периода своего существования разрабатывала и разрабатывает системы экономико-математических моделей принятия решений в компаниях, предлагает новые подходы к формированию инструментов конкуренции и сотрудничества при разработке технологических нововведений в компаниях, продолжаются исследования по изучению влияния основных акционеров в управлении в качестве топ-менеджеров, осуществляя существенное совмещение собственности и контроля и влияния таких лиц на решения, которыми руководствуются компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барский А.Д. и др. (1971). Методологические вопросы анализа и проектирования автоматизированных систем обработки данных. М.: ЦЭМИ АН СССР.
- Барский А.Д., Данилин В.И., Коротяев М.Ф. (1971). Принципы построения интегрированных систем обработки данных // *Экономико-математические методы*. Т. VII. Вып. 2.
- Брыкин Ю.С. и др. (1965). Методика анализа систем управления и информации на промышленном предприятии. М.: ЦЭМИ АН СССР.
- 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.
- Данилин В.И. (1975). Экономико-математические модели годового планирования на предприятии. М.: Наука.
- Данилин В.И. (1997). Экономико-математическая модель развития корпорации // *Российский экономический журнал*. № 10. С. 82—98.

- Данилин В.И. (2006). Операционное и финансовое планирование в корпорации (методы и модели). М.: Наука.
- Данилин В.И. (2014). Финансовый менеджмент (категории, задачи, тесты, ситуации). М.: Проспект.
- Данилин В.И. (2015). Система моделей согласования решений между подразделениями управления и компаниями в целом // *Экономика и математические методы*. Т. 51. № 4. С. 37—58.
- Данилин В.И., Ефимов В.Н. (1967). Вопросы разработки информационных моделей. В кн.: “Первая конференция молодых ученых ЦЭМИ АН СССР. Май 1966”. Т. 2. М.: ЦЭМИ АН СССР.
- Данилин В.И., Клейнер Г.Б., Роузфилд С. (1994). Действующая модель реформы и угроза гипердепрессии // *Российский экономический журнал*. № 12. С. 48—55.
- 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. С. 225—233.
- 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.
- Данилин В.И., Франчук В.И. (1968). Анализ подсистемы внутризаводского планирования в автоматизированной системе управления предприятием. В сб.: “Доклады 2-й конференции молодых ученых ЦЭМИ АН СССР”. М.: ЦЭМИ АН СССР.
- Жданов Д.А. (2012). Агентские отношения и организационное построение корпораций // *Экономическая наука современной России*. № 4 (59). С. 91—97.
- Жданов Д.А. (2013). Агентские отношения: российское лицо (Россия — страна дилетантов?) // *Экономическая политика*. № 3. С. 61—84.
- Жданов Д.А. (2014). Внеэкономические цели как фактор организационного построения корпораций // *Экономическая политика*. № 2. С. 99—110.
- Жданов Д.А. (2016а). Первое лицо компании: как подобрать лучшего руководителя? // *Экономическая наука современной России*. № 1. С. 62—76.
- Жданов Д.А. (2016б). Слаборациональные предпочтения как фактор экономического выбора. Сборник научных трудов “Модели и методы инновационной экономики”. Хрусталева Е.Ю. (ред.). Вып. 9. М.: ЦЭМИ РАН, МАОН.
- Жданов Д.А. (2017). Модель поведения экономического индивидуума в контексте общественной эффективности // *Экономическая наука современной России*. № 4.
- Модин А.А., Данилин В.И. (1973). Комплекс моделей внутризаводского планирования. В кн.: “Экономико-математические методы и модели планирования и управления”. Глава 9, 10. М.: Знание.
- Модин А.А., Махров Н.В., Данилин В.И. (1984). Динамика производственных объединений и модели их деятельности. М.: Наука.
- Плещинский А.С. (1982). Сетевые модели оптимального планирования и регулирования производства // *Экономика и математические методы*. Т. 18. Вып. 2.
- Плещинский А.С. (1987). Процедуры согласования оптимальных решений в технико-экономическом и объемно-календарном планировании мелкосерийного производства. В кн.: “Проблемы оптимизации планирования в производственных объединениях”. М.: ЦЭМИ АН СССР.
- Плещинский А.С. (1989). Согласование экономических интересов производственных подразделений. В сб.: “Модели и методы принятия решений в объединениях”. М.: ЦЭМИ АН СССР.
- Плещинский А.С. (1990). Оптимизация производственной структуры, согласованной с производственной программой и режимом функционирования предприятия. В кн.: “Модели принятия решений на предприятии: основа автоматизированных рабочих мест управления”. М.: ЦЭМИ АН СССР.
- Плещинский А.С. (2000). Эффективные схемы межфирменных взаимодействий: механизм равновесных трансфертных цен. М.: ЦЭМИ РАН.
- Плещинский А.С. (2001а). Динамическая эффективность механизма равновесных трансфертных цен // *Экономика и математические методы*. Т. 37. № 4. С. 12—32.
- Плещинский А.С. (2001б). Механизм равновесных трансфертных цен при вертикальном взаимодействии производственных экономических агентов // *Экономика и математические методы*. Т. 37. № 2. С. 70—91.
- Плещинский А.С. (2004). Оптимизация межфирменных взаимодействий и внутрифирменных управленческих решений. М.: Наука.

- Плещинский А.С.** (2014а). Вертикальные межфирменные взаимодействия с управляемой надбавкой к затратам // *Экономика и математические методы*. Т. 50. № 4. С. 112—133.
- Плещинский А.С.** (2014б). Управление маржинализацией при вертикальных межфирменных взаимодействиях в отраслях промышленности. Пятнадцатый всероссийский симпозиум “Стратегическое планирование и развитие предприятий”. М.: ЦЭМИ РАН.
- Плещинский А.С., Жильцова Е.С.** (2013а). Анализ результатов модернизации производства в условиях олигопольной конкуренции инноватора и его преследователя // *Экономика и математические методы*. Т. 49. № 1. С. 88—105.
- Плещинский А.С., Жильцова Е.С.** (2013б). Выбор стратегии инновационного развития. Четырнадцатый всероссийский симпозиум “Стратегическое планирование и развитие предприятий”. М.: ЦЭМИ РАН.
- Плещинский А.С., Жильцова Е.С.** (2013в). Вычислимая модель модернизируемой отрасли // *Экономика и математические методы*. Т. 49. № 3. С. 69—83.
- Плещинский А.С., Максимов С.В.** (1988). Интерактивная иерархическая система ТЭПСОДР. В кн.: “*Модели производственно-хозяйственной деятельности объединений в условиях нового хозяйственного механизма*”. М.: ЦЭМИ АН СССР.
- Плещинский А.С., Шубкина И.П.** (1978). Использование моделей принятия решений при построении систем управления производством // *Экономика и математические методы*. Т. 14. Вып. 4.
- 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.
- Татаров В.А.** (1993). Тенденции генезиса управления фирмами в условиях переходной экономики на базе современных информационных технологий. В сб.: “*Модели внутрифирменного управления в условиях смешанной экономики*”. М.: ЦЭМИ РАН. С. 14—29.
- Татаров В.А., Аветисян С.Г., Яшина Т.А.** (1988). Моделирование согласования решений перспективного и текущего планирования для предприятий легкой промышленности. В сб.: “*Модели производственно-хозяйственной деятельности объединений в условиях нового хозяйственного механизма*”. М.: ЦЭМИ АН СССР. С. 42—70.
- Федоренко Н.П., Модин А.А., Черняк Ю.И., Данилин В.И.** и др. (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.
- Экономико-математические модели в системе управления предприятиями (1983). Федоренко Н.П., Шубкина И.П. (ред.). М.: Наука.
- Danilin V.I., Materov I.S., Rosefelde S., Lovell C.** (1985). Measuring Enterprise Efficiency in the Soviet Union: a Stochastic — Frontier Analysis // *Economica*. Vol. 52. May.
- Danilin V., Rosefelde St.** (1998). Systemic Change and Recovery Potential During Russia’s Economic Transition. Efficiency and Russia’s Economic Recovery Potential to the Year 2000 and Beyond. N.-Y.: Ashgate.

REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Barsky A.D., Danilin V.I.** et al. (1971). Methodological Issues of Analysis and Design of Automated Data-Processing Systems. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Barsky A.D., Danilin V.I., Korotyaev M.F.** (1971). Principles of Integrated Data Processing Systems’ Designing. *Economic and Mathematical Methods*, VII, 2 (in Russian).
- Brykin Y.S.** et al. (1965). Method of Analysis of the Information and Management Systems at the Industrial Enterprise. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Brykin Y.S., Danilin V.I.** (1968). Production Planning Tasks in the ACS (Compendium of reports to the 2nd Conference of the young scientists). Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Danilin V.I.** (1975). The Economic-Mathematical Models for Annual Planning at the Company. Moscow: Nauka (in Russian).
- Danilin V.I.** (1997). Economic-Mathematical Model of Corporation Development. *Russian Economic Journal*, 10, 82—98 (in Russian).
- Danilin V.I.** (2006). Operations and Finance Planning in Corporations (Methods and Models). Moscow: Nauka (in Russian).

- Danilin V.I.** (2014). Financial Management (Category, Tasks, Tests, Situation). Moscow: Prospekt (in Russian).
- Danilin V.I.** (2015). System of the Models of Consolidated Solutions between the Office Units and Company as a Whole. *Economics and Mathematical Methods*, 4, 37—58 (in Russian).
- Danilin V.I., Efimov V.N.** (1967). Development of Information Models. In: “*First Conference of Young Scientists at CEMI, AS USSR, May, 1966*” compendium of papers. Vol. 2. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Danilin V.I., Franchuk V.I.** (1968). Analysis of Operational Planning Subsystem in the Automated System of Enterprise Management. In: “*Reports to the 2nd Conference of Young Scientists CEMI AS USSR*”. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Danilin V.I., Kleiner G.B., Rouzfeld S.** (1994). The Current Reform Model and the Threat of Hyperinflation. *Russian Economic Journal*, 12, 48—55 (in Russian).
- Danilin V.I., Lovell C., Rosefilde S., Materov I.S.** (1985). Measuring Enterprise Efficiency in the Soviet Union: A Stochastic-Frontier Analysis. *Economica*, 52, May.
- Danilin V.I., Lovell H., Materov I.S., Rouzfilde S.** (1982). Regulatory and Stochastic Methods for Measuring and Controlling the Efficiency of Firms and Enterprises. *Economics and Mathematical Methods*, 18, 1, 225—233 (in Russian).
- Danilin V.I., Panchenko A.G., Cherenkov Yu.A., Kuranov A.N., Sivukhina T.V.** (1977). System of Matrix Models of Techno-Economic Governance at the Enterprise. Moscow: Nauka (in Russian).
- Danilin V.I., Rosefilde C.** (1998). Systemic Change and Recovery Potential During Russia’s Economic Transition. Efficiency and Russia’s Economic Recovery Potential to the Year 2000 and Beyond. N.-Y.: Ashgate.
- Economic-Mathematical Models at Enterprise Management System (1983). Fedorenko N.P., Shubkina I.P. (eds). Moscow: Nauka (in Russian).
- Fedorenko N.P.** et al. (1968). Temporary Interdisciplinary Guidance Materials on the Composition, Contents of the Draft of the Automated Control Systems of Enterprises with Discrete Character of Production, Design and Sequence Implementation. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Modin A.A., Danilin V.I.** (1973). Complex Patterns of Operational Planning. In: “*Economic and Mathematical Methods and Models for Planning and Management*”. Chapter 9, 10. Moscow: Znanie (in Russian).
- Modin A.A., Mahrov M.V., Danilin V.I.** (1984). Dynamics of Clusters and Patterns of their Activities. Moscow: Nauka (in Russian).
- Pleshchynski A.S.** (1982). Network Model of Optimal Production Planning and Management. *Economics and Mathematical Methods*, 18, 2 (in Russian).
- Pleshchynski A.S.** (1987). Procedures for Optimal Solutions in Techno-Economic Space and Space-Scheduling Batch Production. In: “*Optimization Problems in Scheduling Production Associations*”. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Pleshchynski A.S.** (1989). Harmonization of the Economic Interests of the Production Units. In: “*Models and Methods of Decision-Making in Associations*”. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Pleshchynski A.S.** (1990). Optimizing of the Production Structure, in the Product Manufacturing Program and Mode of Functioning of the Enterprise. In: “*Decision-Making Models in the Enterprise: Control Workstations*”. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Pleshchynski A.S.** (2000). Effective Schemes of Inter-Firm Interactions: Equilibrium Mechanism of Transfer Prices. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Pleshchynski A.S.** (2001a). Dynamic Efficiency Equilibrium Mechanism of Transfer Pricing. *Economics and Mathematical Methods*, 37, 4, 12—32 (in Russian).
- Pleshchynski A.S.** (2001b). Equilibrium Mechanism of Transfer Prices to the Vertical Interaction of Industrial Economic Agents. *Economics and mathematical methods*, 37, 2, 70—91, 112—133 (in Russian).
- Pleshchynski A.S.** (2014a). Vertical Inter-Firm Interaction with Controllable Cost Allowance. *Economics and Mathematical Methods*, 50, 4 (in Russian).
- Pleshchynski A.S.** (2014b). Marginalization Management in Vertical Inter-Firm Interactions in Industries. 15th All-Russian Symposium “Strategic Planning and Enterprise Development”. Moscow: CEMI RAS (in Russian).
- Pleshchynski A.S., Maximov S.V.** (1988). Interactive Hierarchical System of TEP SODR. In: “*Models of Industrial and Economic Activities of the Association under the New Economic Mechanism*”. Moscow: CEMI AS USSR (in Russian).
- Pleshchynski A.S., Shubkina I.P.** (1978). Use Decision-Making Models when Building Production Control Systems. *Economics and Mathematical Methods*, 14, 4 (in Russian).

- Pleshchynski A.S., Shubkina I.P., Ezrin V.G. (1977). Classification and Review of Design Production Planning Systems. *Economics and Mathematical Methods*, 13, 5 (in Russian).
- Pleshchynski A.S., Zhiltsova E.S. (2013a). Analysis of the Results of Production Modernization in Conditions of Oligopolistic Competition Innovator and His Pursuer. *Economics and Mathematical Methods*, 49, 1, 88—105 (in Russian).
- Pleshchynski A.S., Zhiltsova E.S. (2013b). The Selection of Innovation Development Strategy. 14th All-Russian Symposium “Strategic Planning and Enterprise Development”. Moscow: CEMI RAS (in Russian).
- Pleshchynski A.S., Zhiltsova E.S. (2013c). Computable Model of Modernizing Industry. *Economics and Mathematical Methods*, 49, 3, 69—83 (in Russian).
- Tatariv V.A., Avetisyan S.G., Yashin T.A. (1988). Consolidated Solutions Modeling of Perspective and Current Planning for Confection Industry. In: “*Models of Industrial and Economic Activities of the Association under the New the Economic Mechanism*”. Moscow: CEMI AS USSR, 42—70 (in Russian).
- Tatarov V.A. (1993). Trends of Management Firms Genesis in Transition Economy on the Base of Modern Information Technologies. Models of Internal Control in a Mixed Economy. Moscow: CEMI RAS, 14—29 (in Russian).
- Zhdanov D.A. (2012). Agency and Organizational Structure/Corporate. *Economic Science of Modern Russia*, 4, 91—97 (in Russian).
- Zhdanov D.A. (2013). Agency: Russian Person (Is Russia a Country of Amateurs?). *Economic Policy*, 3, 61—84 (in Russian).
- Zhdanov D.A. (2014). The Non-Economic Goals as a Factor of the Organizational Structure in Corporations. *Economic Policy*, 2, 99—110 (in Russian).
- Zhdanov D.A. (2016a). The First Person in a Company: How to Pick the Best Head? *Economic Science of Modern Russia*, 1, 62—76 (in Russian).
- Zhdanov D.A. (2016b). Nearly Rational Preferences as a Factor of Economic choice. In: “Models and Methods of Innovation Economy” Compendium of Scientific Papers. Khrustalev E.Y. (ed.). Issue 9. Moscow: CEMI RAS, MAON (in Russian).
- Zhdanov D.A. (2017). The Economic Behavior of the Individual in the Context of Public Effectiveness. *Economic Science of Modern Russia*, 4 (in Russian).

Economic-Mathematical Modeling in the Enterprise Management System

V.I. Danilin^{*}, D.A. Zhdanov^{**}, A.S. Pleshchynski, A.I. Stavchikov^{***}

Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

^{*} E-mail: danilinv@mail.ru ^{**} E-mail: d.zhdanov@emba.ru

^{***} E-mail: stav@cemi.rssi.ru

Received 15.02.2018

The authors discuss changes in the theoretical and methodological aspects of the economic activities of enterprises' modelling, developed in the Laboratory for automated control systems of CEMI RAS (now called Laboratory for business management) from 1963 to the present. Studies were carried out in two directions: the development of a methodology for the creation of automated control systems (ACS) in enterprises and industries, and the development of economic-mathematical planning models. The first direction was developed (in collaboration with other CEMI laboratories) for the first time in the temporary intersectoral leadership training materials, determining the composition of the ACS of enterprises with the discrete nature of the production. It also led to the elaboration of the sequence of their design and implementation. Later on, this technique laid the ground for the creation of the ACS at the Soviet enterprises. The second direction concerned the development of the economic-mathematical tools for managerial decisions in enterprises based on multi-layer model's complexes. Special attention is paid to the vertical and horizontal harmonization of planning decisions using systems of economic-mathematical models.

Keywords: enterprise, company, corporation, economics, planning, systems, economic-mathematical models, automated control systems, agency relationships, utility function, cooperation, technological innovation.

JEL Classification: B29, D2.

DOI: 10.31857/S042473880000666-1