

Системная динамика, агентное моделирование и сценарный анализ как инструменты прогнозирования потребности в квалифицированных кадрах¹

Ильинский Александр Иоильевич

Д-р техн. наук, декан Международного финансового факультета, профессор департамента Мировой экономики и мировых финансов, ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

e-mail: AlIlyinsky@fa.ru

Горошникова Татьяна Аркадьевна

канд. техн наук, зам. декана Международного финансового факультета, доцент департамента Анализа данных, принятия решений и финансовых технологий, ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

e-mail: TAGoroshnikova@fa.ru

Прогнозирование потребности экономики в квалифицированной рабочей силе это сложный многоступенчатый процесс, объединяющий различные научные методы. Способность агентных, системно-динамических и сценарных моделей полноценно прогнозировать изменения на рынке труда и/или помогать в выборе оптимальной политики облегчает вычислительные процессы и позволяет получить картину возможных исходов в заданных условиях. В виду своей гибкости, модели перспективны для достоверных прогнозов динамики рынка труда.

Ключевые слова: прогнозирование, потребность в квалифицированных кадрах, системная динамика, агентно-ориентированные модели.

Agent-Based, System Dynamic Models and Scenario Analysis As Forecasting Tools of Labor Demand

Alexander I. Ilyinsky

Doctor of Technical Sciences, International Financial Faculty Dean, Professor, Department of World Economy and World Finance, Financial University under the Government of the Russian Federation

e-mail: AlIlyinsky@fa.ru

Tatyana A. Goroshnikova

Candidate of Technical Sciences, Deputy Dean of International Financial Faculty, Associate Professor, Department of Data Analysis, Decision-Making and Financial Technology, Financial University under the Government of the Russian Federation

e-mail: TAGoroshnikova@fa.ru

Forecasting of labor demand is the multistage process combining the different modeling methods and working with empirical data to provide reliable and consistent scenario for the future dynamic labor demand under the influence of multiple factors at the regional/national level. Agent-based, system dynamic models and scenario analysis are widely used to predict changes in the labor market from the production side.

Keywords: forecasting, labor demand, system dynamics, agent-based models.

¹ Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по Государственному заданию Финуниверситета 2016 года.

Мировой опыт анализа потребности в квалифицированных кадрах в сложных системах, таких как образовательные и производственные комплексы, выделяет методы системной динамики, сценарного анализа и агентного моделирования.

Элементы сложных систем состоят из многих компонентов, взаимодействующих на нескольких уровнях организации и в различных временных масштабах. Концептуальная основа сложных систем — идея отражения изменений в перспективе, подчеркивающая пределы предсказуемости и возможность понимания косвенных последствий действий, принятых, положительных и отрицательных, с помощью моделирования взаимозависимостей. Прогнозирование потребности в кадрах достигает поставленной цели при всестороннем исследовании, проведенном с учетом экспериментальных, вычислительных и теоретических подходов для наблюдения, анализа и динамического моделирования.

Основоположником прикладных аспектов действия эффектов обратной связи в социально-экономических системах в рамках системно-динамического анализа принято считать Д. Форрестера [1]. Управление с учетом концепции обратной связи основывается на предположении о том, что мир представляет собой совокупность сложных социальных систем с нелинейным поведением и неочевидной динамикой взаимодействия, в котором иногда принятие решений с целью улучшения (исправления) ситуации приводит к противоположному результату, названному феноменом «контринтуитивного поведения социальных систем» (counter intuitive behavior of social systems) [2]. Главной причиной такого рода эффектов является особенность мировосприятия человека — тенденция интерпретировать реальность в жестких причинно-следственных связях, — приводящая к фрагментарному восприятию постоянно усложняющегося мира.

Наблюдение за сложными системами показывает их нелинейную природу, наполненную обратными связями, характеризующуюся парадоксальным поведением, где не только эффект редко пропорционален причине, но и часто они находятся далеко друг от друга в системе. Другим словами, результат изменения одной из частей системы вызывает динамические эффекты в системе в целом, что сложно для интуитивного понимания.

Для прогнозирования потребности в квалифицированных кадрах широко используется системная динамика [3–5]. Анализ решенных задач прогнозирования потребности в квалифицированных кадрах в международной практике убеждает, что *методология*

системной динамики и «системное мышление» на ее основе оправданно для применения в российской действительности.

Разработанные контуры обратной связи могут быть доработаны (использованы) для построения моделей рынка труда. Метод системной динамики вследствие «позднего старта» распространен относительно нешироко по сравнению с классическими моделями прогнозирования потребности в кадрах.

В устойчивом режиме прогноз классических моделей на несколько процентов лучше, но будущее развитие системной динамики связано с неспособностью традиционных методов применяться для прогнозирования во время кризисов.

Неотъемлемым преимуществом системной динамики в прогнозировании потребности в трудовых ресурсах считается также возможность создания аналитической платформы, описывающей рынок труда как сложную систему с обратными связями, прогнозирующую спрос и предложение, легко расширяемую для решения дополнительных возникающих задач и интегрируемую со сложными наборами данных, необходимыми для получения устойчивых решений.

Принимая во внимание динамическую природу спроса и предложения трудовых ресурсов, важным фактором для прогнозирования потребностей экономики в квалифицированных кадрах являются контуры обратной связи, которыми оперирует системная динамика. Спрос на трудовые ресурсы в одной отрасли вызывает приток рабочей силы, стимулируя ее предложение. Предложение может или подавить создание новой потребности в рабочей силе, став строгим фактором в отношении эксплуатационной способности, или создать новую потребность, увеличив эксплуатационную способность.

Спрос на трудовые ресурсы формируется на различных уровнях общественного производства: рабочие места создают предприятия, поэтому спрос на рабочую силу на микроуровне неотъемлем при рассмотрении сложной структуры совокупного спроса, находящейся в непрерывном движении и постоянном обновлении. Подвижность и изменчивость структуры спроса вызывает изменения в структуре предложения рабочей силы, но в условиях интенсивного развития научно-технического прогресса преобладает спрос на квалифицированную и высококвалифицированную рабочую силу.

Агентно-ориентированный подход в экономическом моделировании характеризуется множеством автономных, децентрализованных самообучаемых агентов,

взаимодействующих как между собой, так и с окружающей средой. Поведение исследуемой системы описывается путем агрегирования поведения всех агентов. Ключевую роль в развитии этого подхода в моделировании сыграла Европейская комиссия, профинансировавшая крупные проекты, например EURACE, CRISIS, с целью развития агентной программной платформы для работы над Европейской экономической политикой.

Параллельно с аналитической традицией возникает и более периферический подход, нацеленный на однозадачные модели. Подобные модели фокусируются на неоднородных и взаимодействующих между собой агентах конкретного рынка и максимально упрощают рассматриваемые взаимодействия с целью изучения конкретных механизмов или задач, которые зачастую упускаются при комплексном анализе, но они важны для выбора политики. Две задачи фактической репликации и контрфактического анализа исключительно полезны в рамках исследования эффектов проводимой политики на рынке труда; с данной позиции становится ощутим вклад агентного моделирования. Ключевым моментом является ослабление ряда стандартных допущений одновременно, что обеспечивает высокую гибкость в процессе моделирования. Большая часть рассмотренных моделей основывается на гипотезе рациональных ожиданий.

Принятие решений в агентных моделях построено на допущении о том, что агенты учатся и приспосабливаются к изменениям, следовательно, решают проблемы по мере их поступления, а не одновременно.

Агентное моделирование допускает широкий спектр возможностей поведения агентов [6, 7]. Эмпирические доказательства подтверждают эффективность подобной практики при переходе от произвольного поведения до введения правил, приближающих моделирование выбора агентов к поведению в реальных условиях. Социальные взаимодействия агента с другими агентами и окружающей средой на рынках труда играют важную роль. Доступ к информации о доступных вакансиях и возможностях дальнейшего карьерного роста встраивается в социальные сети и взаимосвязи между людьми. В мире ассиметричной информации вопрос совпадения спроса на вакансию и предложения соответствующего агента упрощается в связи с личными связями индивидуумов. Агентное моделирование в данном случае является полезным инструментом в вопросах анализа однородных агентов и взаимодействия внутри и между социальными группами.

Сценарный анализ. Описание возможного будущего кадровой политики методами нормативного сценарного анализа приводит к построению дорожной карты для социально-экономической системы. Сценарный анализ – мощный инструмент проверки существующих парадигм: парадигмы детерминированного будущего, парадигмы неопределенного будущего и парадигмы стохастического будущего. Признаками качественного сценарного исследования являются логическая последовательность, четкое описание задач исследования, объяснение предпосылок и базовых предположений анализа, прозрачность процесса и ясность изложения результатов анализа. В отличие от прогноза сценарии дают картину возможности реализации нескольких альтернатив будущего и могут рассматриваться как индикативное множество возможностей.

Сценарии развития рынка квалифицированного труда на период до 2025 г., предложенные Европейским центром развития профессионального обучения, основываются на прогнозах развития всей экономики.

Базовый сценарий характеризуется умеренным восстановлением экономики, медленным повышением доверия экономических агентов, доступностью кредитов, способствующих росту инвестиций и потребительских расходов. Спрос на труд в ЕС с 2012 по 2025 г. в соответствии с базовым сценарием прогнозирует около 114 млн рабочих мест в период, в том числе около 10,5 млн новых рабочих мест.

Оптимистический сценарий характеризуется быстрым экономическим подъемом, большим уровнем доверия и увеличением доступного банковского кредитования, вызывающего рост инвестиций и потребительских расходов. Сильное экономическое восстановление за пределами Европы приносит пользу всем секторам и увеличивает экспорт. Оптимистический сценарий прогнозирует около 116 млн рабочих мест, в том числе около 13 млн новых рабочих мест.

Пессимистический сценарий описывает продолжительный экономический спад с понижением уровня доверия, ограниченным доступ к кредитам и отсутствием гарантий занятости. Пессимистический сценарий прогнозирует около 106 млн, в том числе около 2,4 млн новых рабочих мест. Доля квалифицированных рабочих мест в ЕС будет увеличиваться. В 2025 г. 44,1% занятых людей будут находиться на высококвалифицированных рабочих местах, по сравнению с 41,9% в 2010 г. и 36,5% в 2000 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Forrester J.W., Mas N J., & Rya C J. (1976). The system dynamics national model: Understanding socio-economic behavior and policy alternatives. *Technological Forecasting and Social Change*, 9(1-2), 51–68. DOI:10.1016/0040-1625(76)90044-5
2. Sterman J.D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. (S. Isenberg, Ed.). Boston, MA: McGraw-Hill Companies.
3. Muminova A. Modeling workforce demand in North Dakota: a System Dynamics approach. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements of Master of Philosophy in System Dynamics (Universiteteti Bergen), Master of Science in System Dynamics (Universidade Nova de Lisboa) System Dynamics Group, University of Bergen, August, 2015.
4. Mutingi M. Dynamic simulation for effective workforce management in new product development. *Management Science Letters* 2 (2012) 2571–2580.
5. Wang J.A. System Dynamics Simulation Model for a Four-rank Military Workforce. DSTO Defense Science and Technology Organization, Edinburgh South Australia.
6. Ballot Gerard and Erol Taymaz. Training policies and economic growth in an evolutionary world. *Structural Change and Economic Dynamics* 12(2001):311-329.
7. Fagiolo Giorgio, Dosi Giovanni and R. Gabriele. Matching, bargaining, and wage setting in an evolutionary model of labor market and output dynamics. *Advances in Complex Systems* 7 (2004): 157–186.