

Модель конкуренции науки и производства за интеллект

Н.М. Светлов

Ключевые слова: НИОКР, кадры, технологическое развитие, конкуренция

Модели эндогенного экономического роста (Romer, 1990; Дементьев, 2006 и др.) и роста продуктивности вследствие инноваций и технологических заимствований (Полтерович, Хенкин, 1988; König et al., 2016 и др.) абстрагируются от кадрового обеспечения инновационных процессов. Такой подход справедлив для периода НТР, когда кадры НИОКР не выступают ограничивающим фактором. Цель исследования — формализованное описание конкуренции науки и производства за интеллектуальные ресурсы в ситуации, когда возможности экстенсивного роста кадров НИОКР исчерпаны. Разработанная формализация может повлиять на развитие теорий инновационного развития, обеспечить их адекватность реалиям будущего и, в известной мере, настоящего.

На рис. 1 (слева) представлены данные о доле в численности населения *исследователей* — лиц со степенью PhD или эквивалентной, работающих в науке, образовании или бизнесе по тем странам, о которых имеется соответствующая статистика с 2000 по 2013 г. в базах данных ОЭСР и ВБРР. Хотя сопоставимость степеней PhD и их эквивалентов как в разных странах, так и в разные периоды времени сомнительна, по этим данным можно заключить, что резервы экстенсивного роста численности исследователей ещё не исчерпаны. Доля исследователей в численности населения растёт, но рост с нынешним темпом не может быть вечным.

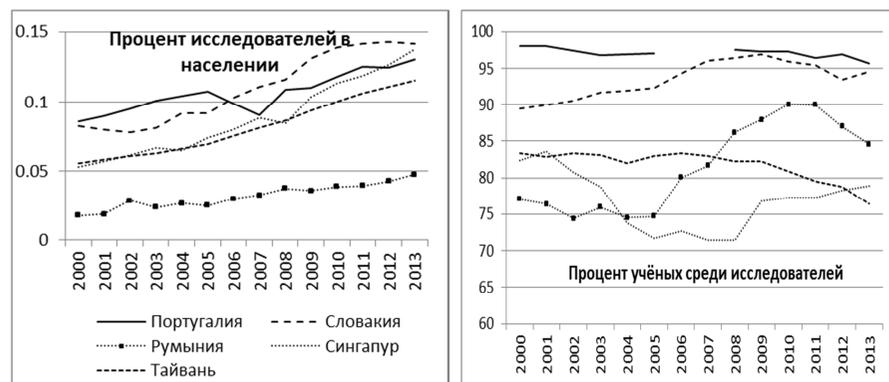


Рис. 1. Динамика долей исследователей и учёных (данные: ОЭСР, Всемирный банк, статистическое агентство Тайваня; расчёты автора)

Данные рис.1 (справа) характеризуют профессиональную структуру исследователей. В их числе преобладают *учёные* — те, кто занят в науке и образовании. По мере усложнения технологий, применяемых в бизнесе, возникает потребность в *практиках* — исследователях, работающих на производстве, в торговле, финансах, менеджменте. Согласно рисунку, меньшая доля учёных характерна для инновационной модели развития (Сингапур, Тайвань). По крайней мере, в двух странах — Сингапуре и Румынии, а возможно, также в Словакии тренды этого показателя неустойчивы. Возможное объяснение связано с возникновением и утратой экономических преимуществ позиций учёного и практика.

Наблюдаемую динамику в первом приближении объясняет модель, в которой исследователь выбирает работу практика или учёного, рассматривая пару предложений, случайным образом выбранных из соответствующих распределений зарплат. В условиях НТП растёт потребность в исследователях-практиках, что вызывает рост их зарплат в сравнении с учёными (распределение зарплат учёных принято постоянным во времени). По мере роста зарплат практиков их доля среди исследований растёт.

В какой-то момент учёных становится недостаточно для сохранения ранее накопленных знаний одновременно с их приращением. Доля учёных в числе исследователей, при которой возникает эта ситуация, принимается постоянной во времени: предполагается, что возможность наращивания числа практиков при неизменном или растущем числе учёных исчерпана. Это предположение обращено в будущее: в странах, по которым имеется статистика, сегодня ничего подобного не наблюдается, если только не принимать во внимание неизбежное снижение конкурсных требований к исследователям, связанное с ростом их доли в населении.

При ещё меньшей доле учёных среди исследователей утрата знаний превосходит их приобретение, и зарплата практиков начинает снижаться в сравнении с зарплатой учёных. В статьях, упомянутых выше, не исследуется возможность утраты ранее приобретённых знаний. Приведённые в них модели исключают такую возможность, за исключением (Дементьев, 2006), где она учтена, но не изучается. Связана она с включением в модель затрат на поддержание материально-технической базы НИОКР.

Математическая запись предлагаемой модели следующая:

$$a_t = \begin{cases} a_{t-1} + (a_{\max} - a_{t-1}) \cdot (r_{t-1} - r)^\zeta, & r_{t-1} - r > 0; \\ a_{t-1} - (a_{t-1} - a_{\min}) \cdot (r - r_{t-1})^\zeta, & r_{t-1} - r \leq 0, \end{cases}$$

$$s(a_s) = \int_0^1 \beta(x; a_r, b_r) \cdot \left(\int_x^1 \beta(y; a_s, b_s) dy \right) dx,$$

$$r_t = s(a_{t-1}),$$

где a_t — переменная на $[a_{\min}; a_{\max}]$, определяющая распределение зарплат практиков: если $a_{t+1} > a_t$, то из распределений в моменты $t + 1$ и t стохастически доминирует первое; r_t — доля учёных среди исследователей в момент t ; r — критическое значение этой доли, при кото-

ром прирост знаний, влияющих на зарплаты практиков, равен их утрате (чем труднее сохранять накопленные знания, тем выше r); l — временной лаг влияния доли учёных на зарплату практиков; α — параметр, характеризующий производительность учёных; $\beta(x; a, b_r)$ и $\beta(y; a_s, b_s)$ — плотность бета-распределений зарплат учёных и практиков. Нулевым значениям x и y соответствует минимальный, единичным — максимальный размер оплаты труда исследователей. Функция $s(\cdot)$ выражает вышеописанное правило выбора работы.

Если критическая пропорция r достижима при некотором $a \in [a_{\min}; a_{\max}]$, то существует динамическое равновесие $r_t = r$. Из экономических соображений следует принять начальное условие $r_t > r$ при $t = 0$. В этом случае возможна динамика двух типов: если лаг l достаточно мал, а параметр ζ достаточно велик, то траектория величин r_t монотонно и асимптотически сходится к равновесию. Рост l и сокращение ζ приводят к нарушению монотонности: возникают колебания вокруг равновесия, амплитуда которых сокращается тем медленней, чем больше l и меньше ζ . При дальнейшем изменении параметров в том же направлении амплитуда колебаний r_t становится асимптотически возрастающей, но, естественно, всегда остаётся в границах открытого отрезка $(s(a_{\max}), s(a_{\min}))$. Частота колебаний возрастает с сокращением параметров l и ζ .

Существование режима периодической динамики потенциально опасно: при $r_t > r$ экономика неконтролируемо теряет часть ранее накопленных знаний, то есть деградирует. В периоды минимумов зарплат практиков (а значит, минимумов запаса знаний) экономика теряет темпы экономического роста, конкурентные позиции во внешней торговле и подвержена угрозе роста социальной напряжённости. Отсюда следует, что вблизи пределов экстенсивного роста числа исследователей необходим мониторинг предпосылок возникновения колебательной динамики, а при их выявлении — контрциклическое регулирование зарплат учёных. В идеале следует стремиться к соотношению зарплат учёных и практиков, при котором на достаточно длительном прогнозном периоде (превышающем ожидаемый период колебаний) выполняется условие $r_t \geq r$.

Проведённый анализ предстоит углубить с учётом межнациональной миграции исследователей.

Список использованных источников

Дементьев В.Е. Ловушка технологических заимствований и условия ее преодоления в двухсекторной модели экономики // Экономика и математические методы. 2006. №4. С. 17–32.

Полтерович В.М., Хенкин Г.М. Эволюционная модель взаимодействия процессов создания и заимствования технологий // Экономика и математические методы. 1988. №6. С.1071–1083.

König M.D., Lorenz J., Zilibotti F. Innovation vs imitation and the evolution of productivity distributions // Theoretical Economics. 2016. №11. P.1053–1102.

Romer P.M. Endogenous technological change // Journal of Political Economy. 1990. Vol. 98. №5. Part 2. P.S71–S102.