

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПРЕОДОЛЕНИИ ДЕФИЦИТА ПРИРОДНОГО РЕСУРСА

Н. В. Шилова

*Государственный университет – Высшая школа экономики*

Поступила в редакцию 4 октября 2010 г.

**Аннотация:** сокращение доступных запасов природного ресурса может стать стимулом развития новых технологий, которые позволяют использовать его более эффективно или заместить в процессе производства другим ресурсом. В Израиле государственная политика, направленная на сокращение спроса на пресную воду, а с другой стороны, на финансирование разработок, позволяющих ее производить и замещать, привела к тому, что технологии смещаются в сторону «навыкоразвивающихся» и «водозамещающих», что, в свою очередь, вследствие особых свойств замещающего ресурса (интеллектуального) ведет к общему прогрессу страны и ее экономическому развитию.

**Ключевые слова:** направленные инновации, дефицит природного ресурса, вода, человеческий капитал, государственная поддержка инноваций.

**Abstract:** shortening of available volumes of a natural resource can become an engine for the new technologies development, and these technologies would help using it more effectively or would allow substituting it with some other resource. In Israel state policy aiming to shortening of the demand for sweet water together with subsidizing of new technologies which allow to produce sweet water and to substitute it, led to a new phenomena. Technologies that evolved appeared to be skill-biased and water-replacing, which because of special properties of the substitute resource (intellectual resource) leads to economic development of the country.

**Key words:** directed innovation, natural resource deficit, water, human capital, governmental support of innovations.

Роль технологических изменений и инноваций в экономическом развитии страны изучается давно, и можно говорить о том, что существуют по крайней мере несколько работ (например, [1]), которые можно назвать основными, давшими толчок последующим исследованиям на эту тему. Собственно технологические изменения в основном описываются с использованием кривой производственных возможностей, задаваемой стандартным способом:

$$Y = f(K, L, E, M, t),$$

где  $Y$  – объем выпуска, зависящий от наличия капитала, рабочей силы, энергии и промежуточных товаров и увеличивающийся со временем. В таком случае технологическим изменением можно будет считать любое изменение коэффициентов при факторах производства, которое приводит либо к тому, что в течение того же периода времени с использованием того же количества факторов мы можем получить больший выпуск, либо к тому, что при сохранении всех остальных параметров неизменными, но уменьшении использования одного из факторов мы все же получаем возможность производить тот же выпуск.

Однако это пока ничего не говорит нам о том, что является источником технологических изменений. Для того чтобы можно было говорить о состоявшемся технологическом изменении, оно должно пройти три стадии: изобретение, инновация и диффузия. Изобретение не может считаться технологическим изменением, пока не приобрело конечную форму и не оказалось внедрено фирмой из соображений максимизации прибыли. Диффузия инновации на рынке возможна только в случае успешности внедрившей ее фирмы. Инвестирующая в такое технологическое изменение фирма оказывается в выигрыше, так как в определенный момент может собрать монопольную прибыль за счет того, что только она внедрила данную инновацию.

Однако технологические изменения обладают тем свойством, что, будучи внедрены одной фирмой, редко могут оставаться ее секретом, и через определенное время могут быть использованы и всеми ее конкурентами [2]. И это причина того, что уровень частных инвестиций обычно ниже общественно-оптимального уровня – вложения в знания должны быть очень большими, ибо разработки новых продуктов и новых технологий дороги, а фрирайдерство слишком очевидно выгодно. Знание

«перетекает» [3] другим экономическим агентам бесплатно. Кроме того, зачастую инновационный продукт сталкивается с положительным или отрицательным эффектом сетевых экстерналий. Телефон – очень полезная вещь, но только если он есть и у других агентов [4].

Итак, инвестор, максимизирующий прибыль, получает свою долю прибыли от технологического новшества, но не в том объеме, на что он рассчитывал бы, не будь перечисленных выше эффектов. А это значит, что он будет недоинвестировать в проект [5]. Действительно, во многих работах показано, что общественная выгода от инвестиций в НИОКР больше, чем полученная частной фирмой (см., например, [6] и [7]).

Таким образом, чтобы достичь оптимального уровня инвестиций в НИОКР, необходимо вмешательство государства. При этом финансовая сторона вопроса – не единственная. Соответствующая образовательная политика, институциональные условия должны быть такими, чтобы способствовали инновационному развитию.

Израиль представляет собой ярчайший пример инновационной экономики. Государственная поддержка коммерческих НИОКР на разных этапах развития экономики сделала хай-тек сектор одной из движущих сил общего экономического развития страны. Телекоммуникационный сектор и военная промышленность получали наибольшую поддержку в силу объективных причин – постоянных военных конфликтов с соседями. Однако «переливы» технологий в другие высокотехнологичные секторы, а также соответствующие ценовые методы «направления» их деятельности позволили стране развиваться в условиях дефицита природных ресурсов, основным из которых является пресная вода, специфичность которой как фактора производства сыграла здесь одну из важнейших ролей.

Запасы пресной воды в Израиле ограничены, по разным оценкам [8], примерно 1550 млн кубометров в год без нарушения природного баланса. Это означает, что потребление воды в больших объемах может привести к необратимым последствиям для всей экосистемы. Во-первых, это засоление и критическое снижение давления в подземных водоносных слоях – основных источниках пресной воды в стране. Во-вторых, это ведет к снижению уровня воды в озере Кинерет, что пагубно отразится на жизни его обитателей. При этом доступный объем воды постоянно снижается из-за того, что климат становится все более засушливым [9], а строительство городов сокращает площадь

территории, с которой может собираться дождевая вода и поступать в подземные водоносные слои. Кроме того, внешнеполитическая напряженность делает пресную воду фактором международной нестабильности и усугубляет пограничные конфликты. В результате различные преднамеренные и непреднамеренные действия соседей (чрезмерное выкачивание воды и неконтролируемое бурение на воду палестинцами на Западном Берегу, планы Сирии по строительству плотин на притоках Иордана и пр.) превращают доступные объемы пресной воды в почти *случайную* величину.

Однако Израиль успешно расходует гораздо больше пресной воды ежегодно, чем тот объем, что указан выше (на более чем 700 млн кубометров в год). Это возможно потому, что в течение последних нескольких десятилетий в стране ведутся разработки, направленные как на снижение потребления пресной воды во всех отраслях хозяйства, так и на увеличение эффективности ее использования. В результате, например, сельское хозяйство Израиля стало отраслью, состоящей «на 95 % из научных достижений и на 5 % из труда» [10], а один человек, занятый в израильском сельском хозяйстве, в состоянии прокормить 100 своих соотечественников (для сравнения: в США этот показатель 1:79, в России – 1:14,7, в Китае – 1:3,6) [11]. Кроме знаменитого капельного орошения и выращивания овощей в теплицах, препятствующих испарению воды, израильское сельское хозяйство отличается тем, что применяет для полива в том числе очищенные сточные воды, поступающие из близлежащих городов. В результате одна и та же вода используется дважды и почти полностью расходуется из-за низкого процента испарений.

Кроме того, построены и введены в эксплуатацию опреснительные заводы, которые делают морскую воду пригодной для питья. Такая вода дороже, чем та, что выкачивается из-под земли, но цена ее постоянно снижается из-за постоянного совершенствования технологии опреснения.

Таким образом, основное, что удалось сделать Израилю в борьбе с дефицитом воды, – направить научно-технический прогресс в сторону замещения пресной воды в первую очередь интеллектуальным ресурсом, который и способствует появлению всех перечисленных и многих других новшеств. И это замещение эффективно в силу свойств, которыми обладают вода и знание как ресурсы.

Воду можно рассматривать как экономическое благо в силу того, что она действительно имеет большую экономическую ценность. Более того,

потребители в бедных водой регионах конкурируют за получение доступа к источнику воды, в том числе это касается стран с засушливым климатом, как, например, Израиль. Воду вполне можно измерять, и если бы можно было установить свободный рынок для продажи и покупки воды, мы могли бы наблюдать установление «справедливой» цены в действии.

Однако попытки моделирования ценообразования на воду всегда наталкиваются на сложности, порождаемые самой природой воды как абсолютно необходимой составной частью самого человеческого существования. Передача прав собственности на воду и «отпускание» цен было бы крайне непопулярным политическим решением и совершенно негативно сказалось бы на благосостоянии самых бедных слоев населения. Поэтому даже решения, касающиеся небольших изменений в правилах ценообразования, вызывают общественное недовольство и крайне опасны для политиков. Особенно это верно для засушливых регионов. Более того, передача прав собственности на источник воды в таких условиях чревато чрезмерным ее расходом в силу того, что вода есть типичное общественное благо.

Государство могло бы устанавливать цены, используя анализ на основе предельных издержек. Рынки реагируют на предельные издержки поставки товара и предельную полезность его потребления. Однако предельная полезность воды неодинакова в разные периоды времени – например, в засуху или в конце сезона, когда водохранилище почти опустошено, а фермерам по-прежнему требуется вода для полива, предельная полезность воды крайне высока. В других случаях предельная полезность воды может оказаться очень низкой. Как только урожай собран, дополнительная вода не приносит роста полезности. Ухудшение состояния окружающей среды надо было бы принимать во внимание, говоря об издержках на производство и поставку воды.

Carruthers и Morrison [12] выделяют пять основных характеристик воды как товара:

1) вода вполне может быть рыночным товаром (примером может служить бутилированная вода, водоснабжение населения водой для домашних нужд, для орошения);

2) вода обладает характеристиками также общественного блага (вода как средство транспортировки грузов (навигации), купания и отдыха, эстетического наслаждения ландшафтом);

3) вода может обладать характеристиками блага, находящегося в общей собственности (отличается от общественного блага именно принадлежностью определенному кругу лиц или одному лицу, и поэтому становится частным, в том числе и в ходе «самозахвата», – грунтовые воды под частным земельным участком, используемые собственником участка, ручей или пруд);

4) вода влечет появление экстерналий (использование водных ресурсов может приводить к возникновению широкого спектра положительных и отрицательных последствий для третьих сторон и общества в целом);

5) обладает характеристиками коммунальной услуги (создание инфраструктуры часто требует высоких фиксированных издержек и низких последующих затрат на единицу водопотребления, делая поставщика естественной монополией).

Характеристики (2), (3) и (4) обычно рассматриваются как источники «провалов рынка», которые неизбежно делают пресную воду благом, чьи поставки населению нельзя полностью доверять частным фирмам. В Израиле около 70 % воды поставляется государственной компанией «Мекорот», опреснительные же заводы находятся в частных руках. Если на принадлежащей частному лицу или организации участке земли находится водный источник, то он продолжает оставаться государственной собственностью, а владелец должен оплачивать пользование водой.

С дефицитом такого ресурса можно бороться, либо закупая его, либо замещая другим ресурсом. Проекты по закупке воды (транспортировке айсбергов и пр.) оказались слишком дорогими, хотя прокладка трубопровода из Турции, видимо, все же станет реальностью в ближайшие годы. Однако последнее, опять же, осложняется непростыми отношениями с Сирией. Поэтому замещение воды в тех пределах, которые позволяют населению иметь доступ к достаточному объему воды для собственных нужд, было бы наилучшим решением. И такой ресурс был найден – им оказался интеллектуальный ресурс, обладающий совершенно другими свойствами, важнейшее из которых состоит в том, что по мере использования он только наращивается, а наращиваясь, он «переливается» в другие отрасли, способствуя росту экономики даже в условиях жестких ограничений на использование пресной воды.

В работе Т. Гомера-Диксона [13] описаны институциональные особенности общества, в котором

дефицит ресурса может увеличить предложение так называемой «изобретательности» (термин, отличающийся от используемого нами «интеллектуальный ресурс», но по сути обозначающий только способность к прикладным исследованиям, о которых в основном и идет речь в данной статье). Т. Гомер-Диксон отмечает, что важнейшей составляющей общественного устройства должна стать развитость (разнообразие) идей относительно создания, реформирования и поддержания общественных институтов. Фактически он говорит о том, что важнейшим условием для замещения природного ресурса интеллектуальным должно быть наличие психологических и материальных стимулов для новаторов и изобретателей, а также для предпринимателей, внедряющих их разработки. Отсутствие этих составляющих, по нашему мнению, есть одна из причин того, что в соседней Иордании, к примеру, дефицит пресной воды не привел к таким же последствиям и становится катастрофичным.

Что касается финансовой поддержки высокотехнологичной отрасли, то израильское правительство имеет достаточно долгий опыт работы в этой сфере. Еще в 70-х гг. XX в. были разработаны различные схемы государственной поддержки промышленных НИОКР, с тех пор средняя доля израильской государственной поддержки финансирования хай-тек бизнеса составляет в Израиле около 20 %. Не углубляясь в детали, отметим, что удовлетворяющий определенным формальным критериям проект может получить грант на оплату до 66 % его расходов [14]. В зависимости от того, идет речь о разработке нового продукта или доработке старого, а также предназначен ли продукт для военных или гражданских целей, эта доля может меняться. Что касается водных проектов, то в разных районах страны предприниматели могут рассчитывать на разные субсидии (или ставки налога), если разрабатывают и внедряют новые водосберегающие и водозамещающие технологии (поскольку государство заинтересовано в экспансии по определенным направлениям – например, в расширении и экономическом росте «городов развития» в Негеве).

В результате технологии развиваются в направлении увеличения производительности ограниченного ресурса, в данном случае – воды. Поскольку относительная цена воды высока, а предельный продукт высокотехнологичного сектора тоже относительно велик, происходит одновременно и замещение воды тем ресурсом, который используется

в хай-теке, – это люди, их интеллектуальные способности, «изобретательность». Получается, что дефицит воды приводит к тому, что технологии становятся «навыкоразвивающими» и «водозамещающими», используя терминологию Д. Асемоглу [15], что, в свою очередь, вследствие особых свойств замещающего ресурса ведет к общему прогрессу и экономическому развитию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Romer P. M. Crazy Explanations for the Productivity Slowdown* / P. M. Romer // Stanley Fischer, Ed.: *Macroeconomic Annual*, NBER, 1987 и Grossman, G. M. & E. Helpman, *Innovation and Growth in the Global Economy*. – Cambridge, MA : MIT Press, 1991.
2. *Romer P. Increasing Returns and Long-Run Growth* / P. Romer // *Journal of Political Economy*. – 1986. – № 94. – P. 1002–1037.
3. *Griliches Z. The Search for R&D Spillovers* / Z. Griliches // *Scandinavian Journal of Economics*. – 1992. – № 9. – P. 29–47.
4. *Katz M. L. Technology Adoption in the Presence of Network Externalities* / M. L. Katz, C. Shapiro // *Journal of Political Economy*. – University of Chicago Press, 1986. – Vol. 94(4). – P. 822–841.
5. *Spence A. M. Cost Reduction, Competition and Industry Performance* / A. M. Spence // *Econometrica*. – 1984. – № 52(1). – P. 101–121.
6. *Pakes A. Applications and Limitations of Some Recent Advances in Empirical Industrial Organization : Prices Indexes and the Analysis of Environmental Change* / A. Pakes, S. Berry, J. A. Levinsohn // *American Economic Review*. – 1993. – № 83. – P. 240–246.
7. *Jones C. Measuring the Social Return to R&D* / C. Jones, J. Williams // *Quarterly Journal of Economics*. – 1983. – № 113. – P. 1119–1113.
8. Отчет Водной комиссии Израиля. – 2000 (на иврите).
9. *Fleischer A. Climate change, irrigation, and Israeli agriculture : Will warming be harmful?* / A. Fleischer, I. Lichtman, R. Mendelsohn // *Ecological Economics*. – 2008. – № 65. – P. 508–515.
10. *Senor D. Start-up Nation. The story of Israel's Economic Miracle* / D. Senor, S. Singer. – N.Y. : Boston, 2009. – P. 226.
11. *Ханелис В. Коровы в браслетах и красные бананы* / В. Ханелис // *Израиль сегодня*. – № 275. – Режим доступа: <http://www.newswe.com/index.php?go=Pages&in=view&id=2511>
12. *Carruthers I. D. Institutions in Water Resource Management: Insights From New Institutional Economics* / I. D. Carruthers, J. A. Morrison // *Howsam P. & Carter R. Water Policy* (eds). – London : E & FN Spon, 1996. – P. 205–212.
13. *Homer-Dixon T. F. The Ingenuity Gap : Can Poor Countries Adapt to Resource Scarcity* / T. F. Homer-Dixon // *Population and Development Review*. – 1995. – Vol. 21, № 3. – P. 587–612.

14. Trajtenberg. R&D Policy in Israel : An Overview and Reassessment // NBER Working Paper 7930. – 2000. – October.

*Государственный университет – Высшая школа экономики*

*Шилова Н. В., преподаватель кафедры микроэкономического анализа*

*E-mail: mlevin05@gmail.com*

15. *Acemoglu D.* Directed technical change / D. Acemoglu // MIT. – 2002.

*State University – Higher School of Economics*

*Shilova N. V., Lecturer of the Microeconomical Analysis Department*

*E-mail: mlevin05@gmail.com*