

УДК 330.13(075.8)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЛИЯНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В НИОКР НА РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ В КИТАЕ

В. М. Карпенкокандидат технических наук, доцент
Белорусский государственный университет**Чжу Хао**аспирант
Белорусский государственный университет

На основе данных провинциальной панели за период 2012–2022 гг., проанализирована взаимосвязь между инвестициями в НИОКР и региональным экономическим ростом. Результаты исследования показывают, что инвестиции в НИОКР оказывают непосредственное влияние на региональный экономический рост, научно-технические инновации оказывают положительное влияние на региональный экономический рост, научно-технические инновации играют роль медиатора в процессе, когда инвестиции в НИОКР способствуют региональному экономическому росту.

Ключевые слова: инвестиции в НИОКР, инновации, региональный экономический рост, высококачественное развитие.

Введение

В 2021 г. экономика Китая официально вступила в стадию реализации плана развития «14-й пятилетки», целью которого является содействие высококачественному экономическому развитию и структурной трансформации экономики. Инвестиции в НИОКР являются ключевым фактором, способствующим технологическим инновациям и модернизации промышленности [1]. В условиях стремительных изменений мировой экономики традиционной модели экономического роста становится трудно соответствовать требованиям устойчивого развития, и необходимо открывать новые пути роста через технологические инновации. Инвестиции в НИОКР ускоряют разработку и внедрение новых технологий, способствуют развитию отраслей в направлении высоких технологий, интеллектуальных и экологических решений, тем самым оптимизируя экономическую структуру и повышая конкурентоспособность страны.

Кроме того, в условиях экономической оптимизации и трансформации внешние вызовы, такие как неопределенность международной торговой среды и усиление технологической конкуренции, требуют от компаний более сильной независимой инновационной способности и рыночной конкурентоспособности. Инвестиции в НИОКР являются важным способом для компаний укрепить свою независимую инновационную способность. За счет увеличения инвестиций в ключевые передовые технологии компании могут преодолеть технологические барьеры, овладеть основными правами интеллектуальной собственности и сформировать уникальное конкурентное преимущество на рынке, что способствует модернизации и развитию всей производственной цепочки и обеспечивает мощную поддержку экономической трансформации.

Основная часть

Согласно неоклассической теории роста, технологические инновации являются ключевой движущей силой экономического развития страны, а технический прогресс играет решающую роль в экономическом росте. Технологические инновации могут значительно повысить производительность труда, оптимизировать распределение ресурсов, снизить производственные издержки, тем самым способствуя устойчивому экономическому росту.

Согласно теории эндогенного роста, технологические инновации рассматриваются как эндогенная переменная экономического роста и являются фундаментальной движущей силой долгосрочного экономического роста [2].

Как один из ключевых факторов экономического развития страны, инвестиции в НИОКР оказывают далеко идущее и многоплановое влияние на процветание и рост экономики страны. Во-первых, с точки зрения краткосрочной перспективы экономического роста, инвестиции в НИОКР являются прямым источником жизнеспособности национальной экономики. Когда государство увеличивает инвестиции в научные исследования, эти средства быстро превращаются в конкретные действия, такие как строительство исследовательских объектов, финансирование научных проектов и подготовка научных кадров. Увеличение инвестиций в НИОКР означает, что больше ресурсов направляется в области с высоким потенциалом роста, что ускоряет разработку и внедрение новых технологий, повышает производительность и снижает издержки производства, обеспечивая мощный импульс для экономического роста. Этот прямой экономический эффект не только помогает смягчить давление на экономику, но и закладывает прочную основу для ее устойчивого и здорового развития.

Во-вторых, с точки зрения долгосрочной стратегической значимости экономического развития, инвестиции в НИОКР являются ключевой поддержкой для экономической трансформации, модернизации и устойчивого развития страны. В условиях глобальной экономической интеграции и усиления конкуренции в области науки и технологий конкурентоспособность национальной экономики все больше зависит от научно-технических инноваций [3].

Подводя итоги, можно сказать, что прямое влияние инвестиций в НИОКР на экономическое развитие страны проявляется во многих аспектах. С одной стороны, инвестиции в НИОКР непосредственно способствуют быстрому развитию научно-исследовательских институтов, университетов и высокотехнологичных компаний, а также стимулируют процветание смежных отраслей, таких как обрабатывающая промышленность и сфера услуг, что способствует экономическому развитию. С другой стороны, инвестиции в НИОКР через научно-технические инновации оказывают глубокое влияние на качество и структуру экономического развития страны. Благодаря инвестициям в НИОКР научно-технические инновации преодолевают ограничения традиционных отраслей и создают новые, высокотехнологичные отрасли, которые благодаря своей высокой добавленной стоимости, высокому технологическому уровню, низкому энергопотреблению и низкому уровню загрязнения окружающей среды становятся новыми точками роста национальной экономики. В то же время научно-технические инновации способствуют модернизации и трансформации традиционных отраслей, повышая их конкурентоспособность и устойчивость за счет технологических преобразований, совершенствования продуктов и управленческих инноваций. Таким образом, выдвигаются следующие гипотезы:

H1: Объем инвестиций в НИОКР оказывает положительное влияние на региональный экономический рост.

H2: Инвестиции в НИОКР оказывают положительное влияние на научно-технические инновации.

Н3: Научно-технические инновации оказывают положительное влияние на региональный экономический рост.

Н4: Научно-технические инновации играют посредническую роль в процессе, когда инвестиции в НИОКР способствуют региональному экономическому росту.

1. Построение модели промежуточного эффекта

Модель промежуточного эффекта – это модель, которая используется для того, чтобы определить, влияет ли одна переменная на другую переменную через промежуточную переменную [4]. Конкретный принцип заключается в следующем: если необходимо определить, оказывает ли переменная X влияние на другую переменную Y через промежуточную переменную Z , нужно выяснить, существует ли промежуточный эффект переменной Z между переменными X и Y . Как определить, существует ли промежуточный эффект, выясняется через оценку результатов следующей модели. Конкретная модель выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} Y &= \beta_1 + aX + e_1 \\ Z &= \beta_2 + bX + e_2 \\ Y &= \beta_3 + cX + dZ + e_3 \end{aligned}$$

Здесь $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – это свободные члены уравнений, a, b, c, d – параметры, e_1, e_2, e_3 – случайные ошибки. Если a, b, d значимо не равны нулю, это означает, что переменная X оказывает влияние на переменную Y через промежуточную переменную Z , то есть переменная Z играет роль промежуточного эффекта между переменными X и Y . В противном случае промежуточного эффекта не существует.

В данной статье предпринята попытка проанализировать, осуществляется ли влияние инвестиций в НИОКР на экономический рост через промежуточный эффект научно-технических инноваций. При неизменных контрольных переменных сначала проводится регрессия инвестиций в НИОКР на региональный экономический рост; если коэффициент регрессии значим, это указывает на наличие прямого влияния. Затем проводится регрессия научно-технических инноваций; если коэффициент регрессии значим, это указывает на влияние инвестиций в НИОКР на научно-технические инновации. Наконец, проводится регрессия регионального экономического роста одновременно на инвестиции в НИОКР и научно-технические инновации; если коэффициент регрессии для научно-технических инноваций значим, это доказывает наличие промежуточного эффекта. Модель строится следующим образом:

$$\begin{aligned} grow_{it} &= \alpha_0 + \alpha_1 \times tec_{it} + \alpha_2 \times CV_{it} + \epsilon_{1it} \\ pat_{it} &= \beta_0 + \beta_1 \times tec_{it} + \beta_2 \times CV_{it} + \epsilon_{2it} \\ grow_{it} &= \gamma_0 + \gamma_1 \times pat_{it} + \gamma_2 \times tec_{it} + \gamma_3 \times CV_{it} + \epsilon_{3it} \end{aligned}$$

Здесь CV обозначает контрольные переменные, зависимые переменные – региональный экономический рост и инвестиции в НИОКР – обозначаются как $grow$ и tec соответственно, pat представляет собой промежуточную переменную научно-технических инноваций, i обозначает провинцию ($i = 1, 2, 3 \dots 30$), t обозначает год ($t = 2012, 2013 \dots 2022$), ϵ – это случайная ошибка, α_1 обозначает общий эффект инвестиций в НИОКР на региональный экономический рост, γ_2 обозначает прямой эффект инвестиций в НИОКР на региональный экономический рост.

Если α_1, β_1 и γ_1 значимо не равны нулю, это указывает на наличие промежуточного эффекта научно-технических инноваций между инвестициями в НИОКР и региональным экономическим ростом. Если один из коэффициентов β_1 или γ_1 значимо равен нулю, необходимо провести тест Собела, чтобы определить, существует ли про-

межучетный эффект. Если существует промежуточный эффект и при этом γ_1 значимо и равно нулю, это указывает на полное промежуточное влияние, то есть рыночная ставка полностью опосредует связь между денежной массой и экономическим ростом. Если γ_1 значимо, но не равно нулю, это указывает на частичный промежуточный эффект рыночной ставки в этой взаимосвязи.

2. Выбор данных

В данной работе используются панельные данные по 30 провинциям (регионам и городам) Китая за период 2012–2022 гг. В связи с большим количеством отсутствующих данных были исключены: Тибет, Тайвань, Гонконг и Макао. Источниками данных являются базы данных CSMAR и CEINET.

Данные по объему капитала в каждой провинции были детально рассчитаны с использованием метода постоянного запаса, при этом 2000 г. был выбран в качестве базового года. Метод основан на подходе Сунь Хаоцзе (2008) из статьи «Переоценка капитальных запасов Китая: 1952–2006 гг.» [5]. В первую очередь было определено начальное значение капитала для каждой провинции. Для расчета использовалась валовая стоимость основного капитала за 2001 г. в сочетании с коэффициентом амортизации 10,96% и средним темпом роста инвестиций за период 2001–2005 гг. Затем на основе классической формулы метода постоянного запаса был вычислен объем капитала для последующих лет. Источники данных для конкретных переменных представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Описание переменных

Переменная	Описание переменной
grow	ВВП каждой провинции (города), логарифм
tec	Инвестиции в НИОКР каждой провинции (города), логарифм
pat	Количество выданных патентов в каждой провинции (городе), логарифм
pop	Численность населения каждой провинции (города), логарифм
cap	Капитальные запасы каждой провинции (города), логарифм

Примечание – Источник: составлено авторами.

3. Результаты регрессионного анализа

3.1 Описательная статистика

Таблица 2 – Описательная статистика

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
grow	330	28.365	0.862	25.967	30.189
tec	330	23.683	1.363	20.293	26.497
pat	330	10.385	1.419	6.219	13.679
pop	330	26.303	0.725	24.443	27.543
cap	330	29.078	0.743	26.834	30.629
trade	330	23.812	1.684	18.858	26.933

Примечание – Источник: составлено авторами.

Стандартное отклонение объясняющей переменной – инвестиций в НИОКР – составляет 1,363. Это указывает на значительные различия в технических вложениях между провинциями; в некоторых регионах такие различия могут быть обусловлены различиями в отраслевой структуре, инновационных возможностях и уровне госу-

дарственной поддержки. Среднее значение промежуточной переменной – научно-технические инновации – составляет 10,385, минимальное значение – 6,219, максимальное – 13,679. Стандартное отклонение равно 1,419, что свидетельствует о значительных различиях в количестве выданных патентов. В некоторых провинциях технические инновации и защита интеллектуальной собственности могут быть более развиты. Поэтому анализ региональных различий в количестве патентов помогает лучше понять вклад научно-технических инноваций в экономический рост.

3.2 Прямой эффект инвестиций в НИОКР на региональный экономический рост

Таблица 3 – Прямой эффект инвестиций в НИОКР на региональный экономический рост

	(1)	(2)	(3)	(4)
	grow	grow	grow	grow
tec	.217*** (.015)	.3*** (.014)	.457*** (.013)	.605*** (.01)
pop	.263*** (.017)	.236*** (.02)	.355*** (.024)	
cap	.411*** (.024)	.42*** (.028)		
trade	.076*** (.007)			
_cons	2.547*** (.422)	2.82*** (.484)	8.196*** (.43)	14.025*** (.24)
Observations	330	330	330	330
R-squared	.978	.971	.951	.916

Standard errors are in parentheses

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

Из таблицы 3 видно, что коэффициенты регрессии инвестиций в НИОКР в четырех моделях положительные и значимы на уровне 1%, что указывает на то, что инвестиции в НИОКР оказывают значительное положительное влияние на региональный экономический рост. Это согласуется с теорией инновационного роста, показывая, что увеличение инвестиций в НИОКР в каждой провинции может значительно повысить уровень регионального экономического развития. Причина этого заключается в том, что деятельность по НИОКР создает большое количество рабочих мест для квалифицированных специалистов, особенно в отраслях, ориентированных на технологии. С другой стороны, инвестиции в НИОКР напрямую поддерживают разработку новых продуктов и услуг в компаниях. Вывод новых продуктов на рынок не только привлекает потребителей, но и открывает новые рынки, что способствует увеличению производства и продаж, стимулируя региональный экономический рост.

Что касается коэффициентов переменных (численность населения, объем капитала и международная торговля), то их коэффициенты регрессии также значимы на уровне 1%, что указывает на значимую положительную связь этих переменных с региональным экономическим ростом.

3.3 Медиаторный эффект научно-технических инноваций

Согласно регрессии модели с медиатором, коэффициенты регрессии представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Регрессия медиаторного эффекта

	(5)	(6)	(7)
	grow	grow	grow
Tec	.217*** (.015)	.715*** (.057)	.147*** (.017)
Pat			.099*** (.013)
Pop	.263*** (.017)	-.21*** (.067)	.284*** (.016)
Cap	.411*** (.024)	.383*** (.093)	.373*** (.023)
Trade	.076*** (.007)	.149*** (.028)	.061*** (.007)
_cons	2.547*** (.422)	-15.726*** (1.625)	4.098*** (.443)
Observations	330	330	330
R-squared	.978	.88	.981

Standard errors are in parentheses

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

В модели регрессионного анализа (5) рассматривается только прямой эффект инвестиций в НИОКР на ВВП. Результаты показывают, что коэффициент регрессии для инвестиций в НИОКР составляет 0,217 и значим на уровне 1%, что свидетельствует о значительном положительном влиянии инвестиций в НИОКР на экономический рост. На данном этапе модель не учитывает медиаторный эффект переменной научно-технических инноваций, поэтому отражает только общий эффект инвестиций в НИОКР на региональную экономику. Модель (6) далее анализирует влияние инвестиций в НИОКР на переменную научно-технических инноваций. Результаты показывают, что коэффициент регрессии для этой переменной равен 0,715 и также значим на уровне 1%, что указывает на значительное влияние инвестиций в НИОКР на повышение инновационного потенциала. Увеличение инвестиций в НИОКР позволяет регионам увеличить результативность технологических инноваций, тем самым стимулируя технологический рост экономики.

В модели (7) переменная научно-технических инноваций введена как медиатор для анализа посреднического эффекта между инвестициями в НИОКР и экономическим ростом. Результаты показывают, что коэффициент регрессии для количества патентов равен 0,099 и значим на уровне 1%, что свидетельствует о том, что переменная инноваций, выступая в роли медиатора, оказывает значительное положительное влияние на экономический рост. После введения медиаторной переменной коэффициент регрессии для инвестиций в НИОКР снижается с 0,217 в модели (5) до 0,147, что указывает на то, что часть эффекта инвестиций в НИОКР передается на экономический рост через инновации. Общий эффект инвестиций в НИОКР на региональный экономический рост составляет 0,217, из которых прямой эффект – 0,147, а косвенный эффект через инновации – 0,07. Это открытие указывает на то, что инвестиции в НИОКР не только напрямую способствуют экономическому росту, но и опосредованно через технологические инновации. Превращение результатов технологических инноваций в реальные продукты эффективно повышает конкурентоспособность регионов и способствует долгосрочному экономическому развитию.

Влияние научно-технических инноваций на ВВП является глубоким и многослойным. Когда предприятия разрабатывают инновационные продукты или технологии с помощью средств на НИОКР, эти новые продукты зачастую способны удовлетворить неудовлетворенные потребности на рынке или предложить существующие товары и услуги более эффективным способом [6]. Выход новых продуктов на рынок создает новые рынки, а расширение спроса способствует росту региональной экономики. Улучшение технологий позволяет предприятиям производить продукцию с меньшими затратами и с большей эффективностью, повышая производительность. Снижение цен привлекает больше потребителей, что увеличивает рыночный спрос [7]. Технологические инновации помогают компаниям повысить конкурентоспособность продукции на мировом уровне, увеличить долю на глобальном рынке, что способствует увеличению экспорта и росту ВВП [8]. Научно-технические инновации способствуют сдвигу потребительского спроса с базовых товаров на продукты с высокой добавленной стоимостью, что стимулирует рост потребления и в конечном итоге способствует увеличению ВВП [9].

Заключение

Инвестиции в НИОКР оказывают значительное положительное влияние на региональный экономический рост. Научно-технические инновации, стимулируемые инвестициями в НИОКР, не только создают множество прямых рабочих мест в сфере исследований и разработок, но и косвенно способствуют росту занятости в производстве, продажах, управлении и обслуживании инновационных продуктов. Особенно в высокодоходных отраслях, таких как информационные технологии, биотехнологии и высокотехнологичное машиностроение, научно-технические инновации часто требуют большого количества высококвалифицированных работников, что способствует увеличению числа высокооплачиваемых рабочих мест.

Научно-технические инновации играют посредническую роль между инвестициями в НИОКР и региональным экономическим ростом. Инвестиции в НИОКР через стимулирование научно-технических инноваций обеспечивают разработку новых технологий, повышение производственной эффективности, модернизацию промышленности и расширение рынков.

Таким образом, настоящее исследование с помощью модели медиаторного эффекта подтвердило как прямое, так и косвенное влияние инвестиций в НИОКР на экономический рост, причем научно-технические инновации, выступая в качестве медиатора, значительно усилили влияние инвестиций в НИОКР на экономический рост. Будущие исследования могут более подробно изучить различия в инновационном потенциале между регионами и другие потенциальные медиаторные факторы (такие как образование, поддержка политики и т. д.), чтобы глубже понять сложный механизм влияния технологических инноваций на экономический рост.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Dosi, G.* Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes / G. Dosi, R. R. Nelson // The Handbook of the Economics of Innovation. – 2010. – Vol. 1. – P. 51–127.
2. *Romer, P. M.* Endogenous technological change / P. M. Romer // The Journal of Political Economy. – 1990. – № 98(5). – P. 71–102.
3. *Debin, Du.* A Comparative Study of Sino-US Science and Technology Competitiveness / Debin Du, Dezhong Duan, Qifan Xia // World Geography Research. – 2019. – № 28(4). – P. 1–11.
4. *Hayes, A. F.* Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis: A Regression-Based Approach. / A. F. Hayes. – New York : Guilford Press, 2013. – P. 58–63.
5. *Haojie, Shan.* A Re-estimation of China's Capital Stock K: 1952–2006 / Haojie Shan // Quantitative & Technical Economics. – 2008. – № 25(10). – P. 17–31.

6. *Doran, J.* The role of entrepreneurship in stimulating economic growth in developed and developing countries / J. Doran, N. McCarthy, M. O'Connor // *Cogent Economics & Finance*. – 2018. – №6 (1). – P. 1–14.

7. *Mohamed, M. M. A.* Causality between Technological Innovation and Economic Growth: Evidence from the Economies of Developing Countries / M. M. A. Mohamed, P. Liu, G. Nie // *Sustainability*. – 2022. – № 14(6). – P. 3586.

8. *Карпенко, Е. М.* Промышленная политика и промышленное развитие: взаимосвязь и взаимообусловленность / Е. М. Карпенко, К. В. Шестакова. – Минск : БГУ, 2022. – 183 с.

Инновационная восприимчивость производственной системы: сущность, оценка и механизм управления / Е. М. Карпенко [и др.]; под науч. ред. Е. М. Карпенко. – Минск : БГУ, 2023. – 207 с.

Поступила в редакцию 06.11.2024 г.

Контакты: vmkarpenka@gmail.com (Карпенко Валерий Михайлович, Чжу Хао)

***Karpenko V. M., Zhu Hao.* RESEARCH ON THE MECHANISM OF THE IMPACT OF R&D INVESTMENTS ON REGIONAL ECONOMIC GROWTH IN CHINA**

Based on provincial panel data for the period 2012-2022, the relationship between R&D investments and regional economic growth has been analyzed. The results of the study show that: R&D investments have a direct effect on regional economic growth; scientific and technological innovations have a positive impact on regional economic growth; scientific and technological innovations play a mediating role in the process where R&D investments promote regional economic growth.

Keywords: R&D investments, innovations, regional economic growth, high-quality development.