

**Се Сяовэнь**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИННОВАЦИЙ ЧЕРЕЗ НИОКР НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОТИРУЕМЫХ НА БИРЖЕ ИНФРАСТРУКТУРОЁМКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КНР**

Се Сяовэнь – аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург; e-mail: [xiexiaoowen1994@gmail.com](mailto:xiexiaoowen1994@gmail.com).

**Аннотация.** Инфраструктурноёмкие предприятия – это категория компаний, которые рассматривают использование большой совокупности данных как важного ресурса для качественного и всестороннего применения в производственных и операционных процессах. Инновации играют важную роль в развитии предприятий. Исследование инновационной деятельности инфраструктурноёмких предприятий необходимо для формирования чётких и обоснованных предложений в целях дальнейшего развития бизнеса.

В этой статье, используя индексные критерии, автором даются определения групповых характеристик инфраструктурноёмких предприятий. В качестве объектов исследования были выбраны инфраструктурноёмкие предприятия, зарегистрированные на китайской бирже с 2012 по 2022 гг. В работе рассматривается влияние инвестиций, внедряемых через НИОКР, на выручку предприятий. Результаты исследования показывают, что инвестиции в НИОКР оказывают положительное влияние на выручку предприятий. Использование регрессионной модели подтвердило соблюдение требований устойчивости. Согласно результатам гетерогенного регрессионного анализа, эффективность инвестиций в НИОКР на государственных предприятиях ниже по сравнению с частными предприятиями.

Анализ также показал, что эффективность инвестиций в НИОКР на предприятиях с крупным масштабом производства более низкая, чем у средних и малых. На предприятиях, осуществивших цифровую трансформацию, эффективность инвестиций в НИОКР значительно выше по сравнению с теми, которые не осуществляют цифровую трансформацию.

**Ключевые слова:** инфраструктурноёмкие предприятия; инновация; финансирование НИОКР; выручка предприятий; цифровизация.

**Xie Xiaowen**

## **THE STUDY OF R&D INFLUENCE ON PERFORMANCE OF INTENSIVE INFRASTRUCTURE ENTERPRISES IN PRC**

Xie Xiaowen – Ph.D. student, Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg; e-mail: [xiexiaoowen1994@gmail.com](mailto:xiexiaoowen1994@gmail.com).

**Annotation.** Enterprises of intensive infrastructure are businesses wherein large set of data are used as an important resource for qualitative and comprehensive implementation in production and operational processes. Innovations are of the essence in the development of enterprises. The study of innovative activities of intense infrastructure enterprises is necessary for establishing clear and sound proposals for further business development.

On the basis of index criteria the author provides definitions of group characteristics of intense infrastructure enterprises with businesses registered in PRC in 2012-2022 being taken as research objects. The study focuses on the impact of innovations introduced through research and

*development and having influence on business revenues. The results of the study demonstrate that R&D related innovations have positive effect for the revenue of the enterprises. The use of regression model proves meeting requirements of sustainability. According to the results of heterogeneous regression analysis the efficiency of innovations into R&D is lower at state-owned enterprises than the one at private businesses.*

*The analysis also shows that the efficiency on investments into R&D at large scale enterprises is lower than the one at small and medium businesses. Besides the efficiency of investments introduced to enterprises having performed digital transformation tends to be much higher in comparison with the businesses that are not driving digital transformation.*

**Keywords:** *intense infrastructure businesses; innovation; R&D financing; digitalization.*

### Введение

Исследования инфраструктурноёмких предприятий все еще находятся на раннем этапе, и пока не было сформировано общее понятие. На основе анализа имеющейся литературы можно выделить два определения инфраструктурноёмких предприятий.

Первое определение: инфраструктурноёмкие предприятия – предприятия, в которых объекты технологической инфраструктуры, обеспечивающие развертывание и реализацию специфических для данной отрасли технологических процессов и выступающие одним из ключевых факторов создания стоимости конечного продукта, являются интеллектуальными (т.е. участвуют в информационном обмене в качестве элементов сбора, первичной обработки и анализа данных, а также реализуют управляющие воздействия на технологический процесс, генерируемые автоматизированными или цифровыми устройствами этих основных средств или другими информационными системами управления) и должны быть включены в единое информационное пространство предприятия [1]. Как правило, доля основных средств таких предприятий составляет значительную часть в структуре активов.

Второе определение: крупные промышленные предприятия, поставщики коммунальных услуг, транспортные и городские инфраструктурные организации, оборонная промышленность и другие секторы нуждаются в сложных производственных инфраструктурах для внедрения технологий, помогающих осуществлять свою основную деятельность. Их операционные инфраструктуры как часть процессов обмена информацией в организации

собирают большое количество первичных данных о реализации процессов. Такие предприятия называются инфраструктурно-интенсивными предприятиями [4]. На основе определения Левиной Igor V. Ilin предложил собственное определение.

В обоих определениях инфраструктурноёмких предприятий акцент делается на роли данных как специального ресурса, участвующего в производственной деятельности и даже применяемого в конечных продуктах.

Поэтому огромный объем данных в производственной деятельности становится одной из ключевых особенностей инфраструктурноёмких предприятий.

В базовых инфраструктурноинтенсивных предприятиях данные рассматриваются как «интеллектуальный ресурс», который участвует в производственной деятельности. Это подчеркивает сложность данных, т.е. типы данных должны быть достаточно разнообразными, чтобы после их анализа можно было получить новые знания. Сложные производственные линии и разнообразное оборудование для производства обеспечивают разнообразие данных в процессе производства.

Инфраструктурноёмкие предприятия в процессе производства и эксплуатации генерируют огромные объемы данных, которые можно собирать, хранить, передавать, анализировать и использовать с помощью цифровых технологий. Путем анализа этих данных предприятия могут получать новые знания, которые позволяют оптимизировать распределение ресурсов и снижать издержки. Цифровизация производственного процесса позволяет инфраструктурноёмким предприятиям значительно повысить эффективность. Инновации являются важным движущим

фактором развития предприятий.

Инновационная деятельность способствует оптимизации производственных процессов предприятий, сокращению затрат ресурсов и повышению производственной эффективности. Изучение характеристик и эффективности инновационной деятельности инфраструктурноёмких предприятий может обеспечить значительную информационную поддержку для предприятий в процессе их цифровой трансформации. Более того, исследование инновационной активности таких предприятий может способствовать повышению общей эффективности промышленного производства.

Оцифрованное преобразование инфраструктуры имеет значительное влияние на эффективность операций предприятий. Результаты исследования Никколо Темпини показывают, что развитие инфраструктуры может вызвать непредсказуемые последствия для создания ценности на основе данных, воздействуя на практику совместного использования через сложные способы и взаимозависимые контекстные сети [6]. Исследование Лянху Ванга и Юня Шао показывает, что укрепление цифровой инфраструктуры существенно повышает энергоэффективность промышленности. Кроме того, с увеличением уровня развития цифровой инфраструктуры ее воздействие на энергоэффективность промышленности меняется с подавляющего на стимулирующее [5]. Цифровая двойная система инфраструктуры значительно повышает эффективность использования железнодорожной инфраструктуры на этапе фактической эксплуатации [2].

Факторы, влияющие на инновации на предприятиях, связаны с внутренними и внешними факторами. Исследование Тан Цзин, Ван Ран и Ляо Чжуо доказывает, что инвестиции в научно-техническое развитие и вовлечение научно-исследовательского персонала оказывают положительное воздействие на результаты деятельности предприятий [8]. На примере крупной китайской компании в области новых энергетических технологий, BYD, исследование Чжан Хуэйсян показывает,

что изменение политики правительственных субсидий влияет на инновационную эффективность предприятий в сфере новых энергетических технологий и на устойчивость финансовых показателей, причем правительственные субсидии стимулируют инвестиции в инновации, качество инноваций и результаты инноваций, тем самым повышая прибыльную способность предприятий [9]. Эмпирический анализ У Юа и Шэн Кунронга показывает, что существует параболическая связь между капиталовложениями предприятий и выпуском патентов, затратами на научно-техническое развитие, а также прямая линейная связь между структурой капитала предприятий и эффективностью инноваций предприятий [10].

В условиях цифровизации эффективность инноваций улучшилась. Чэн Юмин подтвердил, что в цифровой среде нематериальные активы и инновационная эффективность коррелируют положительно [11]; Чжоу Сюэ, Юнцзи Хоу, Гуанцяо Цао и Гуанглинь Сун провели исследование китайских аграрных предприятий, результаты которого показали, что цифровое преобразование существенно увеличило инновационные возможности аграрных предприятий и способствовало повышению качества инноваций [7]. Исследование Дуан Хуаю и Хуанг Сюэбина обнаружило, что цифровое преобразование значительно повышает уровень инновационной эффективности ресурсных предприятий и качество внутреннего контроля [12]. Деннис Боахене Осей исследовал связь между цифровой инфраструктурой и инновациями в африканских странах, и результаты показали положительную корреляцию между цифровой инфраструктурой и инновациями [3].

### Гипотеза исследования

Инновационная активность базовых инфраструктурноёмких предприятий связана с особенностями корпоративного владения. В Китае корпоративное владение предприятиями в основном подразделяется на три типа: иностранные, государственные и частные. Эти различные типы корпоративного владения оказывают разное воздействие на эффективность инно-

вационной деятельности предприятий. Корпоративное владение определяется по природе крупнейшего акционера на бирже. Государственные предприятия, опираясь на свой государственный статус, пользуются определенными привилегиями в конкурентной борьбе на рынке: более легкий доступ к финансированию, получение государственных субсидий и получение сверхприбыли. Поэтому мотивация государственных предприятий к инновационной деятельности в условиях рыночной конкуренции относительно низкая. В отличие от этого, частные предприятия вынуждены конкурировать на рынке как с другими частными, так и с государственными предприятиями, поэтому они более ориентированы на инновации и их эффективность. Цель создания иностранных предприятий в Китае в основном связана с производственной деятельностью, и, по сравнению с инновациями, они больше ориентированы на производство. Поэтому инновационная деятельность инфраструктурноёмких предприятий тесно связана с характеристиками их корпоративного владения.

Эффективность инновационной деятельности инфраструктурноёмких предприятий значительно повысилась после внедрения цифровых технологий. С начала цифрового строительства в Китае в 2016 г. большие предприятия активно начали цифровую трансформацию. После многолетних усилий большинство предприятий завершили цифровое строительство. Цифровая трансформация предоставила предприятиям более интеллектуальные и эффективные инструменты и платформы, усилила их способность восприятия, обучения и адаптации, тем самым способствуя развитию их инновационной деятельности. По сравнению с периодом до 2016 г., эффективность инноваций предприятий после цифровизации значительно возросла. Благодаря цифровой трансформации предприятия могут лучше использовать данные для инноваций, быстро реагировать на потребности рынка и разрабатывать более конкурентоспособные продукты и услуги. Таким образом, цифровая трансформация имеет положи-

тельное и глубокое воздействие на эффективность инноваций в инфраструктурно-интенсивных предприятиях.

### Объект исследования

Базовым критерием отнесения предприятий к числу инфраструктурноёмких было определение, предложенное Левиной, а конкретными признаками служили положения, разработанные И.В. Ильиным (Igor V. Ilin) [4].

В качестве критериев характеристик инфраструктурноёмких предприятиях, в данной работе использованы такие факторы, как размер, тип отрасли, высокая доля основных средств и высокий уровень амортизации основных средств. Предприятия, выходящие на IPO, проходят строгие процедуры проверки, и только предприятия, соответствующие определенным требованиям, могут быть допущены к торгам, что делает их обычно успешными и крупными в своей отрасли.

Производственный процесс связан с образованием большого объема данных, которые тесно связаны с отраслевой спецификой компании. В производственной сфере создается большое количество данных, включая информацию, полученную от различных датчиков и информационных систем, используемых в процессе производства. Эти данные включают в себя информацию об оборудовании, энергопотреблении, производственных планах, операционных данных, параметрах окружающей среды, информации о производстве и качестве продукции, данных о материалах и знании и другие [13].

Шанхайская фондовая биржа разделяет компании, включенные в список, на 18 отраслей и 79 крупных категорий, при этом отрасли, связанные с указанными источниками данных, широко представлены в пяти отраслях: горнодобывающая промышленность, производство, электроэнергетика, теплоснабжение, газоснабжение и водоснабжение, строительство, транспорт и складское хозяйство, а также почтовое и курьерское обслуживание. Представителями этих пяти отраслей являются 50 из 79 крупных категорий. Поэтому в данной работе были выбраны компании, работающие в этих пяти отраслях.

В данной работе стандарты для базовых инфраструктурных компаний установлены следующим образом: процент фиксированных активов составляет 25%, а стандарт для коэффициента амортизации фиксированных активов составляет 20%. Средний процент фиксированных активов у компаний, включенных в список, составляет около 20%, и для инфраструктурных компаний этот показатель должен быть выше, поэтому он установлен на уровне 25%. Срок службы производственного оборудования обычно составляет 10 лет, и коэффициент амортизации фиксированных активов должен быть 10% в год, но оборудование инфраструктурных компаний находится в состоянии длительной непрерывной работы, что приводит к более серьезному износу, поэтому срок службы сокращается до 5 лет, и устанавливается коэффициент амортизации фиксированных активов в размере 20%.

Следовательно, объектом исследования данной работы являются китайские инфраструктурные компании, фактически включающие предприятия из пяти отраслей: горнодобывающая промышленность, производство, электроэнергетика, тепло-снабжение, газоснабжение и водоснабжение, строительство, а также транспорт и складское хозяйство и почтовое и курьерское обслуживание, где процент фиксированных активов составляет 25% и более, а коэффициент амортизации фиксированных активов – 20% и выше среди публичных компаний.

**Предмет исследования:** взаимосвязь между инвестициями в НИОКР и результатом реализации НИОКР в инфраструктурных компаниях.

Выбор переменных и построение модели.

Объясняемая переменная – это выручка от продаж инфраструктурноёмких предприятий. Выручка от продаж предприятий является одним из результатов их экономической деятельности. Целью инноваций на предприятии является внедрение новых технологий или оптимизация производственных процессов с целью повышения добавленной стоимости продукции или производственной эффективно-

сти, что в конечном итоге, дает преимущество на рынке конкуренции.

На экономическом уровне конкурентное преимущество предприятий проявляется в их выручке от продаж. Следовательно, выручка от продаж предприятий может служить показателем экономического результативного вывода инновационной деятельности предприятий.

Основная объясняющая переменная – это инвестиции инфраструктурноёмких предприятий в НИОКР. Ресурсы, направленные для инноваций на предприятии, включают в себя человеческие, финансовые ресурсы и активную часть основных фондов (оборудование). В отчетах предприятий о расходах на НИОКР обычно указываются два основных компонента: количество исследователей и сумма финансовых средств на НИОКР. В данной работе в качестве основной объясняющей переменной выбрана сумма финансовых средств на НИОКР. С одной стороны, инвестиции предприятий в исследования и разработки более легко измеряемы; с другой стороны, в данной работе объясняемая переменная – это выручка предприятия, поэтому переменная вложений соответствует переменной результатов в одинаковых единицах измерения.

В данной работе на основе исследовательской модели Мэн Мяо [14], Мэн Вэйцзюнь [15] и Сон Цинхуа [16] и др. построена следующая модель:

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{1it} + \gamma Controls_{it} + \varepsilon_{it} + \mu_i + \lambda_t$$
, где:  $Y_{it}$  – выручка  $i$ -ой компании в  $t$ -й год,

$X_{1it}$  – основная объясняющая переменная компании, представляющая собой финансовые средства в НИОКР  $i$ -ой компании в  $t$ -й год,

$\beta$  – коэффициент регрессии средств, вложенных в исследования и разработки компании,

$Controls_{it}$  – другие факторы, влияющие на прибыль компании, включая размер компании, оборачиваемость дебиторской задолженности, интенсивность капитала, концентрацию акционерного капитала, рентабельность продаж, коэффициент амортизации основных средств, аудиторское заключение, операционные способности компании, соотношение основ-

ных средств и индекс Херфиндаля,  
 $\gamma$  – коэффициент регрессии контрольных переменных, представляющий собой влияние всех контрольных переменных,  
 $\alpha$  – константа модели,  
 $\epsilon_{it}$  – случайная ошибка модели,  
 $\mu_i$  и  $\lambda_t$  соответственно представляют собой индивидуальные и временные эффекты.

Мы использовали панельные данные о базовых инфраструктурно-интенсивных предприятиях за период с 2012 по 2022 гг. и контролировали индивидуальные и временные эффекты. В табл. 1 показаны знак, название и способ получения переменных.

Результаты описательной статистики для каждой переменной (включая зависи-

мую переменную, основные независимые переменные, инструментальные переменные и другие контрольные переменные) приведены в табл. 2. Выручка предприятий, финансовые средства в НИОКР и количество сотрудников имеют слишком большие значения, поэтому для них взяты логарифмические значения. Большая стандартная ошибка для суммы инвестиций в научно-исследовательскую деятельность составляет 1,709, что указывает на огромные различия в инвестициях в научно-исследовательскую деятельность между предприятиями.

Результаты базовой регрессии, основанной на данных китайских инфраструктурноёмких предприятий, за период с 2012

*Таблица 1*

**Знак, название и способ получения переменных**

Переменная	Название переменной	Метод получения переменной
Y	Выручка от продаж	Ежегодная выручка от продаж предприятия
X1	Сумма инвестиций в исследования и разработки	Сумма средств, вкладываемых предприятием в исследования и разработки ежегодно
X2	Индекс Херфиндаля	Используется для расчета доли рынка компании в отрасли на основе выручки от продаж. Для этого $X_i$ – выручка от продаж отдельной компании, $X$ – общая выручка от продаж в отрасли, $(X_i/X)$ – доля рынка компании в отрасли
X3	Ставка амортизации основных средств	Ежегодная ставка амортизации основных средств / стоимость основных средств
X4	Количество сотрудников	Количество сотрудников предприятия
X5	Аудиторское заключение	В Соотношение выручки от продаж/средней задолженности дебиторам audit 1 Аудиторское заключение. Аудиторское заключение может быть стандартным без оговорок, стандартным с пунктом оговорок, отрицательным или невыраженным мнением. Вводим виртуальное значение: стандартное без оговорок – 1, все остальные – 0
X6	Доля крупнейшего акционера	Доля акций, принадлежащая крупнейшему акционеру компании
X7	Оборачиваемость оборотных средств	В Соотношение выручки от продаж/средней задолженности дебиторам
X8	Рентабельность активов	(Валовая прибыль + финансовые расходы) / Средние общие активы
X9	Отношение текущих обязательств к общим обязательствам	(Сумма текущих обязательств – краткосрочные кредиты – обязательства, вытекающие из платежей за один год-торговые финансовые обязательства-производные финансовые обязательства) / (Общие обязательства)
X10	Темп роста выручки от продаж	(Текущая выручка от продаж в текущем году – выручка от продаж в предыдущем году) / (выручка от продаж в предыдущем году)
X11	Правительственные субсидии	Сумма правительственных субсидий за отчетный период $\ln TotalReve$ Общая выручка от продаж. Выручка от продаж + выручка от внепродуктивных операций
X12	Оборачиваемость дебиторской задолженности	Операционные расходы / средняя занятость кредиторской задолженности

**Статистическое описание**

Variable	Mean	Std.	Min	Max
Y	23,16729	1,33196	18,28694	26,62138
X1	18,903	1,709	11,139	23,244
X2	0,093	0,066	0,016	0,500
X3	0,692	0,330	0,210	2,057
X4	9,115	0,982	6,458	11,493
X12	0,488	1,738	0,017	37,913
X5	0,938	0,242	0,000	1,000
X6	0,383	0,159	0,064	0,877
X7	0,0230	0,018	0,005	0,222
X8	0,063	0,053	-0,204	0,350
X9	0,365	0,153	0,069	0,947
X10	0,002	0,007	-0,006	0,186
X11	8,157	9,013	0,000	22,128
Y1	23,16736	1,33200	18,28694	26,62410

по 2022 гг. оценены с использованием метода наименьших квадратов (OLS) для оценки влияния инвестиций в исследования и разработки на операционную прибыль. Основные результаты базовой регрессии представлены в табл. 3. В первом столбце этой таблицы результаты регрессии показывают положительный коэффициент регрессии для финансовых средств в НИОКР, который значим на уровне 1%. Это означает, что мы можем отвергнуть нулевую гипотезу и принять альтернативную гипотезу, что этот коэффициент регрессии значим. Положительный коэффициент регрессии указывает на положительную корреляцию между объясняющей переменной и зависимой переменной. Что касается соответствия модели, R2 составляет 0,750, что означает, что модель хорошо подходит к данным. Коэффициент регрессии равен 0,074, это означает, что согласно данной регрессионной функции, каждая дополнительная 1 единица инвестиций в исследования и разработки приведет к приблизительному увеличению операционной прибыли на 0,547 единицы.

**Оценка устойчивости**

Для оценки устойчивости модели мы провели альтернативный анализ. Во-первых, мы использовали общую выручку в качестве альтернативной объясняющей переменной, чтобы измерить деловую активность предприятия. Результаты показали в 4 столбце в 3 таблице, что коэффи-

циент регрессии для инвестиций в исследования и разработки составил 0,074, что значимо на уровне 1%. Это означает, что даже при изменении объясняющей переменной результаты регрессии остаются неизменными.

Во-вторых, мы добавили в модель переменную «темп роста выручки от продаж». В этом случае коэффициент регрессии составил 0,069 и также значим на уровне 1%. Опять же, результаты регрессии не изменились, что подтверждает устойчивость модели. Наконец, мы убрали из модели переменную «отношение текущих обязательств к общим обязательствам». Даже в этом случае регрессионные результаты оставались положительными и значимыми на уровне 1%. Это дополнительно подтверждает устойчивость модели. В целом, после добавления, удаления и замены объясняющих переменных результаты регрессии оставались неизменными, что свидетельствует о хорошей устойчивости построенного уравнения регрессии.

**Оценка неоднородности**

Различные размеры предприятий могут оказывать различное влияние на связь между финансовыми средствами в НИОКР и операционными доходами предприятия. В табл. 5 приведены результаты регрессии для государственных, частных и иностранных предприятий. Результаты показывают, что выручка госу-

Результаты базовой регрессии и Оценка устойчивости

VARIABLES	(1) Y	(2) Y	(3) Y	(4) Y1
X1	0,074*** (0,025)	0,069*** (0,025)	0,074*** (0,024)	0,074*** (0,025)
X2	0,869 (0,526)	0,750 (0,509)	0,848 (0,525)	0,868 (0,526)
X3	-0,290*** (0,106)	-0,266** (0,108)	-0,279** (0,111)	-0,290*** (0,106)
X4	0,652*** (0,076)	0,640*** (0,074)	0,653*** (0,076)	0,652*** (0,076)
X12	-0,006 (0,006)	-0,006 (0,006)	-0,006 (0,006)	-0,006 (0,006)
X5	0,054 (0,052)	0,063 (0,050)	0,055 (0,052)	0,054 (0,052)
X6	0,319 (0,316)	0,137 (0,320)	0,308 (0,318)	0,318 (0,316)
X7	6,244** (2,534)	6,085** (2,464)	6,267** (2,556)	6,243** (2,533)
X8	1,437*** (0,322)	1,426*** (0,319)	1,479*** (0,313)	1,437*** (0,322)
X9	0,073 (0,138)	0,022 (0,137)		0,072 (0,138)
X10		6,556*** (1,301)		
Constant	15,531*** (0,820)	15,796*** (0,795)	15,542*** (0,814)	15,531*** (0,820)
ID	Control	Control	Control	Control
YEAR	Control	Control	Control	Control
R-squared	0,979	0,981	0,979	0,979

Примечание: \*\*\* p<0,01; \*\* p<0,05; \* p<0,1

дарственных и частных предприятий значительно положительно коррелирует с финансовыми средствами в НИОКР на уровне значимости 5%. Конкретно, коэффициент регрессии для государственных предприятий составляет 0,074, а для частных предприятий – 0,172. Это указывает на то, что влияние финансовых средств в НИОКР на выручку частных предприятий более существенно, возможно, потому что их результаты исследований имеют более высокую эффективность коммерциализации. Однако корреляция между финансовыми средствами в НИОКР и выручке иностранных предприятий не значима на уровне 5%, что указывает на то, что влияние финансовые средства в НИОКР на выручку таких предприятий незначительно.

В нашем исследовании мы используем метод двойных разностей для опреде-

ления, проводит ли предприятие цифровую трансформацию, опираясь на методы ученых, таких как Пан И и Чжан Цзинчан [17]. Устанавливается виртуальная переменная *year\_digi*, принимая 2016 г. как начальный год внедрения цифровой трансформации в Китае. Когда год меньше 2016 г., переменной *year\_digi* присваивается значение 0; когда год больше или равен 2016 г., переменная принимает значение 1. Для определения начала цифровой трансформации предприятия используется наличие конкретных цифровых технологических терминов в ежегодных отчетах предприятий и создается виртуальная переменная *Digi*. Если в отчете предприятия за определенный год содержатся конкретные цифровые технологические термины, переменная принимает значение 1 и остается таковой в последу-



*Таблица 4*

**Результат регрессии по свойствам собственности предприятий и результат регрессии по сравнению с цифровизации и без цифровизации**

	государственные	частные	иностранные	Провели ЦТ	Не провели ЦТ
VARIABLES	Y	Y	Y	Y	Y
X1	0.074** (0.029)	0.172** (0.066)	0.056 (0.053)	0.057** (0.026)	0.080** (0.031)
X2	0.849 (0.619)	-0.423 (0.586)	0.303 (4.400)	0.610 (0.586)	0.169 (0.410)
X3	-0.386*** (0.131)	-0.187* (0.109)	-0.997* (0.352)	-0.309** (0.139)	-0.295*** (0.095)
X4	0.602*** (0.102)	0.534*** (0.084)	-0.083 (0.272)	0.584*** (0.087)	0.471*** (0.128)
X12	-0.000 (0.000)	-0.003* (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
X5	0.098 (0.086)	-0.040 (0.042)	-0.087 (0.178)	0.081 (0.060)	-0.028 (0.042)
X6	0.542 (0.368)	-0.704* (0.349)	1.889 (1.013)	0.831*** (0.272)	-0.851** (0.345)
X7	0.057** (0.024)	0.159*** (0.037)	0.013 (0.139)	0.039 (0.025)	0.166*** (0.033)
X8	1.593*** (0.403)	0.874** (0.423)	3.826** (0.730)	1.403*** (0.371)	1.100*** (0.306)
X9	0.190 (0.162)	-0.139 (0.209)	-0.364 (0.620)	0.067 (0.150)	0.424** (0.202)
Constant	16.093*** (1.048)	14.609*** (1.004)	23.282*** (2.779)	16.212*** (0.924)	17.484*** (1.642)
ID	Control	Control	Control	Control	Control
YEAR	Control	Control	Control	Control	Control
R-squared	0.976	0.986	0.993	0.984	0.994

*Примечание:* \*\*\* p<0,01; \*\* p<0,05; \* p<0,1.

ющие годы; в противном случае она равна 0. Далее виртуальная переменная DUM, которая представляет собой произведение year\_digi и Digi и используется для обозначения проведения предприятием цифровой трансформации.

Хотя до 2016 г. в отчетах отдельных предприятий могли уже встречаться термины цифровых технологий, тогда еще не были разработаны зрелые цифровые решения, и лишь немногие предприятия рано начали цифровую трансформацию, что не было типичным явлением.

В табл. 4 представлены результаты регрессии для предприятий, которые внедрили цифровую трансформацию, и для тех, которые этого не сделали. В третьем столбце показаны результаты предприятий, не проводивших цифровую трансформацию, с коэффициентом регрессии 0,057 на уровне значимости 5%. В

четвертом столбце представлены результаты предприятий, внедривших цифровую трансформацию, с коэффициентом регрессии 0,080, также на уровне значимости 5%. Следует отметить, что коэффициент регрессии для предприятий, внедривших цифровую трансформацию, превышает коэффициент регрессии для предприятий, не проводивших цифровую трансформацию, что свидетельствует о том, что цифровая трансформация способствует повышению эффективности преобразования средств на исследования и разработки в экономические результаты.

В свете вышесказанного, существуют различия в степени доходности финансовых средств в НИОКР у предприятий с разным масштабом, формой собственности и фактом проведения цифровой трансформации. Эти результаты гетерогенности имеют важное значение для глу-

бокого понимания взаимосвязи между финансовыми средствами в НИОКР и выручками предприятий.

#### Заключение

В данном исследовании были выбраны китайские предприятия с базовыми инфраструктурными активами, котирующиеся на фондовой бирже с 2012 по 2022 гг.

Важнейшим результатом исследования стал вывод о том, что инвестиции в исследования и разработки коррелируют с операционным доходом предприятий, т.е. с увеличением инвестиций в исследова-

нии и разработки растет и операционный доход предприятий. Проведенные тесты на устойчивость подтвердили надежность регрессионной модели.

По результатам анализа гетерогенности показано, что эффективность исследований и разработок у государственных предприятий несколько ниже по сравнению с частными предприятиями с базовой инфраструктурой.

Также получила подтверждение гипотеза о том, что цифровая трансформация предприятий способствует росту эффективности их исследований и разработок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Левина А.И. Теория и методология интеграции операционных, информационных и управленческих технологий в модели архитектуры предприятия: дис. ... д-ра экон. наук, 2020. 358 с. EDN FKQOMR.
2. Чеченова Л.М., Усков В.С. Цифровое моделирование объектов транспортной инфраструктуры (на примере построения модели «умной» цифровой инфраструктуры Российских железных дорог) // Транспортное дело России. 2022. № 6. С. 28–30. DOI 10.52375/20728689\_2022\_6\_28. EDN IOUMTU.
3. Dennis Boahene Osei. Digital infrastructure and innovation in Africa: Does human capital mediate the effect? // Telematics and Informatics. 2024. Vol. 89. P. 102–111. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2024.102111>.
4. Igor V. Ilin 等. Investment Models for Enterprise Architecture (EA) and IT Architecture Projects within the Open Innovation Concept // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity 7, 期 1 (2021年3月): 69. URL: <https://doi.org/10.3390/joitmc7010069> (дата обращения: 13.03.2024).
5. Lianghu Wang, Jun Shao. The energy saving effects of digital infrastructure construction // Empirical evidence from Chinese industry, Energy. 2024. Vol. 294.
6. Niccolò Tempini. Till Data Do Us Part: Understanding Data-Based Value Creation in Data-Intensive Infrastructures // Information and Organization 27, 期 4 (2017年12月): 191–210. URL: <https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2017.08.001> (дата обращения: 13.03.2024).
7. Zhou Xue, Yunjie Hou, Guangqiao Cao, Guanglin Sun. How does digital transformation drive innovation in Chinese agribusiness: Mechanism and micro evidence // Journal of Innovation & Knowledge. 2024. Vol. 9. Issue 2. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100489>.
8. 汤晶,王染,廖卓.技术创新对企业绩效的影响研究——以中小板上市企业为例.商业会计 .20(2021):51-55.
9. 张慧娴.(2023).政府补助、企业创新与盈余持续性硕士(学位论文,西南财经大).硕. URL: <https://link.cnki.net/doi/10.27412/d.cnki.gxncu.2023.001600doi:10.27412/d.cnki.gxncu.2023.001600> (дата обращения: 13.03.2024).
10. 吴尧, 沈坤荣.资本结构如何影响企业创新——基于我国上市公司的实证分析.产业经济研究 .03(2020):57-71. DOI 10.13269/j.cnki.ier.2020.03.005.
11. 陈禹明.(2021).大数据背景下上市公司内部控制因素对创新能力的影响研究硕士(学位论文,吉林大学).硕士. URL: <https://link.cnki.net/doi/10.27162/d.cnki.gjlin.2021>.

001644doi:10.27162/d.cnki.gjlin.2021.001644 (дата обращения: 13.03.2024).

12. 段华友, and 黄学彬.数字化转型、内部控制质量对企业创新绩效的影响机制研究——以资源型企业为例.工程管理科技前沿 41.06(2022):65-72.

13. 陈世超,崔春雨,张华,马戈,朱凤华,商秀芹 & 熊刚.(2020).制造业生产过程中多源异构数据处理方法综述.大数据(05),55-81.

14. 孟渺.(2022).研发投入对大数据企业经营绩效影响的实证研究硕士(学位论文,南京邮电大学).硕士. URL: <https://link.cnki.net/doi/10.27251/d.cnki.gnjdc.2022.000039doi:10.27251/d.cnki.gnjdc.2022.000039>.

15. 孟卫军,焦泽山, and 邢青松.数字赋能制造企业创新效率提升——来自A股上市公司的经验证据.西安理工大学学报 38.02(2022):212-222. DOI 10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2022.02.009.

16. 宋清华,钟启明, and 温湖炜.产业数字化与企业全要素生产率——来自中国制造业上市公司的证据.海南大学学报(人文社会科学版) 40.04(2022):74-84. DOI 10.15886/j.cnki.hnus.202111.0407.

17. 潘艺,张金昌,and 黄静.非工业企业数字化转型的生产效率差异分析——基于A股上市企业的准自然实验.华东经济管理 37.01(2023):1-14. DOI 10.19629/j.cnki.34-1014/f.211213018.