
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ**

Экспорт инноваций и абсорбция зарубежных технологических знаний

© 2021 г. С.А. Самоволева

С.А. Самоволева,
ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: svetdao@yandex.ru

Поступила в редакцию 14.02.2021

Аннотация. Существенным фактором для выхода на внешние рынки национальных компаний выступает технологическая новизна созданных ими инноваций. Для стран, отстающих в технологическом развитии, одним из источников создания таких инноваций служит абсорбция технологических знаний из-за рубежа. Характер этой абсорбции во многом определяет возможности, с одной стороны, технологического развития, с другой — попадания страны в ловушку имитации. Данная работа направлена на поиск основных факторов экспорта инноваций, и прежде всего выявление роли абсорбции зарубежных технологических знаний в деятельности российских организаций на внешних рынках. Чтобы провести детальный анализ этой роли, принимаются во внимание разные типы знаний и каналы их передачи. На основании анализа ряда эмпирических исследований выявляются другие важные факторы экспорта инноваций: интенсивность исследований и разработок, доступ к иностранным инвестициям и т.д. Для выделения совокупности действующих факторов применяется модель логистической регрессии; используются данные Росстата, характеризующие деятельность региональных организаций, осуществлявших технологические инновации, с 2010 по 2018 г. Результаты моделирования позволяют сделать вывод, что для большинства регионов России, как и для многих развивающихся стран, имеет место положительная связь между абсорбцией зарубежных знаний и экспортом инноваций с высокой степенью технологической новизны. Однако существуют значительные отличия от стран, сумевших сократить технологический разрыв, как в характере абсорбции, так и в наборе основных факторов, определяющих процессы создания и экспорта инноваций. В работе предлагается ряд направлений для разработки мер, которые могли бы стимулировать развитие этих процессов в России.

Ключевые слова: конкурентоспособность, абсорбционная способность, технологические инновации, новизна, экспорт, зарубежные знания, диффузия технологий, инновационная политика.

Классификация JEL: O3, O32, O33, O38, R11, F21, F15.

DOI: 10.31857/S042473880014917-7

ВВЕДЕНИЕ

Выход национальных инновационных компаний на внешние рынки способствует росту конкурентных преимуществ страны, особенно если речь идет о компаниях высокотехнологичных отраслей (Brown, Eisenhardt, 1995; Фролов, Лебедев, 2007; Demir, 2017). Влияние развития технологий на конкурентоспособность лежит в основе объяснения парадокса Калдора, связанного с тем, что «в странах с высоким ростом относительных затрат на рабочую силу часто обнаруживается и быстрый рост их доли экспорта» (OECD, 1997). В то же время экспортно-ориентированные стратегии и участие в глобальных цепочках добавленной стоимости таят в себе угрозы для развивающихся стран: обострение конкуренции; зависимость от иностранных рынков и компаний; ограничение потенциала роста национальных фирм, ставших частью глобальных цепочек; загрязнение окружающей среды и т.д. (Van Dijck, Linnemann, Verbruggen, 1987; UNCTAD, 2013; Rodrik, 2018). Даже при экспорте высокотехнологичных или наукоемких товаров такие страны «могут оказаться в невыгодном положении» (Kumar, Siddharthan, 1993, p. 4).

Некоторым странам все же удалось снизить вышеперечисленные риски и, опираясь на положительное влияние экспорта, не только выйти на внешние рынки высокотехнологичных товаров, но и войти в число лидеров инновационного развития. Как показала практика Китая, Южной Кореи и Израиля, существенным фактором для завоевания новых конкурентных позиций выступала технологическая новизна инноваций, создание которых сопровождалось активной абсорбцией зарубежных знаний (Park et al., 2008; Li, 2011; Lavie, Drori, 2012; Lee, Szapiro, Mao, 2018).

В научной литературе оценка взаимосвязей между абсорбцией знаний и разработкой инноваций в основном сконцентрирована на анализе потоков технологических знаний, воплощенных в результатах исследований и разработок (ИиР), а в качестве канала доступа к новым знаниям рассматриваются прямые иностранные инвестиции (см., например, (Bodman, Le, 2013)). ИиР являются важным, но не единственным источником создания инноваций: в этом процессе используются и другие типы знаний, например неявные знания, носителем которых является высококвалифицированный персонал, а каналами для получения внешних знаний могут выступать миграция такого персонала, процессы партнерства и кооперации, а также импорт знаний как в неовещественной, так и в овещественной формах. Так, «импорт капитальных товаров позволяет местным фирмам приобретать новые технологии, не неся транзакционный багаж лицензий и прямых иностранных инвестиций» (Chandra, 2006, p. 22).

Для разработки адекватных мер инновационной политики необходимо понимать, насколько создание и экспорт инноваций, которые характеризуются существенной новизной, базируются на заимствовании национальными фирмами внешних, особенно зарубежных, знаний; какие типы знаний и каналы их диффузии преимущественно используются в этих процессах, а какие остаются незадействованными. Данное исследование было направлено прежде всего на выявление связей между экспортом инноваций с высоким уровнем технологической новизны и абсорбцией не только результатов ИиР, но и других типов знаний, источники которых в том числе расположены за рубежом (Schmidt, 2010; Самоволева, 2019), при этом во внимание принимались разные каналы передачи знаний (Голиченко, 2012). В условиях кризиса важно учитывать наиболее полный набор факторов, определяющих возможности создания и экспорта инноваций, так как нехватка ресурсов часто вынуждает фирмы сужать направления высокорискованной деятельности, а государство — сокращать их поддержку. Поэтому в работе были приняты во внимание и другие важные факторы экспорта, выделяемые в эмпирических исследованиях.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В экономической литературе абсорбция фирмами внешних знаний — поиск, усвоение и последующее использование таких знаний — связывается с наличием у фирм соответствующей абсорбционной способности (Cohen, Levinthal, 1990). Такая способность во многом определяет возможности участия фирм в процессах создания и диффузии инноваций. «Лишь небольшая часть инноваторов располагает достаточными ресурсами для освоения возможностей, возникающих благодаря усиливающейся глобализации рынков», поэтому «растет доля инноваций, ставших следствием объединения компетенций различных игроков как в пределах цепочки создания стоимости, так и вне ее» (Гине, Майсснер, 2012, с. 27). Если предприятия, соблюдая режим конфиденциальности технологических процессов, склонны использовать «закрытые двери» для улучшения процессов и технологий, то это значительно ограничивает «глубину и широту» технологических инноваций (Ding, Huang, 2019).

Абсорбция внешних знаний необходима для создания не только инкрементальных инноваций. Высокая стоимость, риски, ускорение времени разработки технологий, необходимость получения новых знаний о потенциальных рынках нередко заставляют фирмы обращаться к внешним источникам знаний и в процессе разработки радикальных инноваций (Flor, Cooper, Oltra, 2018; Самоволева, Балычева, 2020). Однако статистическая связь между абсорбционной способностью фирм и созданием радикальных инноваций обнаруживается в одних исследованиях (см., например, (Xie, Wang, Zeng, 2018)), но не подтверждается в других (Ritala, Hurmelinna-Laukkanen, 2013). Это можно объяснить, наряду с отличиями подходов к анализу, отраслевой спецификой, особенностями выборки национальных предприятий.

Исследование этой связи представляет наибольший интерес, но доступные данные Росстата позволяют выделить в экспортируемых инновациях лишь ту часть, которая обладает высокой степенью технологической новизны. Именно она была положена в основу для расчета зависимой переменной — экспорта вновь внедренных или подвергавшихся значительным технологическим изменениям в течение последних трех лет инновационных товаров, работ, услуг. Для анализа были использованы данные Росстата, характеризующие деятельность организаций, осуществлявших технологические инновации, в региональном разрезе с 2010 по 2018 г.

В соответствии с этими данными за рассматриваемый период средняя доля инноваций с высокой степенью технологической новизны в общей стоимости экспорта инноваций этих организаций

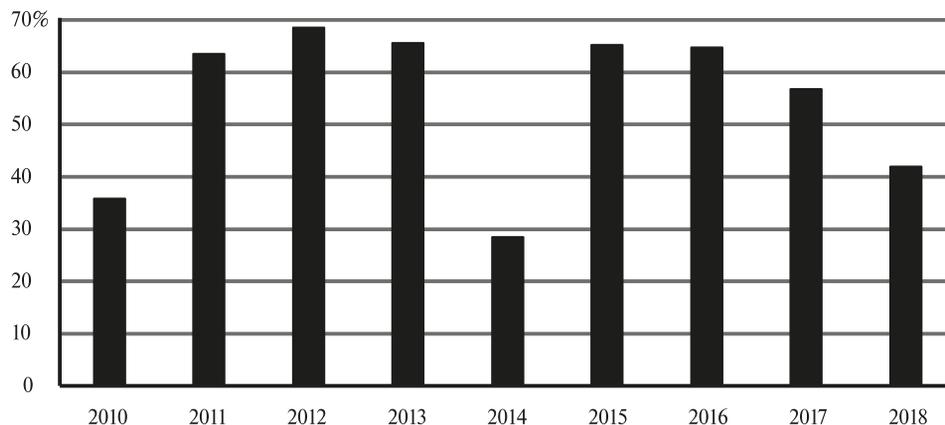


Рис. 1. Доля инноваций с высоким уровнем технологической новизны в общем объеме инновационных товаров, работ, услуг, отгруженных за пределы РФ организациями, осуществляющими технологические инновации

составила около 55%. Динамика изменения доли инноваций с высоким уровнем новизны в общем объеме экспорта инноваций косвенно указывает на влияние инновационного цикла (рис. 1), что, вероятно, обусловлено доминированием в экспорте инноваций крупных предприятий. На долю предприятий этого класса размерности традиционно приходится более 90% в стоимостной структуре экспорта вновь внедренных инновационных товаров и услуг. Что касается регионального разреза, лидерами с 2013 по 2018 г. здесь являлись Москва и Московская область, а с 2010 по 2012 г. — Сахалинская область¹.

Для расчета независимых переменных, характеризующих абсорбцию технологических знаний, в работе были приняты во внимание следующие типы знаний (Самоволева, 2019):

- неовещественные технологии типа 1 (результаты ИиР, приобретенные в форме покупки или получаемые в процессах кооперации и партнерства);
- неовещественные технологии типа 2 (патенты, лицензии, ноу-хау);
- овещественные технологии в виде машин и оборудования.

Кроме того, учитывались знания, полученные в результате сделок, «не имеющих технического содержания, но связанных с реализацией конкретного соглашения по обмену технологиями»^{2,3}. Было принято предположение, что если знания приобретены, то они усвоены и использованы при создании инноваций. Таким образом, приобретение этих типов знаний рассматривалось как показатель наличия у фирм соответствующего типа реализованной абсорбционной способности, в отличие от приема на работу специалистов, выступающего характеристикой потенциальной абсорбционной способности (Zahra, George, 2002). Таким образом, в отличие от большинства других эмпирических работ, где центром анализа являются иностранные инвестиции, в этом исследовании акцент перенесен на канал, связанный с импортом технологических знаний.

В связи с отсутствием детальной информации о затратах на покупку зарубежных технологий разного типа, а также о конкретных странах — источниках этих технологий был осуществлен переход к бинарным переменным, значения которых соответствовали данным о количестве абсорбированных технологий из стран дальнего зарубежья: 0 — если соответствующие технологии не приобретались, 1 — если приобретались. Так как данные о получении результатов ИиР в партнерстве и кооперации не отражаются в статистике, то для оценки соответствующего процесса абсорбции использовалась

¹ Основные направления экспорта (и импорта) этой области определяет ее близость к странам Азиатско-Тихоокеанского региона.

² Приказ Росстата от 26.12.2014 № 725 (ред. от 13.11.2017) «Об утверждении Указаний по заполнению формы федерального статистического наблюдения № 1 лицензия “Сведения о коммерческом обмене технологиями с зарубежными странами (партнерами)”».

³ Эта переменная была включена в модель, так как значения ее попарных коэффициентов корреляции с другими независимыми переменными оказались крайне низкими (см. Приложение, п. 1).

информация о наличии совместных проектов в ИиР. Участие в этих проектах свидетельствует о наличии у организаций развитой базы собственных знаний, привлекающей зарубежных партнеров, и достаточного уровня способности усваивать знания в процессах партнерства и кооперации.

Также во внимание принимались такие факторы экспорта инноваций, как: активность фирм в создании технологических инноваций и уровень развития высокотехнологичных отраслей (Lall, 2000; Li, 2011; Flor et al., 2018); доступ к иностранным инвестициям (Aitken, Hanson, Harrison, 1994; Chandra, 2006; Park et al., 2008); интенсивность ИиР (Filipescu et al., 2013). Так, интенсивность ИиР положительно влияет на экспорт «за счет стимулирования роста возможностей для производства высокотехнологичной продукции, увеличения и улучшения национального интеллектуального капитала, числа патентных заявок» (Sandu, Ciocanel, 2014, p. 82). В исследовании интенсивность ИиР соотносилась с показателем наукоемкости созданных технологических инноваций: долей затрат на исследования и разработку новых продуктов, услуг и методов их производства (передачи), новых производственных процессов в общем объеме инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации. Дополнительно рассматривался показатель числа патентов на изобретения, выданных Роспатентом российским заявителям, чтобы учесть эффективность ИиР, а также использование неовещественных технологий, созданных в стране.

Мерой активности фирм в инновационной деятельности выступала доля организаций, осуществляющих технологические инновации: так как исследование сконцентрировано на анализе инноваций, обладающих технологической новизной, из всей выборки инновационно активных организаций был выделен именно этот класс. Следует отметить, что влияние показателя, характеризующего инновационную активность, на экспорт инноваций с высоким уровнем новизны на макроуровне связано и с доминированием в этой деятельности разных размерных классов предприятий. Так как в России в ней явно преобладают крупные предприятия, как отмечалось выше, то можно предположить, что соответствующая переменная не должна существенно влиять на экспорт.

Для учета влияния высокотехнологичных отраслей был использован показатель доли продукции, работ и услуг, созданных в таких отраслях, в валовом региональном продукте, а для иностранных инвестиций — их доля в затратах на технологические инновации.

Чтобы учесть временной лаг между вышеперечисленными факторами и зависимой переменной, в том числе между абсорбцией внешних знаний и экспортом продуктов и услуг, обладающих существенной технологической новизной, исходные статистические данные усреднялись за три года: 2010—2012; 2013—2015 и 2016—2018 гг. Это сократило число наблюдений в выборке до 240. Переход к ряду бинарных переменных обусловил выбор логистической регрессии в качестве модели для анализа. Соответственно значения зависимой переменной были приведены в бинарный вид: 1 — если региональные организации экспортировали инновации с высокой степенью новизны, 0 — в обратном случае.

Основная гипотеза (H_0) была сформулирована следующим образом: если в большинстве российских регионов экспорт инноваций с высокой степенью новизны базируется на диффузии знаний, созданных внутри страны, то абсорбция зарубежных технологий не оказывает влияния на повышение вероятности экспорта таких инноваций. Также проверялось отсутствие связи для российских региональных организаций между экспортом инноваций и другими вышеперечисленными факторами.

Перед включением предикторов в модель были проведены расчеты коэффициентов корреляции Пирсона, Мэтьюса (для бинарных переменных) и бисериальной корреляции между количественными (непрерывными) и бинарными переменными модели (см. Приложение, п. 1). В результате из модели была исключена переменная, характеризующая активность региональных организаций в совместных проектах ИиР с зарубежными партнерами (*Dev_projRD*).

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭМПИРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Построение модели логистической регрессии осуществлялось в пакете Anaconda Jupyter Notebook (Python 3). Описание переменных приведено в табл. 1. Из приведенных в ней данных следует, что соотношение классов для зависимой переменной сильно не сбалансировано. Исследователи расходятся во мнениях о необходимости балансировки классов в вероятностных моделях. В ряде работ, в том числе (Audrino, Kostrov, Ortega, 2018), такая балансировка считается излишней, поэтому решение об отборе предикторов принималось на основании расчетов без дополнительной балансировки

Таблица 1. Основные характеристики переменных модели

Переменная	Характеристики
<i>Dev_Idisemb</i> — приобретение результатов ИиР региональными организациями, осуществляющими технологические инновации (<i>бинарная</i>)	1(да) — 24,5%
<i>Dev_2disemb</i> — приобретение неовещественных технологий типа 2 (<i>бинарная</i>)	1(да) — 45,4%
<i>Dev_emb</i> — приобретение овещественных технологий (<i>бинарная</i>)	1(да) — 85,4%
<i>Dev_other</i> — приобретение знаний, связанных с реализацией конкретных соглашений по обмену технологиями (<i>бинарная</i>)	1(да) — 40,8%
<i>Dev_specialist</i> — приобретение знаний в результате приема на работу высококвалифицированных зарубежных специалистов (<i>бинарная</i>)	1(да) — 19,2%
<i>Dev_projRD</i> — участие в совместных проектах ИиР с зарубежными партнерами (<i>бинарная</i>)	1(да) — 85,0%
<i>Share_OTI</i> — доля организаций, осуществляющих технологические инновации в регионе	Среднее — 7,83, Минимальное — 0, Максимальное — 23,87
<i>HtechshareVPR</i> — доли продукции, работ и услуг, созданных в высокотехнологичных отраслях, в валовом региональном продукте	Среднее — 20,15, Минимальное — 7,03, Максимальное — 37,33
<i>ShareFI_Exp</i> — доля иностранных инвестиций в затратах региональных организаций на технологические инновации	Среднее — 0,006, Минимальное — 0, Максимальное — 0,17
<i>ShareRD_InnProd</i> — доля затрат на ИиР новых продуктов, услуг и методов их производства (передачи), новых производственных процессов в общем объеме инновационных товаров, работ, услуг региональных организаций, осуществляющих технологические инновации (без НДС, акцизов и других аналогичных платежей)	Среднее — 0,61, Минимальное — 0, Максимальное — 60,42
<i>Patent</i> — число патентов на изобретения, выданных Роспатентом российским заявителям (в расчете на 1 млн человек)	Среднее — 93,56, Минимальное — 0, Максимальное — 661,5
<i>ExpNew</i> — экспорт инноваций высокой степени технологической новизны (<i>зависимая, бинарная</i>)	1(да) — 79,2%

классов. По результатам расчетов (включая перебор разных наборов предикторов) из модели были исключены следующие переменные: *Dev_Idisemb*; *Dev_specialist*; *Share_OTI*; *ShareFI_Exp*; *ShareRD_InnProd*, *HtechshareVPR*.

Причина исключения переменных, связанных с опорой инновационной деятельности на результаты ИиР (*Dev_Idisemb* и *ShareRD_InnProd*), может заключаться в недостаточно точном учете лага: переход от результатов ИиР к экспорту созданных на их основе инноваций может требовать более длительного периода времени. В то же время в России доля продукции наукоемких и высокотехнологичных отраслей в экспорте традиционно невелика: так, в 2017 г. эти доли в экспорте вновь введенных или подвергавшихся значительным технологическим изменениям в течение последних трех лет инновационных товаров, работ, услуг соответственно составили 13 и 19%, а в 2018 г. — 12 и 21%. Поскольку эти отрасли не доминируют в экспорте, то и вложения в ИиР слабо коррелируют с зависимой переменной. Также, так как речь идет о технологической, но не рыночной новизне, вероятно, основными рынками для таких инноваций являются рынки развивающихся стран (здесь может влиять и такой фактор, как географическая близость).

Прием на работу зарубежных специалистов на протяжении всего рассмотренного периода осуществлялся нечасто, и соответствующий предиктор (*Dev_specialist*) имел самый низкий показатель тесноты связи с результирующей переменной. В то же время отсутствие зависимости может быть вызвано как нелинейным характером связи, так и переводом значений в бинарный код (Попова, Ротмистров, 2016).

Исключение переменной *Share_OTI* подтвердило предположение, что инновационная активность может не оказывать существенного положительного влияния на экспорт инноваций из-за доминирования в этой деятельности крупных предприятий.

Отсутствие влияния доли иностранных инвестиций в текущих затратах на технологические инновации (*ShareFI_Exp*), с большой долей вероятности, обусловлено тем, что ее значения в большинстве случаев оказались нулевыми (см. табл. 1).

Results: Logit							Results: Logit						
Model:	Logit		Pseudo R-squared:		0,469		Model:	Logit		Pseudo R-squared:		0,655	
Dependent Variable:	ExpNew		AIC:		140,4374		Dependent Variable:	ExpNew		AIC:		131,5256	
Date:	2020-12-30 14:53		BIC:		157,8406		Date:	2021-01-12 16:15		BIC:		149,2123	
No. Observations:	240		Log-Likelihood:		-65,219		No. Observations:	254		Log-Likelihood:		-60,763	
Df Model:	4		LL-Null:		-122,82		Df Model:	4		LL-Null:		-176,06	
Df Residuals:	235		LLR p-value:		5,6623e-24		Df Residuals:	249		LLR p-value:		9,8378e-49	
Converged:	1,0000		Scale:		1,0000		Converged:	1,0000		Scale:		1,0000	
No. Iterations	37,0000						No. Iterations	9,0000					
	Coef.	Std.Err.	z	$P > z $	[0,025	0,975]		Coef.	Std.Err.	z	$P > z $	[0,025	0,975]
const	-2,2402	0,6438	-3,4798	0,0005	-3,5020	-0,9784	const	-4,6616	1,1357	-4,1046	0,0000	-6,8875	-2,4357
Dev_2disemb	1,3824	0,5592	2,4720	0,0134	0,2864	2,4785	Dev_2disemb	2,4168	0,6900	3,5025	0,0005	1,0644	3,7692
Dev_emb	3,6189	0,6794	5,3268	0,0000	2,2873	4,9504	Dev_emb	5,6155	1,2579	4,4641	0,0000	3,1500	8,0811
Dev_other	2,4189	0,7171	3,3734	0,0007	1,0135	3,8243	Dev_other	4,5993	1,3019	3,5329	0,0004	2,0477	7,1509
Patent	1,1070	0,3509	3,1549	0,0016	0,4193	1,7947	Patent	2,8019	0,5629	4,9771	0,0000	1,6985	3,9052

А. Вариант 1: модель без балансировки классов

Б. Вариант 2: модель с балансировкой классов

Рис. 2. Параметры модели логистической регрессии после отбора признаков (перевод терминов см.: Приложение, п. 2.)

После исключения вышеперечисленных переменных и стандартизации непрерывных признаков были получены параметры для двух вариантов модели, на основании которых гипотеза H_0 может быть отвергнута (рис. 2)⁴.

Для полученных вариантов модели с помощью модуля GridSearchCV были подобраны оптимальные параметры (дающие наименьшее значение функции потерь). Модуль предусматривал перебор значений параметров модели при разделении выборки на тестовую и прогнозную части и последующего перемешивания этих частей (кросс-валидации). В ходе дальнейшей проверки качества вариантов модели было проведено тестирование их прогнозной силы также с применением метода кросс-валидации: расчет метрик матрицы ошибок, доли общих верных прогнозов (*accuracy*) и площади под ROC-кривой⁵ (*roc_auc_score*).

Для предотвращения переобучения модели при проверке качества прогноза в набор оптимизированных параметров была добавлена балансировка классов. Такой набор для исходной модели логистической регрессии без балансировки классов содержал следующие параметры: *C*:1 (сила регуляризации), *penalty*: *l2* (метод наложения штрафов: гребневая регрессия), *solver*: *liblinear* (линейный метод аппроксимации функции потерь), *class_weight*: *'balanced'* (балансировка классов); для исходной модели с балансировкой классов — *C*: 6, *penalty*: *l1* (регрессия LASSO), *solver*: *liblinear*. После оптимизации модели коэффициенты независимых переменных сохранили и размерность, и знаки (см. Приложение, п. 3).

Метрики матрицы ошибок, полученные при расчете прогнозной силы двух вариантов модели, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Метрики матрицы ошибок

Метрики	Вариант 1. Исходная модель без балансировки классов		Вариант 2. Исходная модель с балансировкой классов	
	0	1	0	1
Класс	0	1	0	1
Точность (precision)	0,56	0,95	0,89	0,93
Полнота (recall)	0,82	0,83	0,93	0,88
f1-мера (f1-score)	0,67	0,89	0,91	0,90
Среднее невзвешенное (<i>macro avg</i>) точности	0,75		0,91	
Среднее взвешенное (<i>weighted avg</i>) точности	0,87		0,91	
Среднее невзвешенное (<i>macro avg</i>) полноты	0,83		0,91	
Среднее взвешенное (<i>weighted avg</i>) полноты	0,83		0,91	
Среднее невзвешенное (<i>macro avg</i>) f1-меры	0,78		0,91	
Среднее взвешенное (<i>weighted avg</i>), f1-меры	0,84		0,91	

⁴ По сравнению со значениями коэффициента детерминации, используемого для оценки линейной регрессии, значения псевдо- R^2 МакФаддена значительно ниже при расчетах на статистических данных (Hu, Shao, Palta, 2006; Smith, McKenna, 2013).

⁵ Впервые эту (ROC, receiver operating characteristic) кривую стали использовать во время Второй мировой войны в США для анализа обработки сигналов от японских самолетов. ROC-кривая показывает соотношение (при варьировании порога отсеечения) доли верно определенных объектов положительного (1) класса в общем числе объектов этого класса (по оси *Y*) к доле ошибочно отнесенных к положительным объектов отрицательного (0) класса в общем числе объектов этого класса (по оси *X*). Чем больше значение этого соотношения, тем больше площадь под этой кривой и, следовательно, — выше качество модели.

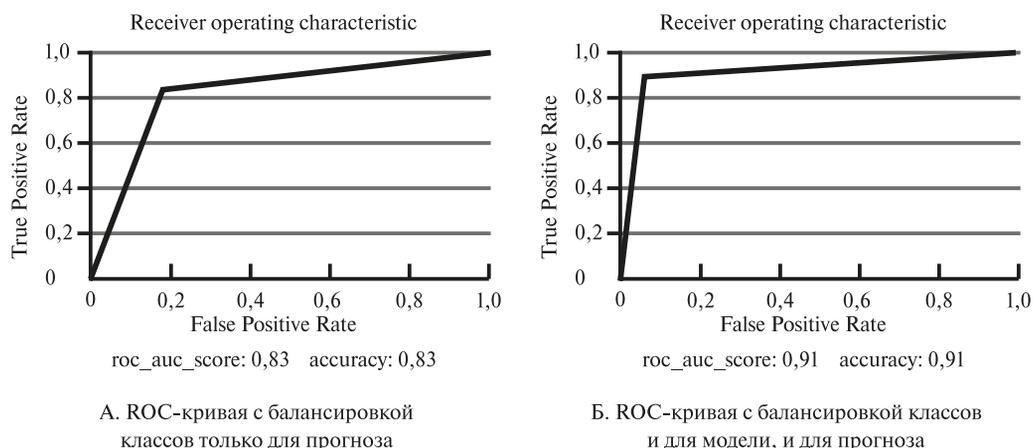


Рис. 3. Кривая ошибок (ROC-curve)

Доля общих верных прогнозов (ассурасу) для модели, основанной на исходном соотношении классов в выборке, составила 82,9%, а для модели с балансировкой классов – 91%, площадь под рок-кривой заняла соответственно 82,6 и 91% (рис. 3).

Данные метрики свидетельствуют о хорошем уровне прогнозной силы обоих вариантов модели⁶. Таким образом, в пределах доверительного интервала можно сделать вывод о статистически значимой положительной связи между вероятностью экспорта инноваций с высоким уровнем новизны и независимыми переменными, включенными в модель: абсорбцией из-за рубежа патентов, лицензий, ноу-хау, овеществленных технологий и сопутствующих сделкам по обмену технологий знаниям, а также числом созданных в стране патентов.

Вместе с тем, поскольку модель имеет ряд ограничений, вопрос о силе этой связи остается открытым: интерпретировать точные количественные связи представляется преждевременным, но можно выделить преобладающее влияние абсорбции овеществленных технологий.

ОГРАНИЧЕНИЯ МОДЕЛИ

Помимо отмеченных выше проблем определения лага и переходу к бинарному виду для части переменных, модель имеет еще ряд ограничений.

1. Прежде всего, к сожалению, на данной выборке невозможно выделить экспорт в развитые страны: такой экспорт мог бы служить дополнительным подтверждением высокого уровня новизны инноваций, хотя даже в этом случае существует вероятность, что при высоком уровне технологической новизны рыночная новизна невысока, а конкурентные преимущества приобретаются за счет более низкой цены на инновационные товары и услуги.

2. Несмотря на то что получены подтверждения корректности результатов моделирования (в том числе в тесте Рамсея нулевая гипотеза не отвергается при 16,3%-ном уровне значимости), все же можно предположить нелинейный характер связей между абсорбцией технологических знаний и экспортом, а также продолжить поиск регрессоров: возможно, требуется переход к другим измерениям характеристик, исключенных из модели.

3. Организации, осуществляющие технологические инновации, могут не абсорбировать зарубежные знания в результате отсутствия финансовых возможностей или, напротив, приобретать их, например, из-за существующей патентной защиты. Однако первое приводит в конечном итоге к снижению абсорбционной способности (Samovoleva, Baluycheva, 2018), а второе — напрямую связано со снижением барьеров для экспорта.

4. Выход на новые рынки позволяет предприятиям получить новые знания о рынках и технологиях (Arvanitis, Gkypali, Tsekouras, 2014). В свою очередь, доступ к новым знаниям и более высокий уровень конкуренции на внешних рынках положительно влияют на склонность

⁶ Базовыми являются коэффициенты предикторов варианта модели без балансировки классов.

предприятий к инновационной деятельности (Autio, 2000). Таким образом, экспорт положительно связан и с доступом к новым знаниям, и с формированием стимулов к инновациям. Эти обратные связи в модели не учитывались, но при интерпретации результатов их наличие было принято во внимание.

5. В создании инноваций с высокой степенью технологической новизны важную роль играет отраслевой аспект. Поскольку экономика многих регионов России слабо диверсифицирована, то результаты исследования можно отчасти соотнести и с этим аспектом.

6. Результаты моделирования соответствуют ситуации большинства регионов. При этом регионы России сильно различаются по уровню инновационного развития (см., например, (Щепина, 2012)), включая развитие высокотехнологичных и наукоемких отраслей, абсорбционных способностей предприятий. Так, организации, осуществляющие инновации, например в Калужской области, выступают для зарубежных стран донорами результатов ИиР, а предприятия Калининградской области, экспортирующие инновации высокого уровня новизны (правда, доля такого экспорта незначительна), не приобретали зарубежных технологий с 2014 по 2018 г. В то же время в тех регионах, где на протяжении всего периода отсутствовала абсорбция зарубежных технологических знаний, как правило, не осуществлялся и экспорт инноваций с высоким уровнем новизны. К таким регионам, в частности, относятся некоторые республики, входящие в Северо-Кавказский федеральный округ.

ВЫВОДЫ

В результате исследования была опровергнута гипотеза об отсутствии связи между абсорбцией зарубежных технологических знаний российскими организациями, осуществляющими технологические инновации, и вероятностью экспорта инноваций с высоким уровнем технологической новизны. Экспорт таких инноваций также опирается на использование знаний, созданных в стране и воплощенных в патентах. Однако акцент на заимствование зарубежных овеществленных технологий может свидетельствовать о росте угрозы попадания в ловушку имитации (Дементьев, 2006). Конечно, импорт машин и оборудования позволяет избежать «деградации фирм в результате износа мощностей» (Полтерович, 2017), но такая абсорбция стала во многих случаях практически единственной возможностью обновить и модернизировать отечественное производство. К тому же роль высокотехнологичных отраслей в экспорте инноваций невелика, а такой канал, как иностранные инвестиции, фактически не развит. При этом и иностранные инвестиции, и другие формы международного сотрудничества серьезно влияют на возможность успешного использования не только заимствованных, но и существующих в стране технологий (Keller, 2004). Такая ситуация сильно отличается от практики стран, сумевших преодолеть технологический разрыв: национальные компании этих стран активно использовали внешние, в том числе зарубежные, источники ИиР и иностранные инвестиции для создания инноваций (Li, 2011).

Это не означает необходимости полного отказа от абсорбции зарубежных знаний. Напротив, в условиях, когда технологические и собственные базы знаний большинства российских предприятий еще недостаточно развиты, ограничение доступа к новым зарубежным знаниям скорее всего приведет к падению инновационной активности, а не к переходу на собственные инновации. Некоторые страны Латинской Америки пытались использовать защиту рынка и импортозамещение, чтобы «ускорить процесс переноса промышленности на свои территории», и «такие стратегии часто приводили к положительным результатам роста в 1950-х, 1960-х и даже 1970-х» (Storper, 1995, p. 398). Видимо, возможности этих стратегий практически исчерпаны, поскольку эти государства в отличие от Южной Кореи и Китая так и не смогли приблизиться к технологической границе, задаваемой лидерами. «К реализации установки на импортозамещение следует подходить взвешенно, понимая риски того, что перенос всех стадий создания стоимости в рамки национальной экономики может при определенных обстоятельствах стать тормозом технологического развития» (Дементьев, Новикова, Устюжанина, 2016).

Сегодня важно не только сохранить действующие силы, способствующие экспорту инноваций, но и пытаться использовать незадействованные факторы для стимулирования деятельности компаний на внешних рынках. В ситуации жесткого экономического кризиса, когда платежеспособный спрос внутри страны на часть инновационной продукции сокращается, экспорт может позволить сохранить рынки и доступ к новым знаниям для части инновационно

активных предприятий. В частности, необходимо создавать условия для расширения роли высокотехнологического сектора в экспорте инноваций, а также для абсорбции внешних результатов ИиР, созданных в стране и за ее пределами, так как такие знания являются одним из важных источников радикальных инноваций.

Абсорбция внешних знаний может способствовать и росту экспорта, и собственной базы знаний отечественных предприятий, так как при этом происходит обучение персонала, адаптация знаний к производству. Важно, что такую адаптацию может дополнять и проведение ИиР. Однако технологическое обучение — сложный процесс, и механистическое воспроизведение мер, принятых в странах, успешно реализовавших возможности абсорбции зарубежных знаний, не приведет к желаемым результатам, но из опыта этих стран могут быть извлечены полезные уроки. Они, в частности, позволяют понять, что для перехода к собственным инновациям нужно заранее создавать поддерживающие этот переход институты, благоприятные условия для предпринимательства и научной деятельности, вкладывать в развитие человеческого капитала, умело сочетать открытость с автономией. В то же время в ситуации пандемии и этого уже недостаточно: необходимо выработать более быстрые и гибкие формы поддержки исследований (OECD, 2021) и мобильности знаний, развивать новые формы и направления сотрудничества в инновационной деятельности, чтобы использовать все возможности наращивания имеющейся в стране базы знаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Коэффициенты корреляции

Таблица П1. Коэффициенты корреляции Мэтьюса для бинарных переменных модели

Фактор	<i>Dev_projRD</i>	<i>Dev_1disemb</i>	<i>Dev_2disemb</i>	<i>Dev_emb</i>	<i>Dev_specialist</i>	<i>Dev_other</i>
<i>Dev_projRD</i>	1					
<i>Dev_1disemb</i>	0,212740	1				
<i>Dev_2disemb</i>	0,266006	0,412115	1			
<i>Dev_emb</i>	0,619919	0,235909	0,305774	1		
<i>Dev_specialist</i>	0,115619	0,238267	0,27869	0,081231	1	
<i>Dev_other</i>	0,230282	0,332881	0,212679	0,175134	0,241567	1
<i>Exp_New</i>	0,531563	0,292884	0,344297	0,601982	0,171599	0,321798

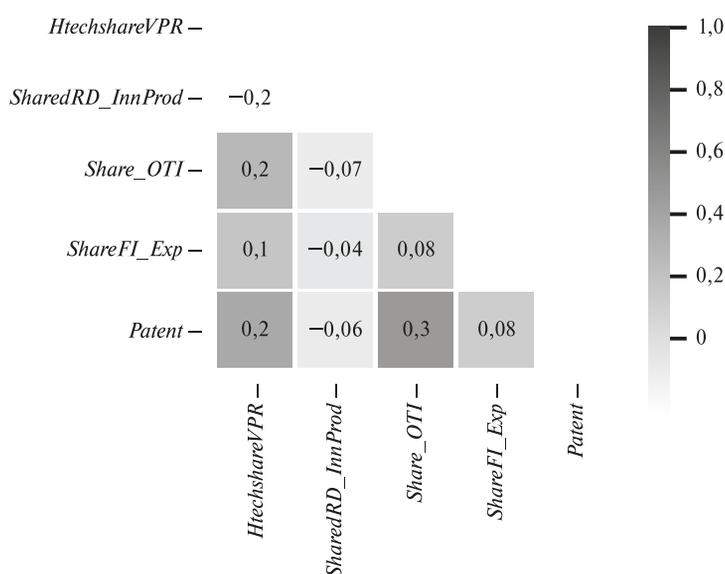


Рис. П1. Коэффициенты корреляции Пирсона количественных предикторов модели

Таблица П2. Коэффициенты точечной бисериальной корреляции между количественными (непрерывными) и бинарными переменными модели

Фактор	<i>HtechshareVPR</i>	<i>ShareRD_InnProd</i>	<i>Share_OTI</i>	<i>ShareFI_Exp</i>	<i>Patent</i>
<i>Dev_Idisemb</i>	<i>corr</i> = 0,1010405, <i>pvalue</i> = 0,11849	<i>corr</i> = -0,0343834, <i>pvalue</i> = 0,596083	<i>corr</i> = 0,2504995, <i>pvalue</i> = 8,7383e-05	<i>corr</i> = 0,111524, <i>pvalue</i> = 0,0846914	<i>corr</i> = 0,3204384, <i>pvalue</i> = 3,9223-07
<i>Dev_2disemb</i>	<i>corr</i> = 0,2122925, <i>pvalue</i> = 0,00093	<i>corr</i> = -0,0350722, <i>pvalue</i> = 0,5887	<i>corr</i> = 0,2208888, <i>pvalue</i> = 0,0005673	<i>corr</i> = 0,0905133 <i>pvalue</i> = 0,1621805	<i>corr</i> = 0,2111841 <i>pvalue</i> = 0,000995
<i>Dev_emb</i>	<i>corr</i> = 0,0488285, <i>pvalue</i> = 0,45148	<i>corr</i> = 0,0162262, <i>pvalue</i> = 0,802526	<i>corr</i> = 0,2958014 <i>pvalue</i> = 3,1104e-06	<i>corr</i> = 0,0735978, <i>pvalue</i> = 0,2560565	<i>corr</i> = 0,1330850 <i>pvalue</i> = 0,0393838
<i>Dev_specialist</i>	<i>corr</i> = 0,056480 <i>pvalue</i> = 0,38369	<i>corr</i> = -0,0522381 <i>pvalue</i> = 0,420476	<i>corr</i> = 0,1522639 <i>pvalue</i> = 0,0182589	<i>corr</i> = 0,1087867, <i>pvalue</i> = 0,0926635	<i>corr</i> = 0,2346094 <i>pvalue</i> = 0,000246
<i>Dev_other</i>	<i>corr</i> = 0,0742037, <i>pvalue</i> = 0,25215	<i>corr</i> = 0,0808518 <i>pvalue</i> = 0,21201	<i>corr</i> = 0,1388784, <i>pvalue</i> = 0,0315003	<i>corr</i> = 0,0432799, <i>pvalue</i> = 0,5045797	<i>corr</i> = 0,2279559 <i>pvalue</i> = 0,0003708

2. Характеристики модели (к рис. 2): перевод терминов

AIC — информационный критерий Акаике, *BIC* — Байесовский информационный критерий.

Coef. — коэффициент.

Const — константа.

Converged — сходимость.

Date — дата.

Dependent Variable — зависимая переменная.

Df (Degrees of Freedom) Model — число степеней свободы модели.

Df Residuals — число степеней свободы остатков.

Log-likelihood, LL — логарифмическая функция правдоподобия (максимальное значение)

LL-null — логарифмическая функция правдоподобия при отсутствии независимых переменных (максимальное значение).

LLR (Log-likelihood ratio) — критерий отношения правдоподобия ($-2\log(LL-null/LL)$).

LLR p-value — вероятность того, что критерий отношения правдоподобия равен 0 (по сути, вероятность того, что нулевая гипотеза верна).

№ *Iteration* — число итераций (для обучения модели).

№ *Observation* — число наблюдений.

p-value — значение вероятности.

Pseudo R-squared — псевдо-R-квадрат (коэффициент детерминации).

Scale — шкала.

Std. Err. — стандартная ошибка.

3. Оптимизированные параметры модели логистической регрессии

Вариант модели без балансировки классов для прогноза:

$$F(\text{Exp_New}) = 1/(1 + \exp\{-(1,27 \text{Dev_2disemb} + 2,52 \text{Dev_emb} + 1,65 \text{Dev_other} + 0,9 \text{Patent} - 2,42)\}).$$

Вариант модели с балансировкой классов для прогноза:

$$F(\text{Exp_New}) = 1/(1 + \exp\{-(2,32 \text{Dev_2disemb} + 4,98 \text{Dev_emb} + 4,02 \text{Dev_other} + 2,64 \text{Patent} - 4,1)\}).$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Гине Ж., Майсснер Д. (2012). Открытые инновации: эффекты для корпоративных стратегий, государственной политики и международного «перетока» исследований и разработок // *Форсайт*. № 6 (1). С. 26–37. [Guinet J., Meissner D. (2012) Open innovation: Implications for corporate strategies, government policy and international R&D spillovers. *Foresight-Russia*, 6 (1), 26–37 (in Russian).]

- Голиченко О. Г.** (2012). Модели развития, основанного на диффузии технологий // *Вопросы экономики*. № 4. С. 117–131. [**Golichenko O.** (2012). Models of development based on technology diffusion. *Voprosy Ekonomiki*, 4, 117–131 (in Russian).]
- Дементьев В. Е.** (2006). Ловушка технологических заимствований и условия ее преодоления в двухсекторной модели экономики // *Экономика и математические методы*. Т. 42. № 4. С. 17–32. [**Dementiev V.** (2006). A trap of the technological adoptions and the condition of its overcoming in the two-sector model of economy. *Economics and Mathematical Methods*, 42, 4, 17–32 (in Russian).]
- Дементьев В. Е., Новикова Е. С., Устюжанина Е. В.** (2016). Место России в глобальных цепочках создания стоимости // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*, 1 (334). С. 17–30. [**Dement'ev V.E., Novikova E.S., Ustyuzhanina E.V.** (2016). Russia's place in global value chains. *National Interests: Priorities and Security*, 1, 17–30 (in Russian).]
- Полтерович В. М.** (2017). Теория эндогенного экономического роста и уравнения математической физики // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 2. С. 193–201. [**Polterovich V.M.** (2017). The theory of endogenous economic growth and equations of mathematical physics. *Journal of the New Economic Association*, 2, 193–201 (in Russian).]
- Попова П. А., Ротмистров А. Н.** (2016). Регрессия с категориальными предикторами: критика применения фиктивных переменных и логлинейный анализ как альтернативный подход // *Социологический журнал*. Т. 22. № 3. С. 8–31. [**Popova P., Rotmistrov A.** (2016). Regression with categorical predictors: criticizing dummy-variable usage and log-linear analysis as an alternative approach. *Sociological Journal*, 22 (3), 8–31 (in Russian).]
- Самоволева С. А.** (2019) Абсорбция технологических знаний как фактор инновационного развития // *Вопросы экономики*. № 11. С. 150–158. [**Samovoleva S.A.** (2019). Technological knowledge absorption as a factor of innovation development. *Voprosy Ekonomiki*, 11, 150–158 (in Russian).]
- Самоволева С. А., Балычева Ю. Е.** (2020) Характеристики качества инновационного процесса и абсорбция зарубежных знаний // *Инновации*. № 6 (260). С. 69–79. [**Samovoleva S., Balycheva Y.** (2020). Quality characteristics of innovation process and absorption of foreign knowledge. *Innovations*, 6 (260), 69–79 (in Russian).]
- Фролов И. Э., Лебедев К. К.** (2007). Оценка влияния высокотехнологичного экспорта на темпы роста и структуру российской экономики // *Проблемы прогнозирования*. № 5. С. 62–76. [**Frolov I.E., Lebedev K.K.** (2007). Assessing the impact of high-technology exports on the growth rate and structure of the Russian economy. *Studies on Russian Economic Development*, 5, 62–76 (in Russian).]
- Щепина И. Н.** (2012). Анализ инновационной деятельности регионов России: многоуровневый подход. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. М.: ЦЭМИ РАН. [**Shchepina I.N.** (2012). Analysis of the Russian regions' innovation activities: A multilevel approach. *Dissertation for the degree of Doctor of Economics*. Moscow: CEMI RAN (in Russian).]
- Aitken B., Hanson G.D., Harrison A.** (1994). Spillover, foreign investment, and export behavior. *NBER Working Paper*, No. 4967, December.
- Arvanitis S., Gkypali A., Tsekouras K.** (2014). Knowledge base, exporting activities, innovation openness and innovation performance: A SEM approach towards a unifying framework. *KOF Working Papers*, No. 361, ETH Zurich, KOF Swiss Economic Institute, Zurich.
- Audrino F., Kostrov A., Ortega J.P.** (2018). Extending the logit model with Midas aggregation: The case of US bank failures. Available at: SSRN3117877
- Autio E.** (2000). Learning processes in high-technology clusters. *Working Paper Series* 2000, 5–32. Finland. Helsinki University of Technology.
- Bodman P., Le T.** (2013). Assessing the roles that absorptive capacity and economic distance play in the foreign direct investment-productivity growth nexus. *Applied Economics*, 45 (8), 1027–1039.
- Brown S.L., Eisenhardt K.M.** (1995). Product development: Past research, present findings, and future directions. *Academy of Management Review*, 20 (2), 343–378.
- Chandra V.** (ed.) (2006). Technology, adaptation, and exports: How some developing countries Got it right. Washington, DC: World Bank.
- Cohen W.M., Levinthal D.A.** (1990). Absorptive-capacity — a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 128–152.
- Demir O.** (2017). Does high tech exports really matter for economic growth? A panel approach for upper middle-income economies. *Academic Journal of Information Technologies*, 9 (30), 43–54.
- Ding M., Huang, X.** (2019). Research on the effect of external resource acquisition on process innovation. *Open Journal of Business and Management*, 7 (02), 755–775.
- Filipescu D.A., Prashantham S., Rialp A., Rialp J.** (2013). Technological innovation and exports: Unpacking their reciprocal causality. *Journal of International Marketing*, 21 (1), 23–38.

- Flor M.L., Cooper S.Y., Oltra M.J.** (2018). External knowledge search, absorptive capacity and radical innovation in high-technology firms. *European Management Journal*, 36 (2), 183–194.
- Hu B., Shao J., Palta M.** (2006). Pseudo-R² in logistic regression model. *Statistica Sinica*, 847–860.
- Keller W.** (2004). International technology diffusion. *J. Econ. Lit.*, 42 (3), 752–782.
- Kumar N., Siddharthan N.** (1993). Technology, firm size and export behaviour in developing countries: The case of Indian enterprises. United Nations University, Institute for New Technologies.
- Lall S.** (2000). Skills, competitiveness and policy in developing countries. *QEH Documento de trabajo*.
- Lavie D., Drori I.** (2012). Collaborating for knowledge creation and application: The case of nanotechnology research programs. *Organization Science*, 23 (3), 704–724.
- Lee K., Szapiro M., Mao Z.** (2018). From global value chains (GVC) to innovation systems for local value chains and knowledge creation. *The European Journal of Development Research*, 30 (3), 424–441.
- Li X.** (2011). Sources of external technology, absorptive capacity, and innovation capability in Chinese state-owned high-tech enterprises. *World Development*, 39 (7), 1240–1248.
- OECD (1997). Ioannidis E. and Schreyer P. technology and non-technology determinants of export share growth. *Economic Studies*, 28–205.
- OECD (2021). OECD science, technology and innovation Outlook 2021: Times of crisis and opportunity. Paris: OECD Publishing.
- Park B.I., Giroud A., Mirza H., Whitelock J.** (2008). Knowledge acquisition and performance: The role of foreign parents in Korean IJVs. *Asian Business & Management*, 7 (1), 11–32.
- Ritala P., Hurmelinna-Laukkanen P.** (2013). Incremental and radical innovation in coopetition — the role of absorptive capacity and appropriability. *Journal of Product Innovation Management*, 30 (1), 154–169.
- Rodrik D.** (2018). New technologies, global value chains, and developing economies (No. w25164). National Bureau of Economic Research.
- Samovoleva S., Balycheva Y.** (2018). Absorptive capacity as a factor of firms' innovative behaviour. *European Conference on Innovation and Entrepreneurship*. Academic Conferences International Limited, 709–716.
- Sandu S., Ciocanel B.** (2014). Impact of R&D and innovation on high-tech export. *Procedia Economics and Finance*, 15, 80–90.
- Schmidt T.** (2010). Absorptive capacity: One size fits all? a Firm-Level Analysis of Absorptive Capacity for Different Kinds of Knowledge. *Managerial and Decision Economics*, 31(1), 1–18.
- Smith T.J., McKenna C.M.** (2013). A comparison of logistic regression pseudo R² indices. *Multiple Linear Regression Viewpoints*, 39 (2), 17–26.
- Storper M.** (1995). Territorial development in the global learning economy: The challenge to developing countries. *Review of International Political Economy*, 2 (3), 394–424.
- UNCTAD (2013). World investment report 2013: Global value chains: Investment and trade for development. Chapter IV. Global Value Chains: Investment and trade for development.
- Van Dijk P., Linnemann H., Verbruggen H.** (1987). Export-oriented industrialization in developing countries. NUS Press.
- Xie X., Wang L., Zeng S.** (2018). Inter-organizational knowledge acquisition and firms' radical innovation: A moderated mediation analysis. *Journal of Business Research*, 90, 295–306.
- Zahra S., George G.** (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *The Academy of Management Review*, 27 (2), 185–203.

Innovation in export and absorption of foreign knowledge

© 2021 S.A. Samovoleva

S.A. Samovoleva,

*Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;
e-mail: svetdao@yandex.ru*

Received 14.02.2021

Abstract. The study focuses on a possible link between the different types of knowledge that firms acquire and the export of new products and services. Technological knowledge absorption from abroad is one of the sources of innovation for developing countries. On the one hand, this absorption leads to technological development. On the other hand, it can cause falling into the trap of technological dependence. The study tests the hypothesis about no relationship between foreign knowledge absorption and export of innovations by the Russian firms. The analysis uses the regional panel data from 2010 to 2018 to build the logistic regression model. Also, the paper considers other factors of export and innovation, for example, foreign investment and R&D intensity. The results show for most Russian regions a positive relationship between foreign knowledge absorption and the export of new products and services, as for many developing countries. However, there are significant differences from developing countries closing the technology gap, like the prevailing types of knowledge absorption and main factors of creating and exporting innovation. The paper suggests some policy recommendations to develop exporting activities of the innovative Russian firms.

Keywords: competitiveness, absorptive capacity, product and process innovation, novelty, export, foreign knowledge, technology diffusion, public policy.

JEL Classification: O3, O32, O33, O38, R11, F21, F15.

DOI: 10.31857/S042473880014917-7