

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ИННОВАЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ КОМПАНИЙ ТЭК

ЖДАНЕЕВ Олег Валерьевич, д.т.н., zhdaneev@rosenergo.gov.ru, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева, Российская академия наук, Москва, Россия
ORCID: 0000-0002-5287-4397; Scopus Author ID: 6603132551

ОВСЯННИКОВ Иван Романович, ovsyannikov.ir@phystech.edu, Акционерное общество «Центр эксплуатационных услуг», Москва, Россия
ORCID: 0009-0004-9048-7402

Для реализации целей, поставленных в текущей версии Энергетической стратегии Российской Федерации, необходим комплексный анализ инновационного ландшафта компаний ТЭК. В данной работе исследовалось влияние мировых нефтяных кризисов и изменение портфеля патентов компаний ТЭК в привязке к их экономической конъюнктуре. Представлены применимые механизмы государственного участия в реализации энергетических стратегий. Получены прямая зависимость активности патентования по основному виду деятельности с выручкой компаний в секторе разведки и добычи, прямая зависимость количества направлений деятельности с выручкой в секторе электроэнергетических компаний и компаний-производителей горно-шахтного оборудования; обратная зависимость активности патентования с выручкой компаний в секторе переработки и сбыта. Для международных ВИНК¹ рост числа направлений деятельности и активности по ним коррелирует с выручкой компаний; национальные ВИНК при возрастании активности в пять раз по четырем направлениям увеличили рыночную капитализацию в два раза. Для российского ТЭК на основе проведенного анализа сформулированы рекомендации: для компаний каждого типа описана методология действий; на основании прогнозных моделей определены перспективные направления для национальных ВИНК; предложены пересмотр обязательных КПЭ (ключевых показателей эффективности) для государственных компаний, а также высокоуровневые формы взаимодействий государств и частного сектора.

Ключевые слова: технологическое развитие; портфель патентов; управление инновациями; кризис.

DOI: 10.47711/0868-6351-203-73-82

Введение. Изменение геополитического ландшафта, вызванное введением санкций со стороны стран Запада, а также разделение мира на конкурирующие техноконOMICеские блоки порождают долгосрочный тренд на обеспечение технологического суверенитета. Необходима система мер, методологически описывающая стратегию технологической деятельности компаний. Таким образом, задача определения векторов исследовательской деятельности компаний, а также места, роли и инструментов государства, направленных на достижение технологического суверенитета, представляется особенно актуальной.

Критическую важность обеспечения энергетической безопасности России трудно переоценить. Доля ТЭК во внутреннем валовом продукте России (ВВП) по итогам 2021 г. составила 27,1%, а доля нефтегазовых доходов в федеральном бюджете – 35,8%. В текущей версии Энергетической стратегии Российской Федерации (далее – Энергетическая стратегия) поставлены цели и задачи по поддержанию добычи нефти и газового конденсата на уровне 525 млн т до 2035 г.² С целью реализации данной задачи необходимо вовлечение трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) в разработку, что означает развитие новых технологий и оборудования для добычи и переработки. Необходимо также создание и включение в работу цифровых технологий, высокотехнологичного скважинного оборудования и технологий строительства скважин,

¹ Вертикально интегрированная нефтяная компания – структура, объединяющая предприятия, охватывающие все этапы технологического процесса, от добычи ресурсов до переработки и транспортировки.

² URL: <https://minenergo.gov.ru/sites/default/files/documents/11/10/1920/document-66308.pdf>

а также повышение коэффициента извлечения нефти со среднего уровня в 25% до 40%³. Необходимо развитие технологий пиролиза, полимеризации и дегидрирования в нефтехимической отрасли⁴.

Для выполнения задач Энергетической стратегии необходим комплексный анализ инновационной активности компаний ТЭК. Это позволит формировать политику поведения в условиях влияния внешних факторов. Задачей исследования является разработка рекомендаций по обеспечению устойчивого технологического развития отраслей ТЭК на основе анализа исторических данных кризисов, а также полученных зависимостей инновационной активности и экономической конъюнктуры компаний.

Методика исследования. С целью анализа активности инновационной деятельности рассматривается портфель патентов каждой компании сектора по отдельности и в разрезе типового разделения: разведка и добыча, переработка и сбыт, ВИНК. В свою очередь, вертикально интегрированные нефтяные компании разделены на два подтипа: международные и национальные (соответственно, ИОС и НОС). Такое разделение обусловлено разными видами деятельности и направлений исследований. Разделение ВИНК обусловлено отличающимися формами взаимодействия с государством, и, как следствие, характером инновационной деятельности. Отдельно рассматривались электроэнергетические компании и производители горно-шахтного оборудования.

Анализ проводился с использованием баз данных патентов всего мира, включая страны ЕС, США, Россию, Японию, Китай и т. д.⁵ [1-5]. Период исследования выбран послевоенный (1950–2022 гг.), так как это позволяет проследить долгосрочную эволюцию отрасли, выявить особенности развития и оценить влияние компаний на общество и окружающую среду. Кроме того, избранный временной горизонт исследования представляет достаточный набор данных для построения прогнозных моделей [6; 7]. Исследуемые компании выбирались на основе стоимости их активов, выручки, прибыли и рентабельности инвестированного капитала⁶.

Полученные данные сопоставлялись с основными мировыми нефтяными и другими кризисами, сильнее всего повлиявшими на отрасль (выручка компаний и профиль исследований), а также со статистикой инвестирования в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), с использованием неявного дефлятора ВВП в качестве инструмента для анализа [8-10; 11].

При анализе зависимостей и взаимовлияний использовался коэффициент корреляции Пирсона:

$$\rho_{X,Y} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E[(X-\mu_X)(Y-\mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y},$$

где (X, Y) – пара случайных величин; σ_X – стандартное отклонение от X ; σ_Y – стандартное отклонение от Y ; $cov(X, Y)$ – ковариация исследуемых величин; μ_X – среднее для X ; μ_Y – среднее для Y ; E – математическое ожидание.

При интерпретации коэффициента корреляции использовался статистический критерий с нулевой гипотезой об уровне значимости:

³ Жданев О.В., Бравков П.В., Дурдыева А.А. и др. *Вопросы технической политики отраслей ТЭК России*. М., Наука. 2020. С. 304. [Zhdanov O.V., Bravkov P.V., Durdyeva A.A. *Voprosy tekhnicheskoi politiki otraslei TEK Rossii*. М., Nauka. 2020. S. 304. (In Russ.)] URL: <https://doi.org/10.7868/9785020408241>

⁴ Жданев О.В. Обеспечение технологического суверенитета отраслей ТЭК Российской Федерации. *Записки горного института*. 2022. № 258. С. 1061-1078. [Zhdanov O.V. *Technological sovereignty of the Russian Federation fuel and energy complex*. *Journal of Mining Institute*. 2022. No. 258. Pp. 1061-1078. (In Russ.)] URL: <https://doi.org/10.31897/PMI.2022.107>

⁵ URL: <https://patents.google.com>

⁶ URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/top250/rankings>

$$t = \frac{\rho_{x,y} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\rho_{x,y}^2}},$$

где n – объем выборки.

Корреляции в разрезе направлений деятельности. Разведка и добыча. Характерное поведение патентной деятельности данной группы компаний (Schlumberger Limited, Halliburton Company и др.) в послекризисное время описывается в зависимости от количества направлений публикаций патентов.

После каждого кризиса, в течение двух лет, при наличии восьми основных направлений деятельности, отмечалось снижение активности (веса) по основному виду деятельности (снижение количества патентов данного направления по отношению ко всем за исследуемый период) – *разрушение горных пород бурением; скважинная добыча нефти, газа, растворов и др.* Среднее значение по этому направлению составляло $65,5\% \pm 1,7\%$, достигая минимума в 32% в 1968 г. При наличии шести-семи направлений сохранялся уровень активности по основному виду деятельности даже в каждый из кризисов, происходивших в период с 1974 по 1993 гг.: 52%–56%. При наличии пяти направлений деятельности увеличивалась активность по основному виду: в 2004 г. ее уровень составлял 55%, в 2019 – 82%. Максимум активности был достигнут в 2017 г., на уровне 83%. С 1970 г. на среднем уровне ($18,3\% \pm 0,5\%$) оставалась активность по *геофизическим измерениям; измерениям гравитационного поля; обнаружению залежей флюидов; маркированию.*

У компаний этого типа на основе исследуемых данных отмечается прямая зависимость между инновационной и патентной активностью: после 2000 г. при повышении объема финансирования НИОКР повышалась активность по основным направлениям патентной активности, и наоборот – коэффициент корреляции составляет 0,876 (значим на 5%).

Кроме того, получена прямая зависимость между активностью по основному виду деятельности и выручкой компаний. Так, для Schlumberger Limited – коэффициент корреляции равен 0,75 (значим на 5%). Наблюдается также следующая зависимость: максимум выручки компании соответствует количеству направлений деятельности, равному шести. При падении выручки после кризиса 2014 – 2015 гг. компания снизила количество направлений деятельности до пяти, что привело к положительным темпам прироста выручки (9,5% и 7,8%). После кризиса 2019 г. компании данного типа снизили количество направлений деятельности до четырех, что позволило, например, Schlumberger Limited вернуть положительные темпы прироста выручки к 2022 г. (22,5%).

Переработка и сбыт. На протяжении всего исследуемого периода, вплоть до 1990-х годов, рассматриваемые компании (Air Liquide SA, Linde PLC и др.) не имели общего тренда направлений исследований. Например, для *крекинга углеводородов, получения нефтепродуктов гидрированием, олигомеризации полимеризации* стандартное отклонение активности составляло 7,6%. Только после кризиса 1991 г. компании снизили активность и вышли на стабильный уровень количества направлений исследований (стандартное отклонение 4,5%).

После ипотечного краха США 2008 г. компании данного сектора на протяжении четырех лет наращивали активность по всем направлениям, при этом снизив их количество на 22% по сравнению с периодом 1950-1990 гг. На примере компании Linde PLC в период ее деятельности в 1950-2014 гг. сформулирован вывод об отсутствии корреляции патентной активности и кризисов. Прирост рыночной капитализации при среднем уровне активности в $7,2\% \pm 1,1\%$ оставался таким же, как и при среднем уровне активности $15,2\% \pm 1,7\%$. Однако, как на примере данной компании, так

и на примере крупнейшей нефтегазовой корпорации Японии Eneos Corporation, в 2017-2020 гг. наблюдался рост выручки при одновременном снижении активности по всем направлениям патентов – коэффициент корреляции 0,78 (значим на 5%).

Кроме того, после кризиса 2008 г. Linde PLC потребовалось четыре года, чтобы выйти на прежний уровень инвестиций в НИОКР – 97 млн долл. США в год, компании сектора переработки и сбыта не уменьшали объем инвестиций в исследования в 2012 – 2019 гг.; только после кризиса 2019 г. компания Linde PLC сократила объем таких инвестиций на 17,4%. Компании данного сектора бизнеса увеличили скорость освоения новых направлений исследований в послекризисное время: если до 2000-х годов срок появления новых направлений составлял четыре-пять лет, то после 2008 г. этот срок составляет один год, что является минимальным значением для всех секторов нефтегазового бизнеса.

ВИНК (ИОС). Компании данного сектора (ExxonMobil Corporation, Shell plc и др.) характеризуются установившимся к 1958-1959 гг. (то есть после Суэцкого кризиса) портфелем патентной активности; вплоть до 2000 г. компании данного сектора имели по четыре-пять направлений с различиями в активности в 2%. После кризиса 90-х годов до 2000 г. менялось направление, имеющее наибольший вес: с *ациклических или карбоциклических соединений на высокомолекулярные соединения, полученные в результате реакций, включающих только ненасыщенные связи углерод-углерод*. Следующая смена направления деятельности произошла в 2008 г., одновременно с очередным изменением тренда инвестиций в НИОКР. При сопоставлении профиля патентов с динамикой изменения рыночной капитализации ExxonMobil Corporation прослеживается следующая взаимосвязь: при увеличении числа направлений патентной деятельности и активности патентования растет и рыночная капитализация – коэффициент корреляции 0,7 (значим на 5%).

Отдельно стоит подчеркнуть, что после кризиса 2008 г. международные вертикально интегрированные компании сменили основное направление деятельности на *разрушение горных пород бурением; скважинную добычу нефти, газа, растворов и др.*, что соответствует основному профилю компаний сектора разведка и добыча. Данная взаимосвязь экспоненциальная, с коэффициентом детерминации 0,78.

Международные ВИНК не имели тенденции к снижению объема инвестирования в исследования и разработки. Так, у ExxonMobil Corporation отмечались следующие показатели: в 2008 г. – 847 млн долл.; в 2010 – 1,044 млрд долл.; в 2016 – 1,058 млрд долл. Только после кризиса 2019 г. падение составило 32,3%. Компании данного типа, имея в среднем временной промежуток появления новых направлений исследовательской деятельности в посткризисный период до 2000-х годов шесть-семь лет, снизили этот показатель до двух с половиной лет.

ВИНК (НОС). Появившись в 1994 г., разработки по направлению *технологии для смягчения последствий изменения климата в производстве или переработке изделий* достигали максимума в 15% в 2007-2008 гг. и снижались после кризиса 2014-2015 гг. до уровня в 12,5%. Также после этого кризиса росла активность национальных нефтегазовых компаний (Saudi Arabian Oil Group, ПАО Газпром и др.) по следующим направлениям деятельности: *химические и физические процессы, такие как катализ, коллоидная химия – в пять раз; крекинг углеводородов, получение нефтепродуктов гидрированием, олигомеризацией, полимеризацией – в 4,5 раза; разрушение горных пород бурением, скважинная добыча нефти, газа, растворов и др. – в четыре раза; ациклические и карбоциклические соединения – в пять раз*.

Отдача от инвестиций в НИОКР к весу основных направлений деятельности имеет логарифмическую зависимость с коэффициентом детерминации, равным 0,745. Временной промежуток появления новых направлений патентной активности

в посткризисное время – наибольший для всех типов компаний и секторов – 3,4 года. Национальным нефтегазовым компаниям требовалось в среднем два года для выхода на прежний уровень инвестиций в НИОКР и после кризиса 2014 г., и после кризиса 2019 г.

При увеличении активности в пять раз по четырем направлениям деятельности рыночная капитализация китайской PetroChina Company Limited оставалась до 2020 г. на прежнем уровне, а у «Газпрома» наблюдалось двукратное увеличение при росте инвестиций в НИОКР.

Электроэнергетика. Компании данного сектора (General Electric Company, Schneider Electric SE и др.) характеризуются сменой основных направлений деятельности. В 1950–1984 гг.: *электрические газоразрядные трубки или газоразрядные лампы* на среднем уровне $5\% \pm 1\%$, в 1950–1972 гг.: *электрические выключатели; реле; селекторы; аварийные защитные устройства* на среднем уровне $3,5\% \pm 1,4\%$. С 1961 г. по 1978 г. на средний уровень активности в $4,4\% \pm 1,1\%$ вышло направление деятельности *высокомолекулярные соединения, полученные в результате реакций, включающие только ненасыщенные связи углерод-углерод*, что соответствует одному из основных видов деятельности в нефтегазовом секторе в это время. Наибольшее по продолжительности направление патентной деятельности (51 год, с 1969 по 2020 гг.) со средним уровнем активности в $5,5\% \pm 0,9\%$ – *полупроводниковые приборы, не относящиеся к классу h10*. Однако коэффициент корреляции активности по данному направлению и выручки компаний ниже, чем у компаний других секторов, с наибольшими по продолжительности направлениями патентной деятельности.

Так, выручка компании General Electric Company коррелирует с активностью по данному направлению с коэффициентом 0,48 (значим на 5%). Объем инвестиций в НИОКР этой компании коррелирует с направлением, появившимся в 2000-е годы со средним уровнем активности $6,3\% \pm 1,4\%$, *классификация в сфере динамических объемных машин или двигателей; газотурбинные установки или реактивные силовые установки*, с коэффициентом корреляции 0,83 (значим на 5%). Среднее количество направлений деятельности с 2011 по 2020 г. составляло шесть и имело обратную корреляцию с выручкой компании с коэффициентом – 0,76 (значим на 5%). Отдельно стоит подчеркнуть, что с 2014 по 2017 г. (входит период максимальной выручки – 2015 – 2017 гг.) появляется пять новых направлений, среди которых *обработка цифровых данных (программируемый информационно-вычислительный комплекс)*.

Прогнозное поведение компаний данного сектора: для увеличения выручки – снижение активности по виду деятельности, которым компании занимаются наиболее продолжительное время: *полупроводниковые приборы, не относящиеся к классу h10*. Одновременно прогнозируется рост количества направлений патентования; в частности, при прогнозировании двукратного роста выручки необходимо снижение активности на 50% и рост количества направлений более чем на 50%.

Производители горно-шахтного оборудования. Компании данного сектора (Caterpillar Incorporated, Komatsu Limited и др.) характеризуются сильной корреляцией как активности, так и количества направлений с выручкой и объемами инвестирования в НИОКР. Так, основное направление патентования – *выемка и перемещение грунта* – имеет корреляцию с выручкой с коэффициентом 0,68 (значим на 5%), а с объемом инвестирования в разработки и исследования – 0,73 (значим на 5%).

Однако некоторые из направлений патентования имеют коэффициенты корреляции с выручкой $<0,08$, с объемом инвестирования в НИОКР $<0,2$. В числе этих направлений такие как *бурение (добыча полезных ископаемых, разработка карьеров e21c; прокладка стволов, проходка шахт e21d); добыча нефти, газа, воды, шлама полезных ископаемых из скважин*, появившиеся в 2000-е годы, после тридцати лет,

когда компании не занимались патентованием по этому направлению ($<0,8\%$). К этим же видам деятельности относятся и *холодильники; холодильные камеры; ледники; устройства для охлаждения или замораживания, не отнесенные к другим подклассам*, появившиеся в 2004 г. со средним уровнем в $9,3\% \pm 1,2\%$, а также *расположение или монтаж силовых установок и трансмиссий транспортных средств* со средним уровнем в $11,7\% \pm 2,4\%$ (с 2010 по 2020 г.). Эти направления имеют коэффициенты корреляции с выручкой $<0,08$, с объемом инвестирования в НИОКР $<0,2$. Количество направлений инновационной деятельности компаний данного сектора коррелирует с выручкой с коэффициентом 0,6 (значим на 5%) и с объемом инвестирования в НИОКР с коэффициентом 0,68 (значим на 5%) (например, у компании Caterpillar Incorporated).

С целью увеличения выручки прогнозное поведение компаний данного сектора – снижение активности по основному направлению патентования и повышение количества направлений, причем для роста выручки на 25% необходимо снижение активности в три раза и двукратное повышение количества направлений.

Нефтесервисным компаниям, например, Schlumberger Limited, потребовалось семь лет, чтобы выйти на положительную динамику инвестиций в НИОКР. При этом компании сектора переработка и сбыт снижали динамику инвестиций в НИОКР только после кризиса 2008 г., выйдя на прежний уровень к 2012, однако следующие снижения наблюдались только в 2019 – 2020 гг. (рис. 1).

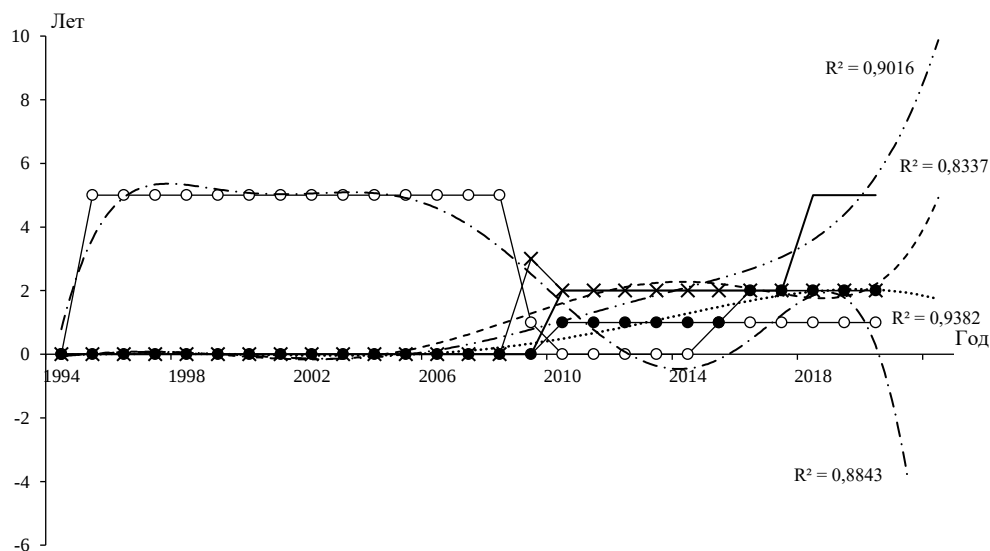


Рис. 1. Количество лет, прошедших после кризиса, для выхода на прежний уровень инвестиций в НИОКР:

- разведка и добыча; —••— полиномиальная (разведка и добыча);
- x— переработка; - - - полиномиальная (переработка);
- ВИНК ИОС; —•— полиномиальная (ВИНК ИОС);
- ВИНК НОС; ... полиномиальная (ВИНК НОС)

Источник: составлено авторами.

Международные вертикально интегрированные компании снизили динамику инвестиций в исследования только после кризиса 2019 г., имея до этого стабильный уровень, в отличие от национальных нефтегазовых компаний, которым требовалось в среднем два года, чтобы выйти на прежний уровень инвестиций в НИОКР. Таким

образом, крупные международные ВИНК, понимая необходимость в постоянном поддержании инвестиций в исследования и в их стратегической важности в условиях кризисов, сохраняли прежний уровень инвестиций в НИОКР.

Из прогнозных моделей следует ухудшение динамики выхода на прежний уровень инвестиций в НИОКР в послекризисное время: для компаний сектора разведки и добычи – двукратное увеличение, для компаний сектора переработки – повышение на 50%, для национальных ВИНК – сохранение динамики в два года. Только международные ВИНК будут иметь тренд на сокращение времени выхода на прежний уровень инвестиций в НИОКР.

Подтверждается гипотеза о скорости появления новых направлений исследовательской и инновационной деятельности в послекризисное время (рис. 2). Кроме того, эта скорость разнится в зависимости от типа компании: для нефтесервисных – это один год, для сектора переработка и сбыта – это снижение с четырех-пяти лет до одного года, для международных ВИНК – снижение с шести-семи до 2,5 лет, а для национальных ВИНК – в среднем 3,4 года, что является наибольшим значением. Таким образом, национальные нефтегазовые компании дольше всех генерируют новые направления исследовательской и инновационной деятельности.

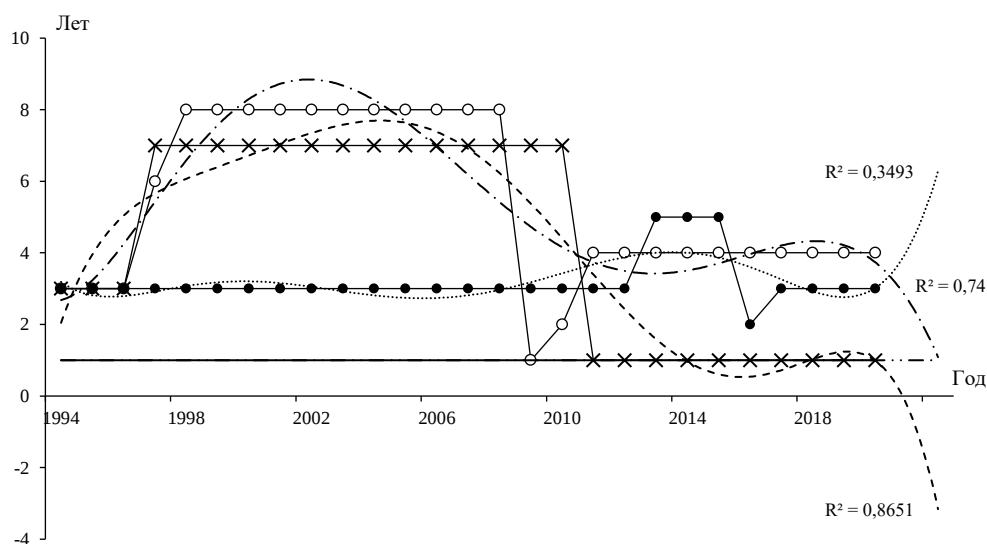


Рис. 2. Количество лет, прошедших после кризиса, для появления новых направлений деятельности:

- разведка и добыча; - · - · - линейная (разведка и добыча);
- × - переработка; - - - полиномиальная (переработка);
- ○ - ВИНК ИОС; - · - · - полиномиальная (ВИНК ИОС);
- ● - ВИНК НОС; ··· полиномиальная (ВИНК НОС)

Источник: составлено авторами.

На основании прогнозных моделей получена динамика возникновения новых направлений деятельности. Компании секторов разведки и добычи, переработки и сбыта, международные ВИНК имеют тренд на сокращение времени, прошедшего с момента кризиса до появления новых направлений. Только национальные ВИНК будут наращивать отставание – прогнозируется увеличение временного промежутка в два раза на интервале в два года.

Национальные ВИНК имеют риски недостижения поставленных задач ввиду отставания инновационной деятельности по следующим метрикам: скорость появления новых направлений деятельности (в 3,4 раза ниже в сравнении с нефтесервисными), скорость возвращения предкризисных объемов инвестиций в НИОКР (в два раза ниже международных ВИНК), эффективность инвестиций в НИОКР (для национальных – логарифмическая, для международных – экспоненциальная).

Заключение. Исходя из полученных выводов, авторами сформулированы рекомендации для российских национальных ВИНК с учетом целей, поставленных Энергетической стратегией. Для обеспечения глобальной конкурентоспособности отечественных компаний в инновационном ландшафте, достижения поставленных целей и задач, учитывая текущую геополитическую ситуацию, российским национальным ВИНК предлагается: определить целевой ориентир срока возврата прежнего уровня инвестиций в НИОКР в послекризисное время в один год; установить целевой ориентир появления новых направлений патентования в два года. Отечественным электроэнергетическим компаниям рекомендуется сфокусировать внимание на основных направлениях деятельности, без появления новых. Российским компаниям-производителям горно-шахтного оборудования предлагается повышать темпы инвестирования в НИОКР, поддерживая появление новых направлений деятельности, без ущерба основному. Российским компаниям в секторах *разведка и добыча, переработка и сбыт* рекомендуется снижать количество направлений патентной деятельности.

Для обеспечения устойчивого технологического развития отраслей ТЭК с учетом влияния внешних факторов необходимо развивать международное сотрудничество, в том числе по правилам обязательной институциональной юридической основы (в частности, на примере и опыте реализации программы технологического сотрудничества Международного энергетического агентства). Необходимо создание международной базы/биржи данных ТЭК, в рамках которой страны-участницы смогут обмениваться технологиями и инновациями. Возможно апробирование данной инициативы внутри Российской Федерации, с ожидаемым результатом кратного увеличения сделок по обмену большими данными между компаниями ТЭК, а также развитием отечественных технологий больших данных, искусственного интеллекта и смежных направлений. Дальнейшими приоритетными направлениями данной биржи рекомендуется определить сквозные технологии, использование солнечной энергии, интеллектуальные сети, улавливание и хранение углерода⁷ [12-18]. Реализация инициативы, связанной с созданием биржи технологий, также направлена на развитие синергии и снижение дублирующих усилий по разработке технологий. Необходимо развивать данную инициативу также через призму стратегических партнерств, например, в рамках БРИКС, ШОС и других. Целесообразно рассмотреть возможность создания открытого онлайн-репозитория для выявления потенциального взаимодействия в рамках инновационного ландшафта.

Литература / References

1. Kim J.-H., Lee Y.-G. Progress of Technological Innovation of the United States' Shale Petroleum Industry Based on Patent Data Association Rules. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. No. 16. Article 6628. URL: <https://doi.org/10.3390/su12166628>
2. Acs Z.J., Audretsch D.B. Patents as a measure of innovative activity. *Kyklos*. 1989. Vol. 42. Pp. 171–180. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1989.tb00186.x>
3. Jeon E., Kim K., Park H., Cho K. Global Collaboration in Technology Sectors during the COVID-19 Pandemic: A Patent Review. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. No. 15. Article 11831. URL: <https://doi.org/10.3390/su151511831>

⁷ Жданев О.В., Зуев С.С. Развитие ВИЭ и формирование новой энергополитики России // *Энергетическая политика*. 2020. № 2 (144). С. 84-95. [Zhdanев O.V., Zuev S.S. Razvitie VIE i formirovanie novoi energopolitiki Rossii // *Energeticheskaya politika*. 2020. No. 2 (144). S. 84-95. (In Russ.)]

4. Zhang M., Guo W., Lei Z. Patent Analysis of Shale Gas Technology in China and Implications for its Exploitation. *Energy Technology*. 2014. Vol. 2. No.12. Pp. 1040-1045. URL: <https://doi.org/10.1002/ente.201402038>
5. Zhang M., Haipeng L., Wei G. Measurement Method and Application Study on Technological Linkage Oriented to Patent Early-warning. *Journal of Economics, Business and Management*. Vol. 5. No. 8. Pp. 298-303. URL: <https://doi.org/10.18178/joebm.2017.5.8.529>
6. Greene W.H. *Econometric analysis*. 2003. New Delhi: Pearson Education India. 1060 p.
7. Florens J.P., Marimoutou V., Péguin-Feissolle A. *Econometric modeling and inference*. 2007. Cambridge. Cambridge University Press. 524 p.
8. Salameh M.G. Oil Crises, Historical Perspective. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. 2015. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.01290-2>
9. Ozilip.K., Ozen E. Global Energy Crisis: Impact on the Global Economy. *The Impact of Climate Change and Sustainability Standards on the Insurance Market* 2023. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4309828>
10. Wellum C. Energizing Finance: The Energy Crisis, Oil Futures, and Neoliberal Narratives. *Enterprise & Society*. 2020. Vol. 21. No. 1. Pp. 2-37. DOI:10.1017/eso.2019.26.
11. Френкель А.А., Волкова Н.Н., Романюк Е.И. Взаимосвязь инновационного индекса и динамики ВРП // *Экономические науки*. 2013. № 103. С. 55-61. [Frenkel' A.A., Volkova N.N., Romanyuk E.I. Vzaimosvyaz' innovatsionnogo indeksa i dinamiki VRP // *Ekonomicheskie nauki*. 2013. No. 103. S. 55-61. (In Russ.)]
12. Башмаков И.А. Стратегия низкоуглеродного развития российской экономики // *Вопросы экономики*. 2020. № 7. С. 51-74. URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2020-7-51-74> [Bashmakov I.A. Russian low carbon development strategy // *Voprosy Ekonomiki*. 2020. No. 7. Pp. 51-74. (In Russ.)]
13. Жигалов В.М., Подкорытова О.А., Пахомова Н.В., Малова А.С. Взаимосвязь энергетической и климатической политики: экономико-математическое обоснование рекомендаций для регулятора // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2018. Т. 34. № 3. С. 345-368 URL: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2018.301> [Zhigalov V.M., Podkorytova O.A., Pakhomova N.V., Malova A.S. Vzaimosvyaz' energeticheskoi i klimaticheskoi politiki: ekonomiko-matematicheskoe obosnovanie rekomendatsii dlya regul'yatora // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika*. 2018. Vol. 34. No. 3. S. 345-368. (In Russ.)]
14. Порфирьев Б.Н., Широков А.А., Колпаков А.Ю. Комплексный подход к стратегии низкоуглеродного социально-экономического развития России // *Георесурсы*. 2021. Т. 23. № 3. С. 3-7 URL: <https://doi.org/10.18599/grs.2021.3.1> [Porfiriev B.N., Shirov A.A., Kolpakov A.Yu. Comprehensive approach to the strategy of low-carbon socio-economic development of Russia // *Georesursy*. 2021. Vol. 23. No. 3. Pp. 3-7. (In Russ.)]
15. Bazhenov S., Dobrovolsky Y., Maximov A., Zhdaneev O.V. Key challenges for the development of the hydrogen industry in the Russian Federation. – Text: electronic // *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2022. Vol. 7. No. 54. Article 102867. DOI 10.1016/j.seta.2022.102867.
16. Gatto A. The energy futures we want: A research and policy agenda for energy transitions // *Energy Research & Social Science*. 2022. Vol. 89. Article 102639. URL: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102639>
17. Hake J.-F., Proskuryakova L. New Energy Sources, Technologies, and Systems: The Priority of Social, Climate, and Environmental Issues // *Foresight and STI Governance*. 2018. Vol. 12. No. 4. Pp. 6-9. DOI: 10.17323/2500-2597.2018.4.6.9.
18. Kilinc-Ata N. Assessing the Future of Renewable Energy Consumption for United Kingdom, Turkey and Nigeria // *Foresight and STI Governance*. 2018. Vol. 12. No. 4. Pp. 62-77. DOI: 10.17323/2500-2597.2018.4.62.77.



Статья поступила в редакцию 18.09.2023. Статья принята к публикации 17.11.2023.

Для цитирования: О.В. Жданев, И.Р. Овсянников. Влияние внешних факторов на инновационную активность компаний ТЭК // *Проблемы прогнозирования*. 2024. № 2(203). С. 73-82.

DOI: 10.47711/0868-6351-203-73-82

Summary

INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS ON INNOVATION ACTIVITY OF FUEL AND ENERGY COMPANIES

O.V. ZHDANEEV, Doct. Sci. (Tech.), A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis,
Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

ORCID: 0000-0002-5287-4397; Scopus Author ID: 6603132551

I.R. OVSYANNIKOV, Joint Stock Company «Operational Services Center», Moscow, Russia
ORCID: 0009-0004-9048-7402

Abstract. Achieving the goals set in the current version of the Energy Strategy of the Russian Federation requires comprehensive analysis of the innovation landscape of the fuel and energy complex. The article investigates the impact of global oil crises and changes in patent portfolios of fuel and energy companies in the context of their economic situation. Feasible mechanisms of state participation in the implementation of energy strategies are presented. The established dependences are a direct relationship between patenting activity related to core business areas and revenue for companies of the upstream sector, a direct relationship of the number of patenting categories and revenue for companies of the electric power sector and manufacturers of mining equipment, and an inverse relationship of patenting activity and revenue for companies of the downstream sector. For international VIOCs (Vertically Integrated Oil Company – a structure that combines enterprises representing every stage of the technological process, from extraction to refining and transportation), increasing the number of patenting categories and activity under these categories correlates with revenue; for national VIOCs, a fivefold increase in activity under four categories has resulted in a twofold increase in market capitalization. The analysis results are used to formulate recommendations for the Russian fuel and energy sector: an action methodology for each type of company is proposed, promising development directions for national VIOCs are identified based on forecast models, revision of mandatory KPIs (key performance indicators) for state companies is proposed, and high-level forms of interaction between states and the private sector are also proposed.

Keywords: technological development, patent portfolio, innovation management, crisis.

Received 18.09.2023. Accepted 17.11.2023.

For citation: *O.V. Zhdaneev and I.R. Ovsyannikov. Influence of External Factors on Innovation Activity of Fuel and Energy Companies // Studies on Russian Economic Development. 2024. Vol. 35. No. 2. Pp. 208-214.*

DOI: 10.1134/S1075700724020175