ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ВЫЗОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

УДК 911.3:33

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-6-19-35

СМЕЩЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЦЕНТРА НАНОИНДУСТРИИ НА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КАРТЕ МИРА

Лавров Н. А.

Институт географии Российской академии наук

119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29, стр. 4, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Проанализировать смещение географического центра мировой наноиндустрии в 2000–2020 гг. и определить роль отдельных стран в становлении отрасли.

Процедура и методы. В исследовании предложена интерпретация основных положений теории диффузии нововведений в современных условиях. В качестве примера рассмотрена наноиндустрия как одна из отраслей Шестого Кондратьевского цикла. Для определения внешних и внутренних факторов развития отрасли вычислены индексы Пирсона и Спирмена, что показало высокую степень взаимосвязи развития отрасли от динамики инвестирований в НИОКР, количество действующих специализированных исследовательских центров наноиндустрии и более низкую зависимость от количества занятых в отрасли и сопутствующих НИОКР. Роль стран в развитии глобальной отрасли наноиндустрии за рассматриваемый период отражена не только статистически, но и через определение мирового центра наноиндустрии с помощью центрографического метода.

Результаты. Впервые на глобальном уровне выявлены факторы размещения и особенности территориальной организации наноиндустрии, проанализирован дрейф мирового центра наноиндустрии. Развитие наноиндустрии в мире рассмотрено как последовательность 3 этапов: глобальное развитие публикационной активности, глобальное развитие патентной активности и глобальное развитие производств наноиндустрии. В области наноиндустрии на разных этапах выделены различные глобальные пространственные системы: полицентризм идей и моноцентризм патентов. С течением времени обозначенные территориальные системы на глобальном уровне выходят из равновесия и преобразуются в противоположные. Развитие наноиндустрии в пределах отдельной страны или территории объясняется синергетическим эффектом от совокупности нескольких установленных факторов: количества исследовательских организаций, финансирования,

миграции высококвалифицированных кадров, взаимодействия исследователей с бизнесом, открытость локального сообщества и др. Вся совокупность факторов обусловила не только территориальные преобразования на различных этапах развития наноиндустрии, но и стала причиной смещения рассчитанного автором географического центра наноиндустрии на восток от положения 2000 г. На основе всего массива данных о развитии наноиндустрии в мире предложена классификация стран на: Центр, Полупериферию и Периферию мировой наноиндустрии.

Теоретическая и/или практическая значимость. Исследование отражает особенности пространственной организации инновационных отраслей и частный случай географии наноиндустрии. Выделение географических закономерностей в распределении инновационного потенциала и действующих центров мировой наноиндустрии даёт возможность качественно оценить место разработчиков высоких технологий из отдельных стран, в частности стран-лидеров, на мировой арене. Данное исследование направлено на формирование долгосрочной стратегии развития наноиндустрии России с опорой на мировой опыт и с учётом мировых тенденций развития отрасли.

Ключевые слова: наноиндустрия; диффузия инноваций; география наноиндустрия

Благодарности: Статья подготовлена по материалам исследований по теме ГЗ Института географии РАН № 0148-2019-0008 «Проблемы и перспективы территориального развития России в условиях его неравномерности и глобальной нестабильности».

SHIFTING THE GEOGRAPHICAL CENTER OF THE WORLD'S NANOINDUSTRY

N. Lavrov

*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences
Staromonetnyi per. 29/4, Moscow 119017, Russian Federation,*

Abstract

Aim. We analyze the displacement of the geographical center of the global nanoindustry in 2000–2020 and determine the role of individual countries in the formation of the industry.

Methodology. The study offers an interpretation of the main provisions of the theory of diffusion of innovations in modern conditions. As an example, the nanoindustry is considered as one of the branches of the Sixth Kondratiev cycle. To determine the external and internal factors of the industry development, the Pearson and Spearman indices were calculated, which showed a high degree of correlation between the development of the industry and the dynamics of investments in R&D, the number of operating specialized research centers of the nanoindustry and a lower dependence on the number of people employed in the industry and related R&D. The role of countries in the development of the global nanoindustry during the period under review is reflected not only statistically, but also through the definition of the world center of the nanoindustry using the centrophagic method.

Results. The development of the nanoindustry in the world is considered as a sequence of three stages: the global development of publication activity, the global development of patent activity, and the global development of nanoindustry productions. In the field of nanoindustry, various global spatial systems have been identified at different stages: polycentrism of ideas and monocentrism of patents. Polycentrism of ideas is a manifestation of the globalization of the market

and scientific theories. The monocentrism of patents is a natural consequence of the legal and material provision of new technologies and researchers with the necessary resources. Over time, the designated territorial systems at the global level are out of balance and transformed into opposite ones. The development of nanoindustry within a particular country or territory is explained by the synergetic effect of a combination of several established factors: the number of research organizations, funding, migration of highly qualified personnel, interaction of researchers with business, openness of the local community, etc. Using the entire array of data on the development of the nanoindustry in the world, a classification of countries into the Center, Semi-Periphery and Periphery of the global nanoindustry is proposed.

Research implications. The study reflects the features of the spatial organization of innovative industries and a special case of the geography of the nanoindustry. The identification of geographical patterns in the distribution of innovation potential and the existing centers of the global nanoindustry makes it possible to qualitatively assess the place of high-tech developers from individual countries, in particular the leading countries, on the world stage. This research is aimed at forming a long-term strategy for the development of the Russian nanoindustry based on world experience and taking into account global trends in the development of the industry.

Keywords: nanoindustry; diffusion of innovations; geography of nanoindustry

Acknowledgements: The paper was prepared on the basis of research on the topic of the State Assignment of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences No. 0148-2019-0008 «Problems and prospects for the territorial development of Russia in the conditions of its unevenness and global instability».

Введение

Кризис сложившейся глобальной экономической системы, построенной на основах фордизма в XX в., неуверенность и неустойчивость развивающихся стран на мировых рынках представляют собой вызов времени, с которым мировая общественность столкнулась в 2020 г. Кризис представляет собой общий переход к специализации и горизонтальным сетям, для того чтобы каждая отдельная система (в роли которой могут выступать страны, их отдельные регионы, крупные корпорации или отрасли в целом) могла успешно преодолеть точку бифуркации в своём жизненном цикле и выйти на качественно новый уровень, поскольку перманентное существование данных систем возможно исключительно в изолированных тепличных условиях.

Эффективность преобразований, происходящих в системе, определя-

ется её потенциалом приспособления к изменчивости окружающей среды. Наиболее важной в данном контексте является способность системы вносить мгновенные (революционные) преобразования, в то время как эволюционная система может лишь поддерживать свою жизнеспособность, но не преодолевать кризисные состояния. Важным инструментом подобных преобразований в nanoиндустрии являются инновации, представленные новейшими конструкционными материалами, приборами, использующими нанотехнологии, и иными нововведениями. На этом основании и будем рассматривать распространение nanoиндустрии как частный пример инноваций.

Частным случаем революционных преобразований в системе может быть появление инновационных технологий на рынке. Процесс захвата инно-

ваниями пространства обычно проходит несколько стадий: зарождение, структуризация и распространение. Изучение механизма диффузии инноваций Т. Хагерстранда и развития инноваций по Й. Шумпетеру в мире и отдельно в России отражает одновременно и потенциал порождать новые идеи, и способность выступать проводником существующих инноваций. Выявление факторов развития наноиндустрии и выделение трендов пространственного развития отрасли позволяет определить реальный вес стран в становлении мировой отрасли. В 2000 г. мировая монополия на технологии в наноиндустрии однозначно принадлежала США, однако в настоящее время лидерство переходит к азиатским гигантам – Китаю и Индии. Территориальная структура отрасли подвижна, поэтому говорить об устойчивой глобальной системе пока нельзя.

Становление наноиндустрии в мировой экономике

В XX в. происходит переоценка ценностей, что ставит науку на место одной из генеральных движущих сил развития технологий. Инновации закрепились в качестве неотъемлемой статьи расходов ряда стран на пути к технологическому развитию. Переход от индустриального к постиндустриальному циклу обусловило переход высоких технологий из узкопрофильных сфер к широкому применению: на заре применения инноваций человечество ограничивалось мирным использованием атома и микроволн в быту, на сегодняшний день мы уже говорим о нанопокровках и наноструктурах, ставших неотъемлемой частью повседневности (бытовая техника и одежда).

Экономика знаний, или же инновационная экономика, обозначалась во многих экономических и экономико-географических исследованиях прошлого столетия [2; 3; 6 и др.]. Однако стоит осторожно подходить к использованию данных терминов, поскольку ещё несколько лет назад «экономика знаний» и «инновационная экономика» не являлись синонимами. Необходимо понимать, что сейчас обмен и торговля технологиями вышла на совершенно иной по масштабам уровень относительно XX столетия, в то время как во второй половине XX в. многие отрасли были инновационными за счёт использования новых технологий, но массового обмена знаний (во многом из-за гонки вооружений Запада и Советского блока) не происходило [5; 8].

Инновации могут быть рассмотрены в зависимости от контекста, от масштаба воздействия, в контексте учёта степени новизны и ряда других факторов. Новые знания как результат человеческой деятельности проявляется в различных формах: явное знание (технология, гипотеза, устройство, научная теория и т. п.) и неявное знание (уникальная способность конкретной личности к модернизации отдельных элементов хозяйственной структуры) [2]. С точки зрения регионального анализа для исследователя имеют значение оба проявления инноваций, поскольку явные знания в большей степени могут быть проанализированы математически и наложены на карту в качестве подтверждения тех или иных гипотез, а неявные знания – это качественный показатель развития ядер роста инновационного пространства. Например, благодаря динамичному техническому

развитию в XXI в. значительно возросло дистанционное международное сотрудничество [4; 7].

В то же время, если исходить из системного подхода, процессу глобализации с возрастающей эффективностью информационно-коммуникационных технологий противостоит трение пространства, проявляющееся в условиях среды проживания людей в разных точках мира. Условия среды могут ограничивать спрединг новаций не только в развивающихся странах, но и в передовых державах.

То же самое можно сказать и про диффузию знаний внутри каждой отдельной страны и региона. Не стоит рассматривать исключительно социально-экономические факторы: миграция исследователя не всегда приводит к возрастающим темпам инновационной деятельности, поскольку имеются не только внешние (пространственные) ограничивающие силы, но и внутренние (личностные) пределы. Определяющее воздействие на изменение динамики диффузии инноваций оказывает также плотность инновационных субъектов, под которыми понимаются учёные-новаторы и учёные-имитаторы (создающие копии или дженерики оригинальных новшеств).

Факторы размещения предприятий наноиндустрии (также подразумеваются действующие исследовательские центры, которые занимаются наноразработками) соответствуют генеральным факторам размещения инновационных отраслей в целом. В данном случае наноиндустрия является частным проявлением комплекса новейших технологий. Конкретные аспекты пространственного поведения, характерные для отрасли, рассмотрим ниже.

Распространение наноиндустрии в мире

«Критической движущей силой инноваций, и это до сих пор не очень хорошо понимают учёные и политики, является качество региональной бизнес-среды» – это высказывание отца кластерной экономики М. Портера [18] наиболее точно отражает основное условие эффективности развития инновационной деятельности.

Для изучения пространственного развития отрасли необходимо поэтапно рассмотреть движение наноиндустрии – последовательный волнообразный процесс.

Жизненный цикл наноиндустрии делится на 3 тапа (идея – патент – товар). Временные лаги между соседними этапами жизненного цикла наноиндустрии составляют около 20 лет. Рассмотрение трёхэтапного жизненного цикла отрасли («идея – применение – производство», или в данном исследовании частный вариант: «статья – патент – производство») базируется на концепции циклического процесса становления новейших отраслей промышленности Й. Шумпетера [9]. Каждая инновация на пути становления от новшества (идеи, гипотезы, технологического новшества и т. п.) до отрасли должна пройти примерно одни и те же эволюционные этапы, которые соответствуют выделенным в данном исследовании. Переход отрасли на новую ступень характеризуется преобразованием в ряде наблюдаемых показателей.

Территории, где наблюдается значительный прирост инновационных отраслей, в частности наноиндустрии, зачастую являлись одними из лидеров инновационной активности, что в по-

следствие стало называться как «зависимость от пройденного пути» (от англ. *path dependency*) [1]. Сформированный капитал факторов первой и второй природы, необходимых для развития передовых отраслей, определили в дальнейшем общий высокий инновационный потенциал отдельных регионов, стран и макрорегионов [2; 3].

Изучение потенциала территорий к генерации и продвижению нововведений получило значительный скачок в развитии в конце XX в. в эпоху очередной глобальной смены циклов Кондратьева [10; 14; 15], именно в этот период понятие «инновация» активно входит в лексикон общественных масс, поскольку плотность инноваций и их внедрение в широкое использование достигает критического значения [16; 17].

Конец XX в. примечателен тем, что наряду с инновациями Пятого Кондратьевского цикла в качестве объекта исследования впервые появляются «нанотехнологии» (которые стали краеугольным камнем следующего Шестого цикла).

Среди экономических теорий этого периода интересной является модель П. Кругмана о проявлении эффекта масштаба в территориальной организации производящих отраслей [2; 3; 15]. Несмотря на то, что в модели анализируется разница в пространственной конфигурации аграрного и промышленного регионов, общий её вывод объясняет гравитационный эффект действующих инновационных кластеров – при производстве промышленной продукции определяющую роль играют эффект масштаба и транспортные издержки. Примером тому может быть создание наноинду-

стриальных кластеров, в пределах которых сконцентрированы технологически взаимосвязанные предприятия, конкурирующие производственные центры и сопутствующие организации [11; 12; 13]. Такие кластеры представлены ярче всего в США («Кремниевая долина», «Новая Англия», «Юго-Восток» и др.) (рис. 1), Франции (Париж и др.) и Китае.

В современных исследованиях изучение вопроса эффективности концентрации инновационной и творческой деятельности в пределах различных территорий пришло к совокупности факторов, связанных не только с экономикой, администрированием и иными объективными показателями, но и с субъективными причинами, способствующими интеллектуальной и творческой кооперации (открытость общества, миграционный прирост, личность и организаторские способности новатора) – Джейкобс-эффекты [6; 20].

В случае наноиндустрии Джейкобс-эффекты играют значимую роль, поскольку важное значение для развития отрасли имеет приток нового знания извне (молодые специалисты из других регионов страны, привлечённые иностранные разработчики и др.), что благополучно сказывается на материальной отдаче от затрат в НИОКР (табл. 1).

Предлагаем взглянуть на наноиндустрию не только как на целостную отрасль, но и как на волнообразный процесс диффузии инноваций. Рассмотрим наноиндустрию именно как новшество, обладающее атрибутами и инновации, и отрасли одновременно, т. е. изучение географии наноиндустрии будет сочетать в себе изучение диффузии инноваций и отраслевой географии.

Рис. 1/ Fig. 1. Действующие центры наноиндустрии США в 2017 г. /Operating centers of the US nanoindustry in 2017
Источник: составлено автором по данным: World Intellectual Property Organization (Международное агентство охраны интеллектуальной собственности) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wipo.int> (дата обращения: 01.12.2021)

Таблица 1/ Table 1

Взаимосвязь развития отрасли наноиндустрии в мире от различных показателей социально-экономического развития стран в 2021 г. /The development of the nanoindustry in the world as a function of various indicators of socio-economic development of countries in 2021

Показатели	Индекс Пирсона	Индекс Спирмена
ВВП	0,908	0,892
Количество специализированных образовательных организаций (вузов)	0,576	0,591
Количество специализированных исследовательских организаций	0,958	0,966
Миграционный приток высококвалифицированных кадров	0,863	0,883
Наличие профильных особых экономических зон	0,850	0,867

Источник: рассчитано автором по данным StatNano [Электронный ресурс].
URL: <https://statnano.com/> (дата обращения: 01.12.2021)

Инновационный процесс включает в себя стадии:

- зарождение отрасли (для наноиндустрии это начало 1980-х до 2000-х гг.);
- её структурирование (2000-е – конец 2010-х гг.);
- распространение и превращение в технологию широкого применения (конец 2010-е – настоящее время);
- переход в базовые либо консервативные факторы второй природы.

Изначально, т. е. в процессе зарождения, активизируются точки пространства с наибольшей концентрацией инновационного потенциала, после чего с учётом трения пространства, внешних и внутренних свойств каждой конкретной территориальной системы происходит волнообразный спрединг новых технологий. В результате диффузия инноваций представляет собой не сплошную волну от Центра (исследовательские центры Северной Америки, Западной Европы, Восточной Азии) к Периферии мирового хозяйства (Средняя Азия, Латин-

ская Америка, Тропическая Африка), а направленное движение от наиболее крупного ядра поступательно к инновационным ядрам Центра более низкого уровня и уже после этого растворяется в периферии.

Дихотомия моноцентризма и полицентризма в наноиндустрии

Согласно приведённым данным на протяжении 2011–2016 гг. названные страны являются бесспорными лидерами по генерации идей в сфере нанотехнологий. Если обратиться к статистическим материалам, то заметен значительный отрыв США и Китая от ближайших стран-конкурентов в разы, в то время как Япония и Германия, занимающие третье и четвёртое места соответственно, также заметно вырываются на фоне остального мира, но уже с более скромным преимуществом в пределах 20% [6].

Изначально наноиндустрия, как типичная инновация, зарождается в глобальных инновационных ядрах (нано-

индустрия в конце XX в. зарождалась в США, Западной Европе и Японии), однако с течением времени посредством международных взаимодействий и переходом нанопродукции от исключительных товаров к товарам массового потребления источники новшеств в рамках наноиндустрии появляются по всему миру. За рассмотренный период 2000–2020 гг. количество стран, участвующих в производстве нанопродукции и в разработках в области наноиндустрии, увеличилось почти в 5 раз: менее 20 стран с регулярными исследованиями и/или производством нанопродукции в начале периода и более 90 стран к концу 2020 г. (рис. 2).

Благодаря центрографическому методу можно схематично отобразить вектор смещения исследовательской активности в области наноиндустрии в мире. Для этого необходимо определить центр каждой отдельной страны, её вклад в глобальный фонд исследований и по полученным весам вычислить среднее значение для мира (рис. 3).

Расчёт показал, что с 2000 г. по 2020 г. вектор глобальных исследований в области наноиндустрии сместился на юго-восток за счёт огромного вклада Китая, Индии, Ирана и других стран, чья роль в мировых исследованиях в последние годы резко возросла. Лишь в последние 2 года происходит смеще-

Рис. 2 / Fig. 2. Доля стран в общем объёме мировых публикаций в области наноиндустрии в 2000–2020 гг. / Share of countries in the total volume of world publications in the field of nanoindustry in 2000–2020

Источник: составлено автором по данным: World Intellectual Property Organization (Международное агентство охраны интеллектуальной собственности) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wipo.int> (дата обращения: 01.12.2021)

Рис. 3 / Fig. 3. Смещение мирового центра исследований в области наноиндустрии в 2000–2020 гг. / Displacement of the world center of research in the field of nanoindustry in 2000–2020

Источник: составлено автором по данным: World Intellectual Property Organization (Международное агентство охраны интеллектуальной собственности) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wipo.int> (дата обращения: 01.12.2021)

ние к северу, благодаря скачку исследований в странах Западной и Северной Европы¹.

Нулевое положение на графике – координаты 0;0 – это точка отсчёта развития наноиндустрии. В 2000 г. отрасль начала развиваться в странах Центра, их вес в расчёте координат географического центра мировой наноиндустрии повлиял на определение действительного положения, что и привело к дальнейшему смещению.

Далее рассмотрим второй этап внедрения продукции экономии знаний в

экономику мирового хозяйства – выдача патентов. Это промежуточный этап перехода теоретических ожиданий в материальный продукт.

На данном этапе жизненного цикла наноиндустрии (выдача патентов, промежуточный этап перехода теоретических ожиданий в материальный продукт) уже наблюдается иная география: большинство лидеров исследовательской активности уступают место единственному удержавшему свои позиции локомотиву науки – США, т. е. научный потенциал в сфере наноиндустрии реализуется в основном в мире через патентное право США. На этом уровне исследований наноиндустрии вступает в силу иной географический фактор – институциональная структура. Очевидно, что большинство исследователей считает предпочтения от закрепления авторских прав на терри-

¹ United States Patent and Trademark Office (Бюро по патентам и товарным знакам США) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uspto.gov/> (дата обращения: 01.12.2021).; European Patent Office (Европейское патентное бюро) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.epo.org/index.html> (дата обращения: 01.12.2021).

тории Нового Света более выгодными, нежели в пределах своей страны или даже макрорегиона. Всё это выливается в «миграцию знаний» – особый феномен, отражающий продажу патентов технологий наноиндустрии за границу, но без смены места жительства обладателей интеллектуального права. Вероятно, это явление характерно для многих наукоёмких отрас-

лей, но впервые выделено при изучении наноиндустрии.

Сформированные к концу второго десятилетия нынешнего века центры наноиндустрии представлены в более чем 70 странах, которые активно инвестируют, производят интеллектуальную и материальную продукцию наноиндустрии – патенты, конкретные товары и др. (рис. 4).

Рис. 4 / Fig. 4. Доля стран в общем объеме мировых патентов в области наноиндустрии в 2000–2020 гг. / Share of countries in the total volume of world patents in the field of nanoindustry in 2000–2020

Источник: составлено автором по данным: World Intellectual Property Organization (Международное агентство охраны интеллектуальной собственности) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wipo.int> (дата обращения: 01.12.2021)

Гипотеза исследования состояла в высокой роли количества и качества занятых в наноиндустрии и совмещённой с ней НИОКР на темпах развития отрасли, однако в работе она подтвердилась лишь частично – более высокой степенью корреляции обладают такие факторы, как финансирование отрасли, удельные издержки, количество профильных исследовательских центров.

Развитие теоретического фундамента неразрывно связано с эффектами урбанизации, или Джейкобс-эффектами [6]: чем выше концентрация населения и, прежде всего, творческого населения, чем выше «открытость» общества (транспортная доступность, толерантность, терпимость и пр.), тем выше исследовательский потенциал территории, что в некоторой степени проти-

воречит классической производственной функции.

Как мы видим, роль США постепенно уменьшается – на глобальный рынок выходят разработки развивающихся стран, которые постепенно

отказываются записывать результаты своей исследовательской деятельности под товарными знаками и марками развитых стран и регистрируют авторские права уже под родным флагом¹ (рис. 5).

Рис. 5 / Fig. 5. Смещение мирового центра патентной активности в области наноиндустрии в 2001–2018 гг. / Shift of the world center of patent activity in the field of nanoindustry in 2001–2018

Источник: составлено автором по данным: World Intellectual Property Organization (Международное агентство охраны интеллектуальной собственности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wipo.int> (дата обращения: 01.12.2021)

Однако глобальное смещение исследовательской активности на юго-восток обусловлено не столько выходом на рынок новых игроков, сколько возрастающей ролью Китая и Республики

Корея в мировых патентах в области наноиндустрии. Поскольку вторая волна (распространение патентной активности в области наноиндустрии в мире) только входит в стадию «зрелости» (рис. 6), то любой всплеск исследовательской активности действующих лидеров приводит к скачкообразным смещениям.

График смещения центра патентной активности крайне нестабилен и даже имеет возвратные движения в некоторые года. Поскольку координаты точек (рис. 2.4) колеблются в пределах от 0 до

¹ StatNano – специализированное периодическое издание по исследованию рынка наноматериалов и нанотехнологий [Электронный ресурс]. URL: <https://statnano.com/> (дата обращения: 01.12.2021); WIPO – World Intellectual Property Organization (Международное агентство охраны интеллектуальной собственности) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wipo.int> (дата обращения: 01.12.2021).

Рис. 6 / Fig. 6. Авторская классификация стран мира на Центр, Полупериферию и Периферию мировой наноиндустрии в 2000–2019 гг. / Author's classification of the countries of the world into the Center, Semi-Periphery and Periphery of the global nanoindustry in 2000–2019

Источник: составлено автором

1 по оси ординат и от -1 до 1 по оси абсцисс, а координатная сетка совпадает с координатной сеткой мира, можно утверждать, что графики приближены к экватору. Это означает, что 1 градус сетки равен 111,3 км. Таким образом, рассчитанный географический центр наноиндустрии с 2000 г. по 2020 г. ежегодно смещается к востоку примерно на 2,5 км.

На первых двух «эволюционных» этапах нанотехнологий (статьи и патенты) действуют различные факторы развития и, более того, различные формируемые территориальные системы: полицентризм идей и моноцентризм

патентов. Полицентризм идей – проявление глобализации рынка и научных теорий. Моноцентризм патентов – закономерное последствие правового и материального обеспечения новых технологий и исследователей необходимыми ресурсами.

В то же время обе описанные территориальные системы постепенно движутся к своим полярным значениям: возрастающая роль Восточной и Юго-Западной Азии в мировой наноиндустрии обеспечивает уход от полицентризма идей к фактическому лидерству Китая (с 2018 г. на Китай приходится более 40% мировых пу-

бликаций в области наноиндустрии), а от моноцентризма патентов – к полицентризму (регулярное сокращение роли США в мировых патентах в области наноиндустрии за весь рассматриваемый период на 0,5–0,7% ежегодно).

Заключение

Развитие наноиндустрии на протяжении рассмотренных двух десятилетий по всему миру шло крайне неравномерно: страны, стоявшие у истоков развития отрасли, вступили на эту стезю значительно раньше последователей.

С помощью обширной статистической базы удалось определить «вес» каждой отдельной страны в развитии отрасли – чем выше доля страны от исследований или разработок в области наноиндустрии, тем сильнее её географический центр стягивает на себя мировой центр отрасли.

Данный метод наглядно отражает усиление роли стран Восточной Азии (прежде всего, Китая) в развитии мировых трендов. Следует учесть, что центрографический метод достаточно зауряден и более подходит для гомогенных территорий (отдельных стран или регионов), но подходит для данного исследования, поскольку доказывает общие теоретические представления и прогнозы развития отрасли.

С помощью центрографического метода было установлено, что в 2000–2001 гг. (на заре развития отрасли) мировой центр наноиндустрии был смещён к западу от нулевого положения. Огромный вес США в развитии наноиндустрии на протяжении нескольких лет позволял удерживать географический центр у изначального положения. Становление отрасли в Западной Европе и ряде других стран не позволяло говорить об ускорении смещения географического центра по причине гравитационного эффекта США в поле интеллектуальных ресурсов, необходимых в развитии инновационных отраслей.

С 2008–2010 гг. США устойчиво теряют свои позиции наноиндустриального монополиста, появляются другие важные игроки в отрасли – Китай, Республика Корея, Япония, Германия и др. Современные данные показывают постепенное перемещение географического центра теоретических исследований в области наноиндустрии из региона северной Атлантики на восток благодаря увеличению доли развивающихся стран в публикационной активности, наряду с организацией производства нанопродукции в развивающихся странах и укреплением позиций в отрасли ключевых стран Азии.

Статья поступила в редакцию 17.09.2021.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аузан А. А. Институциональная экономика. Новая институциональная экономическая теория. М.: Инфра-М, 2010. 416 с.
2. Бабурин В. Л. Влияние географической специфики распространения инновационных волн на территориальную организацию общества // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 1999. № 1. С. 42–46.
3. Баринова В. А. Институциональные условия инновационного развития фирмы. М.: Издательский дом «Дело», 2012. 154 с.

4. География мирового развития : сборник научных трудов / под ред. Л. М. Синцера. Вып. 3. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 486 с.
5. Гохберг Л. М., Кузнецова И. А. Анализ и перспективы статистического исследования инновационной деятельности в экономике России // Вопросы статистики. 2004. № 9. С. 3–15.
6. Лавров Н. А. Диффузия знания в России на примере развития nanoиндустрии // Географическая среда и живые системы. 2020. № 2. С. 78–88.
7. Лопатников Д. Л. Миграция мирового центра экологического неблагополучия и «гео-экологический переход» // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. № 5. С. 728–736.
8. Пилюпенко И. В. Конкурентоспособность стран и регионов в мировом хозяйстве: теория, опыт малых стран Западной и Северной Европы. Смоленск: Ойкумена, 2005. 496 с.
9. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982. 455 с.
10. Bititci U. S. An Executive's Guide to Business Transformation // Business Strategy Series. 2007. № 8. P. 203–213.
11. Brenner T., Broekel T. Methodological issues in measuring innovation performance of spatial units // Industry and Innovation. 2011. № 18 (1). P. 7–37.
12. Innovation systems: analytical and methodological issues / B. Carlsson, S. Jacobsson, M. Holmn, A. Rickne // Research policy. 2002. № 31 (2). P. 233–245.
13. Small firms, R&D, technology and innovation in the UK: a literature review / K. Hoffman, M. Parejo, J. Bessant, L. Perren // Technovation. 1998. № 18 (1). P. 39–55.
14. Kapas J. Industrial Revolutions and the Evolution of Firm Organisation // Journal of Innovation Economics. 2008. № 2. P. 15–33.
15. Krugman P. A model of innovation, technology transfer, and the world distribution of income // Journal of Political Economy. 1987. Vol. 87. P. 253–266.
16. Linder J. C., Cole M. I., et al. Business Transformation through Outsourcing // Strategy & Leadership. 2002. № 30 (4). P. 23–28.
17. Patel P., Pavitt K. National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared // Economics of innovation and new technology. 1994. № 3 (1). P. 77–95.
18. Porter M. The economic performance of regions // Regional studies. 2003. № 37 (6–7). P. 545–546.
19. Sternberg R., Arndt O. The firm or the region: what determines the innovation behavior of European firms? // Economic Geography. 2001. № 77 (4). P. 364–382.
20. Wu Y., Popp D., Bretschneider S. The effects of innovation policies on business R&D: A cross-national empirical study // Economics of Innovation and New Technology. 2007. № 16 (4). P. 237–253.

REFERENCES

1. Auzan A. A. *Institutsionalnaya ekonomika. Novaya institutsional'naya ekonomicheskaya teoriya* [Institutional economics. New institutional economic theory]. Moscow, Infra-M Publ., 2010. 416 p.
2. Baburin V. L. [Impact of geographical specifics of the propagation of innovative waves on the territorial organization of society]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 1999, no. 1, pp. 42–46.
3. Barinova V. A. *Institutsionalnye usloviya innovatsionnogo razvitiya firmy* [Institutional conditions for innovative development of the firm]. Moscow, Publ. House 'Delo', 2012. 154 p.

4. Sintserov L. M., ed. *Geografiya mirovogo razvitiya : sborkik nauchnih trudov. Vyp. 3* [Geography of world development : collection of scientific papers. Iss. 3]. Moscow, KMK Scientific Press Publ., 2016, 486 p.
5. Gokhberg L. M., Kuznetsova I. A. [Analysis and Prospects of Statistical Research of Innovation Activity in the Russian Economy]. In: *Voprosy statistiki* [Voprosy statistiki], 2004, no. 9, pp. 3–15.
6. Lavrov N. A. [Diffusion of knowledge in Russia with an example of the nanoindustry development]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy* [Geographical Environment and Living Systems], 2020, no. 2, pp. 78–88.
7. Lopatnikov D. L. [Migration of the world center of environmental disadvantage and 'geo-ecological transition']. In: *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographic series], 2020, no. 5, pp. 728–736.
8. Pilipenko I. V. *Konkurentosposobnost' stran i regionov v mirivom khozyaistve: teoriya, opyt malykh stran Zapadnoi i Severnoi Evropy* [Competitiveness of countries and regions in the world economy: theory, experience of the small ranks of Western and Northern Europe]. Smolensk, Oikumena Publ., 2005. 496 p.
9. Schumpeter J. A. *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*. New Brunswick (U.S.A) and London (U.K.), Transaction Publisher, 2008.
10. Bititci U. S. An Executive's Guide to Business Transformation. In: *Business Strategy Series*, 2007, no. 8 (3), pp. 203–213.
11. Brenner T., Broekel T. Methodological issues in measuring innovation performance of spatial units. In: *Industry and Innovation*, 2011, no. 18 (1), pp. 7–37.
12. Carlsson B., Jacobsson S., Holmn M., Rickne A. Innovation systems: analytical and methodological issues. In: *Research policy*, 2002, no. 31 (2), pp. 233–245.
13. Hoffman K., Parejo M., Bessant J., Perren L. Small firms, R&D, technology and innovation in the UK: a literature review. In: *Technovation*, 1998, no. 18 (1), pp. 39–55.
14. Kapas J. Industrial Revolutions and the Evolution of Firm Organisation. In: *Journal of Innovation Economics*, 2008, no. 2, pp. 15–33.
15. Krugman P. A model of innovation, technology transfer, and the world distribution of income. In: *Journal of Political Economy*, 1987, vol. 87, pp. 253–266.
16. Linder J. C., Cole M. I., et al. Business Transformation through Outsourcing. In: *Strategy & Leadership*, 2002, no. 30 (4), pp. 23–28.
17. Patel P., Pavitt K. National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. In: *Economics of innovation and new technology*, 1994, no. 3 (1), pp. 77–95.
18. Porter M. The economic performance of regions. In: *Regional studies*, 2003, no. 37 (6–7), pp. 545–546.
19. Sternberg R., Arndt O. The firm or the region: what determines the innovation behavior of European firms? In: *Economic Geography*, 2001, no. 77 (4), pp. 364–382.
20. Wu Y., Popp D., Bretschneider S. The effects of innovation policies on business R&D: A cross-national empirical study. In: *Economics of Innovation and New Technology*, 2007, no. 16 (4), pp. 237–253.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Лавров Никита Андреевич – ведущий инженер лаборатории географии мирового развития Института географии Российской академии наук;
e-mail: lavrov@igras.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nikita A. Lavrov – leading engineer, World Development Geography Laboratory of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: lavrov@igras.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Лавров Н. А. Смещение географического центра наноиндустрии на экономической карте мира // Географическая среда и живые системы. 2021. № 4. С. 19–35.
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-6-19-35

FOR CITATION

Lavrov N. A. Shifting the geographical center of the world's nanoindustry. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2021, no. 4, pp. 19–35.
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-6-19-35