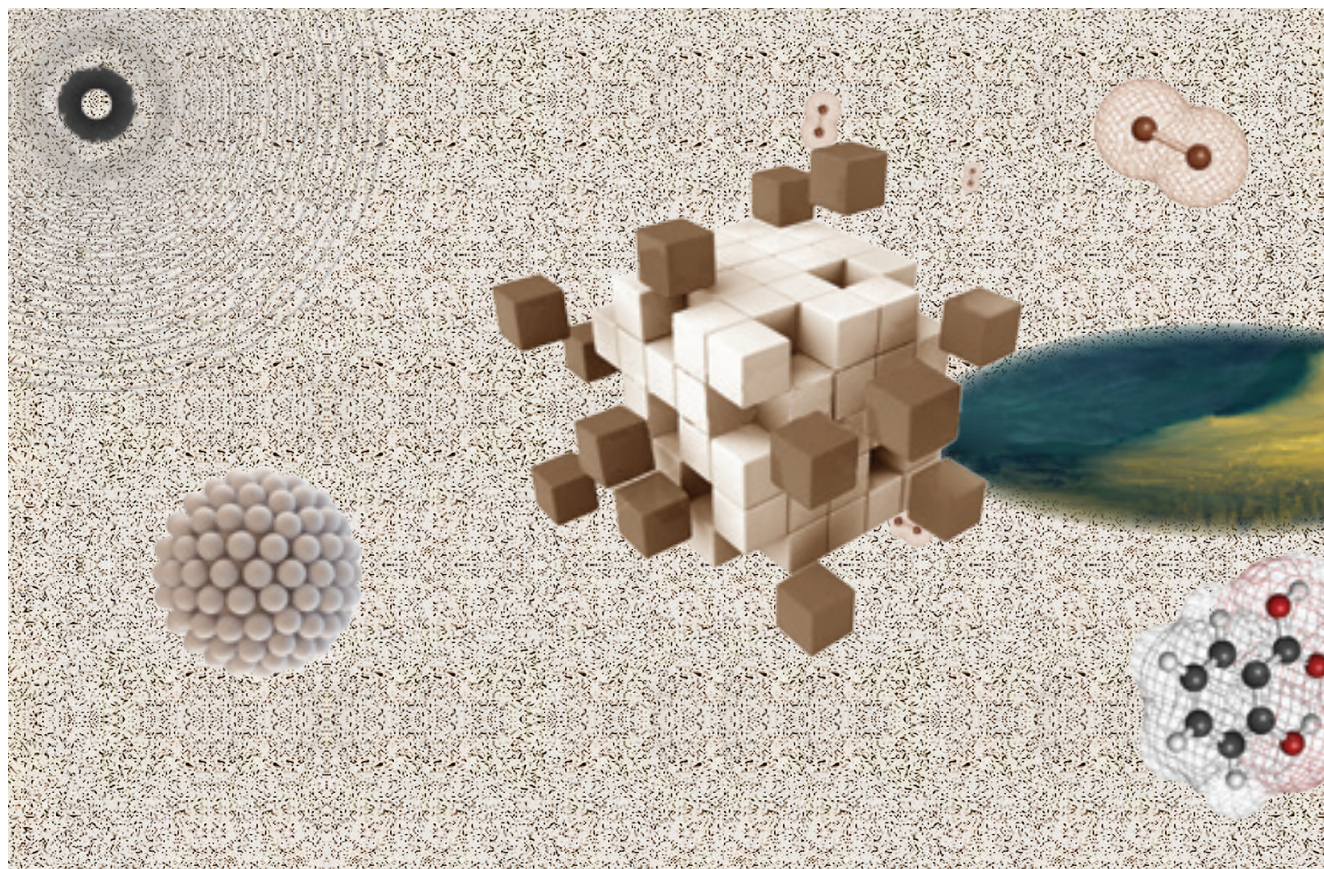


Патентный ландшафт сферы нанотехнологий

Алексей Стрелецкий^I, Владимир Забавников^{II}, Эмиль Асланов^{III}, Дмитрий Котлов^{IV}



^I Главный эксперт по научно-технической политике.
E-mail: alexey.streletskiy@rusnano.com

^{II} Главный эксперт инфраструктурных проектов.
E-mail: email.to.vladimir@gmail.com

Фонд инфраструктурных и образовательных программ
Адрес: 117036, Москва, пр-т 60-летия Октября, 10А

^{III} Эксперт патентной практики.
E-mail: easlanov@sk.ru

^{IV} Руководитель патентной практики.
E-mail: dkotlov@sk.ru

Центр интеллектуальной собственности «Сколково»
Адрес: 143026, Москва, ул. Луговая, 4

Аннотация

Статья раскрывает методические аспекты построения патентных ландшафтов в области нанотехнологий. Последние, по мнению авторов, имеют приоритет перед другими технологическими направлениями, что подтверждается текущими оценками и прогнозными объемами рынка нанотехнологической продукции.

Авторами предпринят анализ патентной активности на территории Российской Федерации и в мире с построением патентной карты нанотехнологий и связанной с ними отдельной области металлургии. На этой основе предложен новый методический подход к патентному поиску на-

нотехнологических решений с помощью ключевых слов и релевантной междисциплинарной терминологии.

Его практическая значимость подтверждается деятельностью Фонда инфраструктурных и образовательных программ (ФИОП) в части отбора проектов для поддержки, формирования единой интеллектуальной и материально-технической базы для образовательных нужд, а также выявления потенциальных компаний-партнеров, чье участие обеспечит соответствие структуры и качества программ потребностям производства и рынка труда.

Ключевые слова: нанотехнологии; металлургия; патентный ландшафт; картирование; индекс МПК; нанотехнологические термины

DOI: 10.17323/1995-459X.2015.3.40.53

Цитирование: Streletskiy A., Zabavnikov V., Aslanov E., Kotlov D. (2015) Patent Landscape for Nanotechnology. *Foresight and STI Governance*, vol. 9, no 3, pp. 40–53.
DOI: 10.17323/1995-459x.2015.3.40.53

По мнению ряда ученых, в мировом технико-экономическом развитии, начиная с промышленной революции в Англии, последовательно сменяли друг друга пять технологических укладов. Доминирующий сегодня пятый технологический уклад, связанный со взрывным развитием компьютеров и телекоммуникаций, находится в завершающей фазе своего жизненного цикла и в основном исчерпал возможности обеспечения экономического роста [Львов, Глазьев, 1986; Полтерович, 2009]. Одновременно с некоторым запаздыванием формируется производственная система шестого технологического уклада, динамика которого будет определять глобальные экономические тенденции ближайших двух–трех десятилетий. Его ядро составит комплекс нано-, био-, генных, молекулярных, информационных и коммуникационных технологий [Глазьев, 2008].

Одно из первых упоминаний методов, для обобщения которых ныне используют понятие «нанотехнологии», связывают с выступлением в 1959 г. нобелевского лауреата Ричарда Фейнмана (Richard Feynman). В своей лекции «Там, внизу, полно места» (“There’s Plenty of Room at the Bottom”) он говорил о «мире очень малых размеров» [Фейнман, 1960]. Сам термин в 1974 г. ввел в научный оборот японский физик Норио Танигучи (Norio Taniguchi) [Taniguchi, 1974]. В мировой практике под нанотехнологиями принято понимать совокупность методов изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием отдельных составляющих их элементов с размерами порядка 100 нм и меньше как минимум по одному из измерений (ГОСТ Р 55416-2013; ISO/TS 80004-1:2010). Эти методы приводят к улучшению либо появлению дополнительных эксплуатационных и/или потребительских характеристик и свойств получаемых продуктов.

Технологические приоритеты

Достижения пятого и шестого технологических укладов в той или иной форме отражены в стратегиях развития США, ЕС, Японии, Южной Кореи, России и других стран до 2030 г. либо даже до 2050 г. Во всех из них приоритетными названы научные исследования в таких прорывных направлениях, как новые материалы, ИКТ, космические, экологические, нано-, биотехнологии и медицина [Кузык и др., 2011]. Причем роль нанотехнологий в этом ряду критически высока, поскольку именно с ними связывается выход на принципиально новые рубежи в информатике,

молекулярной биологии, генной инженерии и медицине. Во всех указанных странах инвестиции в исследования и разработки (ИиР) различных видов нанотехнологий в последние годы остаются на стабильно высоком уровне. Так, в 2012 г. на них было потрачено 18.5 млрд долл., что на 8% больше аналогичных расходов за 2010 г. [Lux Research, 2014]. При этом отмечается небольшое сокращение удельного веса государственных и частных (венчурных) инвестиций, соответственно на 5 и 10%, на фоне роста корпоративных затрат на ИиР в области нанотехнологий более чем на 20% [Lux Research, 2014]. Существенно возросло число научных публикаций и патентов, созданы тысячи компаний, выпускающих или использующих нанопродукцию. Речь идет о не менее чем 80 группах потребительских товаров и свыше 600 видов сырья, комплектующих и промышленного оборудования¹.

Приоритетность нанотехнологий

Ожидается, что нанотехнологии окажут существенное влияние на мировую экономику, достоверным показателем чего могут служить объемы соответствующего рынка. Его оценки зависят от принятого определения нанотехнологий, измерения вклада в добавленную стоимость конечного продукта, степени оптимизма аналитиков и различаются в разы. Большинство экспертов, однако, датируют начало стремительного роста рынка нанотехнологической продукции 2010 г. и очерчивают те сектора, которым будет принадлежать ведущая роль в этой сфере в будущем. Ожидается, что среди сегментов конечного спроса по доходам на нанотехнологичном рынке будут доминировать электроника, новые материалы, медицина, биотехнологии, в меньшей степени — энергетика и окружающая среда [Lux Research, 2014; GIA, 2014].

Общие объемы продаж продукции, изготовленной с применением нанотехнологий, в 2012 г. составили 731 млрд долл., а к 2018 г. прогнозируется рост данного показателя до уровня 4.4 трлн долл. [Lux Research, 2014], что эквивалентно более чем 5% мирового ВВП за 2014 г. в сравнении с 0.9% — в 2012 г. [EconomyWatch, 2015]. Не менее половины указанной суммы приходится на конечные продукты на базе современных полупроводников. Этот сегмент рынка не относится к принципиально новым продуктам и технологиям, а скорее принадлежит предыдущему технологическому укладу: путь от микро- к наноэлектронике с рубежом в 100 нм полупроводниковые технологии прошли еще в начале 2000-х гг., а сегодня актуальным является рубеж в 10 нм. Оставшуюся от указанного объема продаж сумму

¹ Для целей государственного статистического наблюдения за производством и реализацией продукции наноиндустрии Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1192-р от 07.07.2011 г. была принята номенклатура соответствующих товаров и услуг. В приказе Росстата № 496 от 13.12.2011 г. «Об утверждении статистического инструментария для организации статистического наблюдения за деятельностью предприятий и организаций в сфере нанотехнологий» закреплена квартальная форма федерального статистического наблюдения № 1-НАНО «Сведения об отгрузке товаров, работ и услуг, связанных с нанотехнологиями» (с изменениями и дополнениями, внесенными приказами Росстата № 232 от 26.06.2013 г. и № 547 04.09.2014 г.).

примерно в 1.5 трлн долл. целесообразно разделить на две части: 5% — прорывные технологии, позволяющие создавать принципиально новые продукты, и 95% — технологии, используемые для улучшения потребительских свойств существующих продуктов. Нанотехнологии второй группы применяются в уже сформировавшихся отраслях и составляют определенную долю конечной стоимости продукции. Для вычисления ее точных значений оценивают удельный вес материалов и промежуточных продуктов, который в среднем составляет 1/3 от цены товара; из полученной величины выделяют непосредственную нанотехнологическую компоненту: покрытия, пленки, порошки, которые используют при изготовлении материалов, улучшающих потребительские характеристики товара. Эксперты оценивают эту долю в среднем в 10%. Описанный подход объясняет, в частности, приводимые в отечественной переводной литературе фактические значения мирового рынка нанотехнологий, использующие данные BCC Research & Development и др.: 12 млрд долл. в 2009 г. и 27 млрд долл. — в 2015 г. (прогноз). В этих оценках принимаются во внимание только впервые полученные (*first generation*) наноматериалы (частицы, углеродные трубки, новые материалы, композиты), наноинструменты (литография и зондовая микроскопия) и наноустройства (датчики и электроника).

Приоритетность нанотехнологий в тех или иных странах хорошо иллюстрирует глобальная динамика патентования [Игами, Оказаки, 2008; Jordan et al., 2014]. Начиная с 2000 г. темпы роста числа заявок на регистрацию нанотехнологических изобретений превосходят общую патентную динамику. Практически любая важная инновация в этой области порождает всплеск числа патентов. Например, открытие и исследование новых аллотропных модификаций углерода — фуллерена [Kroto, 1985], углеродных нанотрубок [Iijima, 1991], выделение и изучение графена [Novoselov et al., 2004] — вызвали волну патентов, связанных не только с новыми материалами на базе углеродных наночастиц, но и с разного типа микроэлектронными устройствами на основе нанотрубок, графена и т. д. [Jordan et al., 2014].

Патентный ландшафт

Патент представляет собой юридический документ, удостоверяющий авторство изобретения, полезной модели или промышленного образца

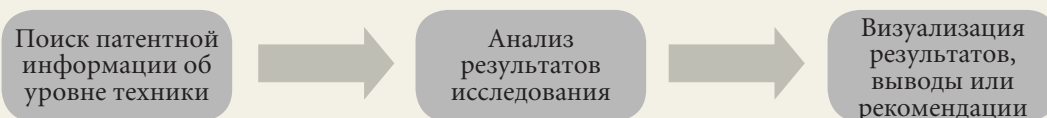
и исключительное право на их использование. Вместе с тем он является уникальным источником научно-технической информации, которая не сводится к описанию изобретения, но отражает уровень текущих исследований и инноваций, причем задолго до выхода продукта на рынок. Для оценки актуальных тенденций и выбора направления поддержки в области нанотехнологий широко используется статистический анализ патентной активности в форме сопоставления количества заявок по регионам, сферам применения, цитируемости и т. д. [Игами, Оказаки, 2008].

Другим способом изучения и характеристики патентной активности вокруг конкретной технологии в отдельно взятом регионе или в глобальном масштабе служит анализ патентного ландшафта, или патентное картирование [WIPO, 2015]. Этот метод состоит в статистической обработке библиографических данных и интеллектуальном анализе большого массива патентной информации с последующей визуализацией результатов (рис. 1).

При патентном картировании описанные в документации технические решения отображаются на карте в виде изолированных «островов». Даже имея слабую связь с общим массивом документов, они показывают отдельные направления исследовательской деятельности, наиболее популярные из которых образуют крупные «материки». Карта позволяет увидеть, насколько близко «острова» тех или иных патентообладателей расположены друг к другу и как они распределены по спектру технологических решений. Используя патентные данные, можно идентифицировать области, в которых проявляют активность заявители, изменения портфелей их интеллектуальной собственности как в содержательном, так и во временном отношении, выявить страны — лидеры в различных предметных областях и т. д. [ЕРО, 2015].

Примером продуктивного построения патентного ландшафта могут служить открытые публикации Службы по интеллектуальной собственности Великобритании (Intellectual Property Office, IPO) с анализом нанотехнологических инноваций, детализацией патентной активности коммерческих организаций и университетов в области нанотоксичности и т. д. [IPO, 2009]. Другой пример — исследование активности обладателей патентов на материалы на основе графена [IPO, 2013], где построение патентного

Рис. 1. Основные этапы построения патентного ландшафта



Источник: составлено авторами.

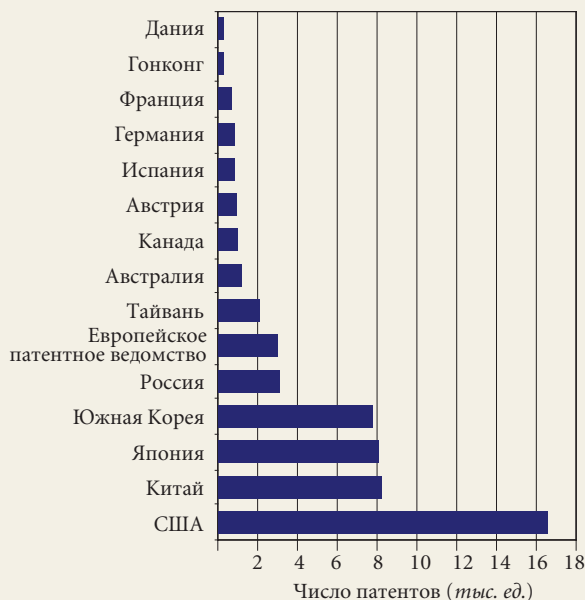
ландшафта наглядно демонстрирует динамику таких технологий, как синтез графена, полупроводники, светодиоды, память и т. д., по годам и географической принадлежности заявителей.

В фокусе нашей статьи — разделы и классы технологий, в которых применяются нанотехнологические методы и микроструктурные инновации. Согласно Таблице соответствия технологий (Technology Concordance Table) [WIPO, 2013], к направлению «Нанотехнологии» относятся объекты, зарегистрированные в следующих подклассах Международной патентной классификации (МПК):

- В82В — наноструктуры, полученные в результате управления отдельными атомами, молекулами или их группами как дискретными объектами; их производство или обработка;
- В82У — специфическое использование наноструктур; их измерение или анализ; их производство или обработка.

Вклад России в глобальную патентную активность в сфере нанотехнологий остается сравнительно скромным (рис. 2). Так, из почти 57 тыс. патентов на изобретения, выданных всеми профильными ведомствами в мире, на долю отечественных заявителей приходится около 5.4%. По этому показателю страна занимает 5-е место, уступая США, Китаю, Японии и Южной Корее. Структура патентов в области нанотехнологий, принадлежащих российским резидентам, остается однотипной в силу их ориентации на внутренний рынок. Число заявок, поданных в зарубежные регистрационные органы, незначительно, что может объясняться низкой конкурентоспособностью отечественных разработок

Рис. 2. Число патентов на изобретения по направлению «Нанотехнологии» (по странам принадлежности заявителей за период с 1994 г.)



Источник: [Minesoft, RWS Group, 2013].

и отсутствием ресурсов, прежде всего финансовых, на прохождение всех необходимых процедур. И хотя национальная патентная активность в сфере микроструктурных и нанотехнологий за период 2008–2013 гг. демонстрирует определенный рост, удельный вес изобретений в общей структуре патентов, опубликованных профильным российским ведомством (> 0.5%) [WIPO, 2015], показывает, что это направление пока не является приоритетным.

Сам поиск перспективных нанотехнологических решений представляется сложной задачей в силу следующих объективных причин [Негуляев, Ненахов, 2007; Сазонов, 2011]:

- нанотехнологии по преимуществу являются настолько новыми, что находят отражение в основном в непатентной литературе, а значит, для оценки нанотехнологической составляющей недостаточно информации, внесенной в патенты;
- классификация объектов патентования, в том числе в сфере нанотехнологий, выполняется конкретными экспертами, т. е. во многом субъективна, что объясняет большой разброс патентов по классам МПК;
- класс В82 МПК — «Нанотехнологии» является сравнительно новым и не специфицирует в достаточной степени технологическое направление, к которому принадлежит тот или иной объект патентования, поэтому анализ документации в конкретной области требует использования не только индексов МПК, но и таких дополнительных инструментов, как поиск по ключевым для каждого конкретного вида нанотехнологий терминам [Porter et al., 2008; Wang, Guan, 2012].

В настоящей статье предпринят анализ текущей патентной активности на территории Российской Федерации и в мире. Нами построены патентные карты областей применения нанотехнологий по подклассу В82 (рис. 3), а также с использованием релевантных ключевых слов (табл. 1, рис. 4), в том числе отдельно для металлургии. Данные для исследования были почерпнуты из системы Thomson Innovation, подключенной к базе данных Derwent World Patents Index (DWPI) [Thomson Reuters, 2015]. База содержит информацию о более чем 80 млн патентных публикаций национальных ведомств США, Европы, Китая, Японии, России, Кореи; Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) и др.

Для отсева нерелевантных данных из поисковых запросов были исключены некоторые термины с префиксом «нано»: nanometer*, nanosecond*, nanomolar*, nanogram*, nanoliter*, nano-second, nano-meter, nano-molar, nano-gram, nano-liter, nanomeli*, nanophyto*, nanobacteri*, nano2*, nano3*.

На рис. 5 показана детальная тематическая структура российских патентов в области нанотехнологий.

Рис. 3. Патентный ландшафт в области нанотехнологий, построенный по подклассу B82 «Нанотехнологии» МПК



Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

Построение патентной карты нанотехнологий в металлургии

Для анализа технологических решений в металлургической отрасли, предусматривающих применение нанотехнологий, был введен фильтр по следующим ключевым терминам:

1) связанным с наличием наноструктурных элементов: наноструктура (*nano/microstructure*), сверхмелкое зерно (*ultrafine grain*), субзерно (*subgrain*), кристаллит (*crystallite, crystalline*), области когерентного рассеяния (*coherent scattering region*), интерметаллиды (*intermetallides*);

2) описывающим контролируемое формирование наноструктур и свойств металлов и интерметаллидов за счет деформационной, тер-

мической или комбинированной обработки высокопрочных сталей и сплавов специального назначения: микролегирование (*microalloy*), выделение вторичных фаз (*precipitation*) для упрочнения структуры (*strengthening* или *hardening*), пластическая деформация (*plastic deformation*), холодная деформация (*cold deformation*), деформационное или дисперсионное упрочнение (*deformation / dispersion hardening / strengthening*), механическое или деформационное упрочнение (*mechanic / deformation hardening / strengthening*), старение сплавов (*strain aging of alloy*);

3) используемым для описания других способов получения объемных наноструктурных материалов методами компактирования ультра-

Табл. 1. Термины, используемые для поиска нанотехнологических решений

Поисковый запрос	Термины
1. Nano* (с префиксом «нано-»)	nano*
2. Quantum (квантовые термины)	(quantum dot* OR quantum well* OR quantum wire*) NOT nano*
3. Self-Assembly (самосборка)	((self assembl*) OR (self organiz*) OR (directed assembl*)) NOT nano*
4. Термины, подразумевающие наличие «нано-»	((molecul* motor*) or (molecul* ruler*) or (molecul* wir*) or (molecul* devic*) or (molecular engineering) or (molecular electronic*) or (single molecul*) or (fullerene*) or (coulomb blockad*) or (bionano*) or (langmuir-blodgett) or (Coulomb-staircase*) or (PDMS stamp*)) NOT nano*
5. Термины, имеющие отношение к электронной микроскопии	((TEM or STM or EDX or AFM or HRTEM or SEM or EELS) or (atom* force microscop*) or (tunnel* microscop*) or (scanning probe microscop*) or (transmission electron microscop*) or (scanning electron microscop*) or (energy dispersive X-ray) or (X-ray photoelectron*) or (electron energy loss spectroscop*)) NOT nano*
6. Остальные термины, непосредственно связанные с «нано-»	(biosensor* or (sol gel* or solgel*) or dendrimer* or soft lithograph* or molecular simul* or quantum effect* or molecular sieve* or mesoporous material*) AND (MolEnv-R)) NOT nano*

Источник: [Porter et al., 2008].

Рис. 4. Патентный ландшафт в области нанотехнологий, построенный по ключевым словам



Источники: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

Рис. 5. Распределение патентов в области нанотехнологий в России по тематическим направлениям за период с 1994 г. в соответствии с индексами МПК (%)



Источники: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

дисперсных порошков, полученных физико-химическим путем, а также измельчения в шаровой мельнице: нанопорошки (*nano/micropowder*), помол (*milling*), сплавы типа спеченной алюминиевой пудры (САП, *sintered aluminum powder*).

Построение патентного ландшафта включало поиск по следующим классам раздела С «Металлургия» МПК:

- С21 «Металлургия железа»;
- С22 «Металлургия; сплавы черных или цветных металлов; обработка сплавов или цветных металлов»;
- С23 «Покрытие металлических материалов; покрытие других материалов металлическим материалом; химическая обработка поверхности; диффузионная обработка металлического материала; способы покрытия вакуумным испарением, распылением, ионным внедрением или химическим осаждением паров вообще; способы предотвращения коррозии металлического материала, образования накипи или корок вообще»;
- С25 «Электролитические способы или электрофорез; устройства для них»;
- С30 «Выращивание кристаллов».

Анализ охватывал данные по всем странам мира. Полученные по каждому из классов результаты были собраны в единый массив, на базе которого сформированы предварительные патентные карты, отображающие ключевые термины и тематическую принадлежность документации. Данные уточнялись за счет дополнительного

поиска по патентным документам за последние 20 лет. Результирующие массивы объединялись с использованием логического оператора AND.

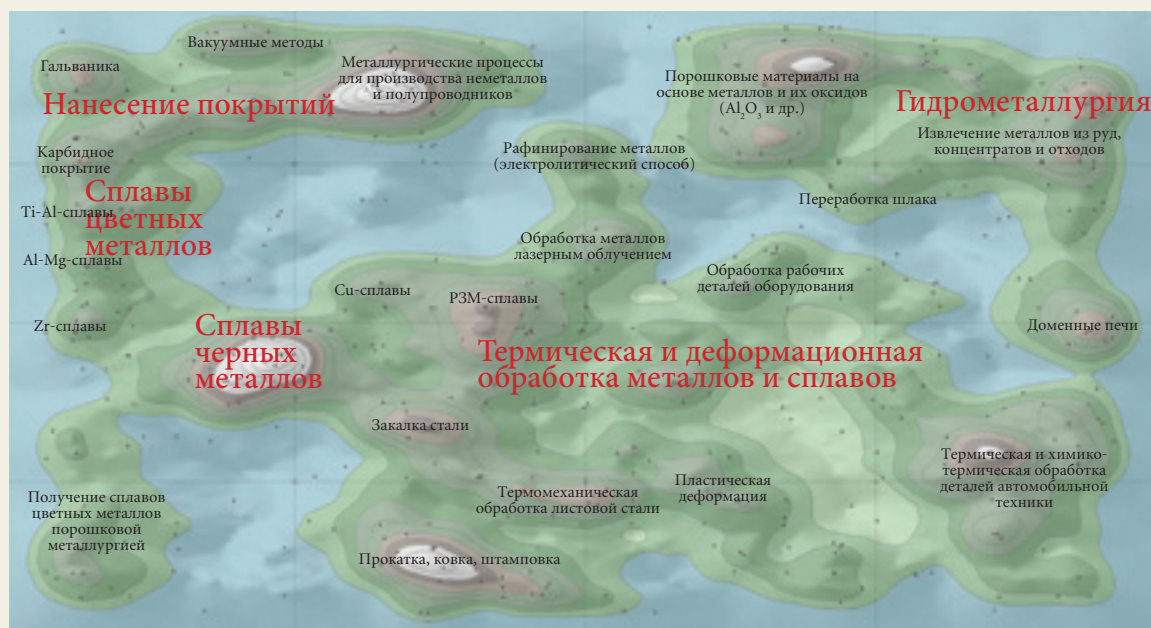
Таким образом, патентная карта для раздела С «Металлургия» МПК, отражающая распределение потенциально связанных с нанотехнологиями терминов, строится исходя из анализа повторяемости ключевых слов в патентных документах. Взаимосвязь между 13 198 документами, содержащими такие слова, графически представлена на рис. 6. Следующая карта позволяет увидеть, насколько близки друг к другу и к каким технологическим направлениям принадлежат массивы документации различных российских патентообладателей (рис. 7).

Анализ патентной документации в области металлургии

Оценка глобальной патентной активности в области металлургии в страновом разрезе (рис. 8) позволяет локализовать мировых лидеров ИиР. Прежде всего это Китай и Япония, за которыми следуют Россия, США, Корея и Германия.

В России металлургия черных и цветных металлов (классы С21 и С22) является одним из лидирующих направлений патентной активности за рассматриваемый период, тогда как в США приоритет принадлежит более высокотехнологичным областям и фундаментальным ИиР [НБК Групп, 2013]. По данным ВОИС, патентная активность США по направлению «Материалы и металлургия» в 1,7 раза превышает показатели РФ, а по

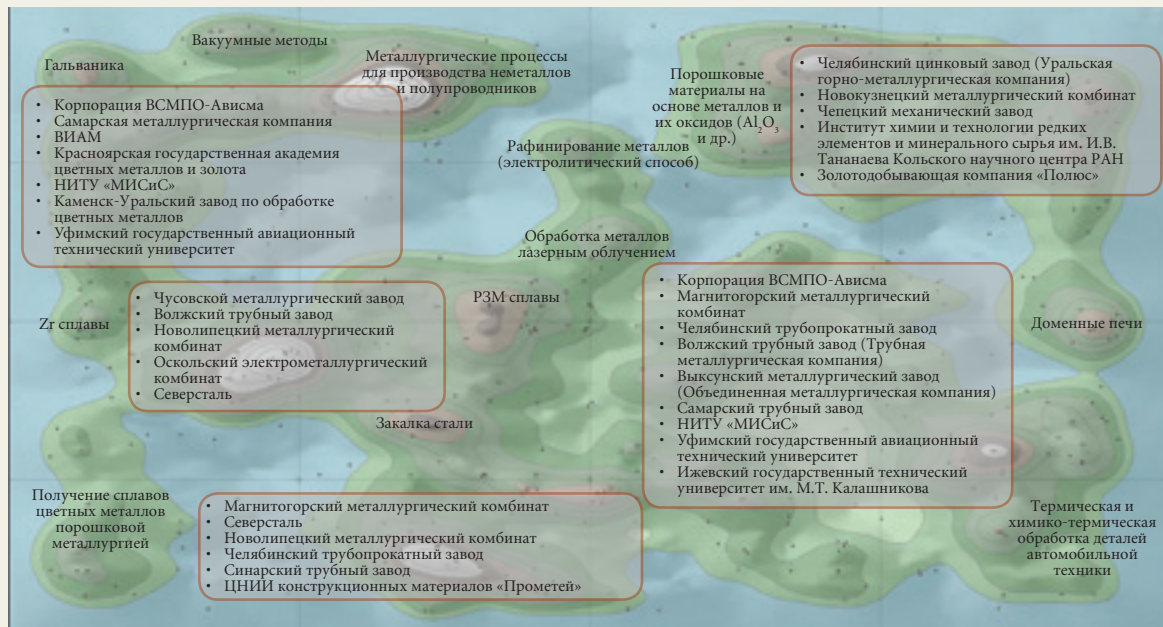
Рис. 6. Патентный ландшафт раздела С «Металлургия» МПК, построенный на основе ключевых терминов, которые потенциально связаны с нанотехнологиями



Примечание: Красными точками отмечены патенты российских организаций.

Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

Рис. 7. Патентный ландшафт раздела С «Металлургия» МПК с указанием российских патентообладателей



Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

общему объему патентования — более чем десятикратно. Вместе с тем в отдельных технологических секторах число патентов двух стран в целом сопоставимо. Например, в подклассах C21D «Термообработка (изменение физической структуры черных металлов)» и C22C «Сплавы» количество приоритетных заявок за период с 1992 по 2013 г. примерно одинаково (рис. 9). Именно по этим направлениям применение к нанотехнологическим решениям фильтра близких по смыслу ключевых слов позволяет выявить сравнительно высокую долю отечественных патентов.

Динамику глобальной изобретательской активности в металлургии отражает количество патентных заявок, поданных за определенный период (рис. 10). Следует отметить, что за последние 15 лет в нашей стране не наблюдается устойчивого роста патентования в этой сфере (рис. 11).

Распределение долей ключевых технологий в общем массиве заявок было определено, исходя из принадлежности патентов к тем или иным классам МПК — для мира в целом (рис. 12) и отдельно для России (рис. 13).

Патентная активность российских организаций в металлургии

Отечественные игроки имеют сильные позиции в области ИиР в металлургической отрасли с долей 10% глобального рынка патентов, уступая лишь Японии (27%) и Китаю (29%). В первую очередь это касается технологий термообработки и получения сплавов цветных и черных металлов (табл. 2).

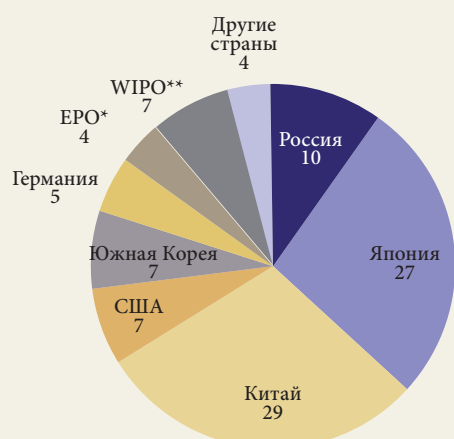
Судя по данным патентной статистики, российские промышленные предприятия проводят ИиР на конкурентоспособном уровне в нескольких технологических областях, включая: переработку чугуна (Нижнетагильский металлургический комбинат); изменение физической структуры черных металлов в результате термообработки (Магнитогорский металлургический комбинат, Новолипецкий металлургический комбинат, «Северсталь» и др.); получение, регенерацию или рафинирование металлов (Красноярский завод цветных металлов, Челябинский цинковый завод) (табл. 3).

Научно-исследовательские и научно-производственные организации демонстрируют наибольшую патентную активность в следующих технологических направлениях:

- сплавы черных или цветных металлов (Всемирный институт легких сплавов, Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов и др.);
- изменение физической структуры цветных металлов и их сплавов в результате термообработки («Иргиредмет» и др.).

ИиР отечественных высших учебных заведений в области металлургии сфокусированы на технологиях покрытия металлических материалов (Воронежский государственный технический университет, Уфимский государственный авиационный технический университет и др.). Соотношение числа патентов, полученных промышленными предприятиями и вузами, составляет 55 к 45%. Это свидетельствует о высокой исследовательской активности вузов, для которых

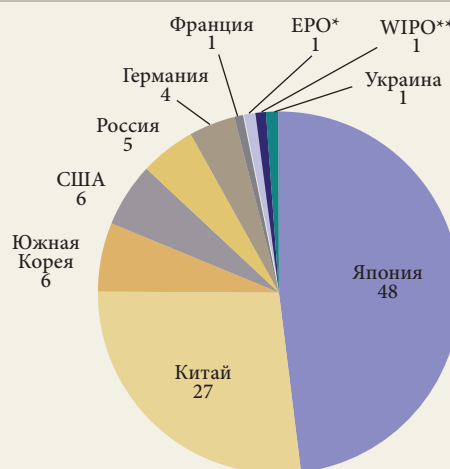
Рис. 8. Географическое распределение глобальной патентной активности за период 1992–2013 гг. (%)



* Европейское патентное ведомство
 ** Всемирная организация интеллектуальной собственности

Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

Рис. 9. Общее число приоритетных заявок в сфере металлургии в патентные ведомства разных стран по подклассам C21D и C22C: топ-10 стран за период 1992–2013 гг.



* Европейское патентное ведомство
 ** Всемирная организация интеллектуальной собственности

Источник: [Minesoft, RWS Group, 2015].

ИиР служат ступенью к последующей коммерциализации их результатов и внедрению инноваций.

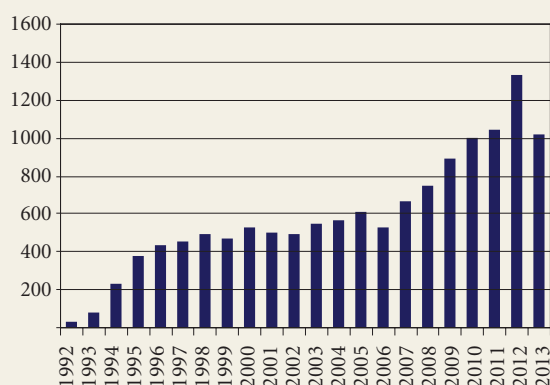
Абсолютными лидерами в патентовании научно-технических достижений среди предприятий, академических и отраслевых научно-исследовательских организаций выступают Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Уральское отделение ВНИИ железнодорожного транспорта и ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей». Наибольшим числом патентов в вузовском секторе располагают Воронежский государственный технический университет, МИСиС, Уфимский государственный авиационный технический университет, Курская государственная сельскохозяйственная

академия. Активную патентную политику реализуют Магнитогорский, Новолипецкий, Нижнетагильский металлургические комбинаты и «Северсталь».

Применение карт патентного ландшафта

Сформулированные в настоящей статье подходы к оценке текущего уровня патентной активности в области нанотехнологий применимы, в частности, к разработке комплекса программ дополнительного образования, профессиональной переподготовки и повышения квалификации в nanoиндустрии. Они позволяют определить структуру и тематику новых учебных программ (учебно-тематический план); круг потенциально заинтересованных в них компаний-партнеров; возможных разработчиков таких программ, чья компетентность в данной области подтверждена портфелями патентов,

Рис. 10. Динамика патентной активности в области металлургии в мире (число зарегистрированных патентов, ед.)



Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

Рис. 11. Динамика и структура патентной активности в области металлургии в России (число зарегистрированных патентов по типам заявителей, ед.)



Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

Рис. 12. **Ключевые технологические направления глобальной патентной активности в области металлургии в мире** (число зарегистрированных патентов, тыс. ед.)



Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

Рис. 13. **Ключевые технологические направления патентной активности в области металлургии в России** (число зарегистрированных патентов, ед.)



Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

научных публикаций и соответствующими научно-метрическими показателями.

По итогам комплексного анализа патентных ландшафтов, построенных в рамках совместного проекта Фонда инфраструктурных и образовательных программ (ФИОП) и Центра интеллектуальной собственности «Сколково» в 2014 г., выявлены самые востребованные направления ИиР в металлургии, базирующиеся на нанотехнологических решениях. С учетом этого могут быть рекомендованы следующие направления образовательной подготовки, ориентированной на развитие металлургической отрасли:

- конструкционные стали с наноструктурным перлитом и технологии производства на их основе новых высокопрочных вязких материалов;

- наноструктурированные нержавеющие стали, получаемые методом криогенно-деформационной и термической обработки;
- наноструктурированные диффузионные межзубчатые и поверхностные слои металлических покрытий, обеспечивающие принципиально более высокие характеристики металлопродукции массового производства (жесть, оцинкованный лист и др.);
- наноструктурированные покрытия, получаемые путем вакуумного нанесения на углеродистые стали;
- трубные стали с повышенными эксплуатационными характеристиками, производимые по инновационным комплексным металлургическим технологиям на основе ультрамелкодисперсных микроструктур;

Табл. 2. **Патентная активность российских организаций в металлургии по основным классам МПК**

Класс МПК	Наименование	Число патентов (ед.)
Производственные компании		
C21D	Термообработка (изменение физической структуры черных металлов)	211
C22C	Сплавы	69
C22B	Получение/рафинирование металлов	31
C30B	Выращивание монокристаллов	8
C25C	Получение, регенерация или рафинирование металлов электролитическим способом	7
Научные организации		
C22B	Получение/рафинирование металлов	103
C21D	Термообработка (изменение физической структуры черных металлов)	90
C22C	Сплавы	30
C25F	Электролитические способы удаления примесей из изделий	15
C23D	Эмалирование металлов и нанесение стекловидных покрытий на металлы	8
Образовательные учреждения		
C21D	Термообработка (изменение физической структуры черных металлов)	109
C22C	Сплавы	33
C25D	Нанесение покрытий электролитическим способом или способом электрофореза	27
C22B	Получение/рафинирование металлов	10

Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

Табл. 3. **Организации — лидеры патентования в металлургии**

Наименование	Число патентов (ед.)
Производственные компании	
Магнитогорский металлургический комбинат	23
Северсталь	20
Новолипецкий металлургический комбинат	15
Нижнетагильский металлургический комбинат	14
Синарский трубный завод	11
Челябинский трубопрокатный завод	11
Завод им. В.А. Дегтярева	10
Западно-Сибирский металлургический комбинат	10
ГАЗ	9
Носта (Орско-Халиловский металлургический комбинат)	8
Научные организации	
Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов	53
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН	20
Уральское отделение Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта	19
ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей»	14
Институт физики металлов Уральского отделения РАН	11
Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина	9
Всероссийский институт легких сплавов	7
Институт физики твердого тела РАН	7
Комбинат «Электрохимприбор»	7
Московское машиностроительное производственное предприятие «Салют»	7
Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов	2
Образовательные учреждения	
Воронежский государственный технический университет	18
Уфимский государственный авиационный технический университет	18
НИТУ «МИСиС»	16
Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова	14
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова	8
Самарский государственный технический университет	7
Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина	7
Белгородский государственный университет	6
Калининградский государственный университет	5
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева	4
Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева	4

Источник: составлено авторами на основе [Thomson Reuters, 2015].

- супержаростойкие и жаропрочные сплавы на основе интерметаллидов для авиационных газотурбинных двигателей нового поколения, получаемые при помощи нанотехнологий.

Патентное картирование позволяет также выявить слабо реализованные в настоящее время технологические ниши, перспективные с позиций развития стартапов, государственного инвестирования и международного сотрудничества.

Заключение

В статье рассмотрены методические подходы к построению патентных ландшафтов на основе поиска по информационным базам данных Thomson Innovation и их применение к решению задач определения тематики образовательных инициатив. Патентное картирование может служить действенным инструментом анализа состояния

любых технологических отраслей, хотя качество выводов напрямую зависит от методологической корректности их построения. Патентный ландшафт должен прежде всего отражать не только базовые, широко распространенные технологии, но и инновационные ниши, возникшие в последние годы. Важным индикатором востребованности и перспективности того или иного направления ИиР служит динамика упоминаний в патентной документации терминов, связанных с инновационными технологиями.

Для адекватного патентного поиска критическое значение имеет точность выбора ключевых слов, в том числе новой и междисциплинарной терминологии. Это дает возможность минимизировать влияние субъективных оценок при использовании тематического рубрикатора патентных баз данных.

- Глазьев С.Ю. (2008) Возможности и ограничения технико-экономического развития России в условиях структурных изменений в мировой экономике. Научный доклад на заседании Отделения общественных наук РАН 15.12.2008 г. Режим доступа: <http://spkurdymov.ru/economy/vozmozhnosti-i-ogranicheniya-texniko-ekonomicheskogo-razvitiya/>, дата обращения 19.04.2015.
- Игами М., Оказики Т. (2008) Современное состояние сферы нанотехнологий: анализ патентов // Форсайт. Т. 2. № 3. С. 32–43; № 4. С. 22–31.
- Кузык Б., Кушлин В. И., Яковец Ю. В. (2011) Прогнозирование, стратегическое планирование и национальное программирование. М.: Экономика.
- Львов Д.С., Глазьев С.Ю. (1986) Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы. № 5. С. 793–804.
- НБК Групп (2013) Патентная активность: Россия vs США. Аналитическое исследование из цикла «Индикаторы инновационного развития российской экономики». Режим доступа: http://www.nbkg.ru/researches/patent_activity_russia_vs_usa.pdf, дата обращения 20.07.2015.
- Негуляев Г., Ненахов Г. (2007) Нанотехнологии: проблемы патентования и экспертизы // Патенты и лицензии. № 11. С. 21–25; № 12. С. 18–24.
- Полтерович В.М. (2009) Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // Вопросы экономики. № 6. С. 4–22.
- Сазонов В.А. (2011) Специфика патентного поиска в сфере нанотехнологий // Нанотехнологии. Экология. Производство. № 1(8). С. 82–88.
- ЕРО (2015) FAQ — Patent statistics and patent mapping. Режим доступа: <http://www.epo.org/searching/essentials/business/stats/faq.html>, дата обращения 03.05.2015.
- EconomyWatch (2015) Economic Statistics Database. Режим доступа: <http://www.economywatch.com/economic-statistics/year/>, дата обращения 16.05.2015.
- Feynman R. (1960) There's Plenty of Room at the Bottom // Caltech Engineering and Science. Vol. 23. № 5. P. 22–36. Режим доступа: <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>, дата обращения 22.02.2015.
- GIA (2014) Nanotechnology – A Global Strategic Business Report. San Jose, CA: Global Industry Analysts.
- Iijima S. (1991) Helical microtubules of graphitic carbon // Nature. Vol. 354. P. 56–58.
- IPO (2009) Patent Informatics Project Report: UK Innovation Nanotechnology Patent Landscape Analysis. Newport: Intellectual Property Office. Режим доступа: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/312326/informatic-nanotech.pdf, дата обращения 15.04.2015.
- IPO (2013) Graphene. The Worldwide Patent Landscape in 2013. Newport: Intellectual Property Office. Режим доступа: <http://www.ncl.ac.uk/curds/documents/informatics-graphene-2013.pdf>, дата обращения 15.04.2015.
- ISO/TS 80004-1:2010.
- Jordan C.C., Kaiser I.M., Valerie C. (2014) 2013 Nanotechnology Patent Literature Review: Graphitic Carbon-Based Nanotechnology and Energy Applications Are on the Rise. McDermott Will & Emery.
- Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.C., Curl R.F., Smalley R.E. (1985) C60: Buckminsterfullerene // Nature. Vol. 318. P. 162–163.
- Lux Resarch (2014) Nanotechnology Update: Corporations Up Their Spending as Revenues for Nano-enabled Products Increase. Boston, MA: Lux Research Inc.
- Minesoft, RWS Group (2015) PatBase. Режим доступа: <http://www.patbase.com>, дата обращения 28.07.2015.
- Novoselov K.S., Geim A.K., Morozov S.V., Jiang D., Zhang Y., Dubonos S.V., Grigorieva I.V., Firsov A.A. (2004) Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films // Science. Vol. 306. P. 666–669.
- Porter A.J., Youtie J., Shapira P., Schoeneck D.J. (2008) Refining search terms for nanotechnology // Journal of Nanoparticle Research. Vol. 10. № 5. P. 715–728.
- Taniguchi N. (1974) On the Basic Concept of “Nano-Technology” // Proceedings of the International Conference on Production Engineering (Part II). Tokyo. Japan Society of Precision Engineering.
- Thomson Reuters (2015) Thomson Innovation database. Режим доступа: <http://info.thomsoninnovation.com/>, дата обращения 14.06.2015.
- Wang G., Guan J. (2012) Value chain of nanotechnology: A comparative study of some major players // Journal of Nanoparticle Research. Vol. 14. P. 702–716.
- WIPO (2013) IPC — Technology Concordance Table. Режим доступа: http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/technology_concordance.html, дата обращения 03.05.2015.
- WIPO (2015) Patent Landscape Reports. Режим доступа: http://www.wipo.int/patentscope/en/programs/patent_landscapes/, дата обращения 03.05.2015.

Patent Landscape for Nanotechnology

Alexey Streletskiy

Chief Expert in Science and Technology Policy. E-mail: alexey.streletskiy@rusnano.com

Vladimir Zabavnikov

Chief Expert of Infrastructure Projects. E-mail: email.to.vladimir@gmail.com

Fund for Infrastructure and Educational Programs

Address: 10A Prospekt 60-letiya Oktyabrya, Moscow Russia, 117036

Emil Aslanov

Expert of Patent Practice. E-mail: easlanov@sk.ru

Dmitriy Kotlov

Head of Patent Practice. E-mail: dkotlov@sk.ru

LLC «Intellectual Property Center “Skolkovo”»

Address: 4 Lugovaya Str., Skolkovo innovation center territory, Moscow Russia, 143026

Abstract

This paper investigates the methodological aspects of nanotechnology patent landscaping. The authors suggest that nanotechnologies take precedence over other technological trends, an assertion that is confirmed by current assessments and forecasts regarding the size of the nanotechnology product market. In this paper the authors analyse patent activity within the Russian Federation and globally by building a patent map of nanotechnology and the associated field of metallurgy. Using this as a basis, a new methodological approach is posited to search for nanotechnology solutions using key words

and relevant interdisciplinary terms. The practical significance of these methodological approaches is confirmed by the activities of the Fund for Infrastructure and Educational Programmes (FIEP). The FIEP helps in determining the thematic scope of newly developed educational programmes, finding potential developers working on a common intellectual and material basis for the educational process, and selecting potentially interested partner companies to ensure observance of the programmes' structure and quality to manufacturing requirements and the needs of the labour market.

Keywords

nanotechnology; metallurgy; patent landscape; patent mapping; index IPC; nanotechnological terms

DOI: 10.17323/1995-459x.2015.3.40.53

Citation

Streletskiy A., Zabavnikov V., Aslanov E., Kotlov D. (2015) Patent Landscape for Nanotechnology. *Foresight and STI Governance*, vol. 9, no 3, pp. 40–53. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.3.40.53

References

- EconomyWatch (2015) *Economic Statistics Database*. Available at: <http://www.economywatch.com/economic-statistics/year/>, accessed 16.05.2015.
- EPO (2015) *FAQ — Patent statistics and patent mapping*. Available at: <http://www.epo.org/searching/essentials/business/stats/faq.html>, accessed 03.05.2015.
- Feynman R. (1960) There's Plenty of Room at the Bottom. *Caltech Engineering and Science*, vol. 23, no 5, pp. 22–36. Available at: <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>, accessed 22.02.2015.

- GIA (2014) *Nanotechnology – A Global Strategic Business Report*, San Jose, CA: Global Industry Analysts.
- Glaziev S. (2008) *Vozmozhnosti i ogranicheniya tekhniko-ekonomicheskogo razvitiya Rossii v usloviyakh strukturnykh izmenenii v mirovoi ekonomike. Nauchnyi doklad na zasedanii Otdeleniya obshchestvennykh nauk RAN 15 dekabrya 2008 goda* [The possibilities and limitations of technical and economic development of Russia in the conditions of structural changes in the global economy. Scientific report at a meeting of the RAS Division of Social Sciences, December 15, 2008]. Available at: <http://spkurdyumov.ru/economy/vozmozhnosti-i-ogranicheniya-tekhniko-ekonomicheskogo-razvitiya/>, accessed 19.04.2015 (in Russian).
- Igami M., Okazaki T. (2008) *Sovremennoe sostoyanie sfery nanotekhnologii: analiz patentov* [Current State of Nanotechnology: Patent Analysis]. *Foresight-Russia*, vol. 2, no 3, pp. 32–43; no 4, pp. 22–31 (in Russian).
- Iijima S. (1991) Helical microtubules of graphitic carbon. *Nature*, vol. 354, pp. 56–58.
- IPO (2009) *Patent Informatics Project Report: UK Innovation Nanotechnology Patent Landscape Analysis*, Newport: Intellectual Property Office. Available at: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/312326/informatic-nanotech.pdf, accessed 15.04.2015.
- IPO (2013) *Graphene. The Worldwide Patent Landscape in 2013*, Newport: Intellectual Property Office. Available at: <http://www.ncl.ac.uk/curds/documents/informatics-graphene-2013.pdf>, accessed 15.04.2015.
- ISO/TS 80004-1:2010.
- Jordan C.C., Kaiser I.M., Valerie C. (2014) *2013 Nanotechnology Patent Literature Review: Graphitic Carbon-Based Nanotechnology and Energy Applications Are on the Rise*, McDermott Will & Emery.
- Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.C., Curl R.F., Smalley R.E. (1985) C₆₀: Buckminsterfullerene. *Nature*, vol. 318, pp. 162–163.
- Kuzyk B., Kushlin V., Yakovets Yu. (2011) *Prognozirovanie, strategicheskoe planirovanie i natsional'noe programmirovaniye* [Forecasting, strategic planning and national programming], Moscow: Ekonomika (in Russian).
- Lux Resarch (2014) *Nanotechnology Update: Corporations Up Their Spending as Revenues for Nano-enabled Products Increase*, Boston, MA: Lux Research Inc.
- L'vov D., Glaziev S. (1986) *Teoreticheskie i prikladnye aspekty upravleniya NTP* [Theoretical and applied aspects of NTP]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], no 5, pp. 793–804 (in Russian).
- NBC Group (2013) *Patentnaya aktivnost': Rossiya vs SShA. Analiticheskoe issledovanie iz tsikla "Indikatory innovatsionnogo razvitiya rossiiskoi ekonomiki"* [Patent activity: Russia vs US. An analytical study. Series 'Indicators of Innovative Development of the Russian Economy']. Available at: http://www.nbkg.ru/researches/patent_activity_russia_vs_usa.pdf, accessed 20.07.2015 (in Russian).
- Minesoft, RWS Group (2015) *PatBase*. Available at: <http://www.patbase.com>, accessed 28.07.2015.
- Negulyaev G., Nenakhov G. (2007) *Nanotekhnologii: problemy patentovaniya i ekspertizy* [Nanotechnology: Patenting issues and examination]. *Patenty i litsenzii* [Patents and Licenses], no 11, pp. 21–25; no 12, pp. 18–24 (in Russian).
- Novoselov K.S., Geim A.K., Morozov S.V., Jiang D., Zhang Y., Dubonos S.V., Grigorieva I.V., Firsov A.A. (2004) Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films. *Science*, vol. 306, pp. 666–669.
- Polterovich V. (2009) *Gipoteza ob innovatsionnoi pauze i strategiya modernizatsii* [The innovation pause hypothesis and modernization strategy]. *Voprosy Ekonomiki*, no 6, pp. 4–22 (in Russian).
- Porter A.J., Youtie J., Shapira P., Schoeneck D.J. (2008) Refining search terms for nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 10, no 5, pp. 715–728.
- Sazonov V. (2011) *Spetsifika patentnogo poiska v sfere nanotekhnologii* [Specificity of patent search in nanotechnologies]. *Nanotekhnologii. Ekologiya. Proizvodstvo* [Nanotechnology. Ecology. Manufacturing], no 1(8), pp. 82–88 (in Russian).
- Taniguchi N. (1974) *On the Basic Concept of 'Nano-Technology'*. *Proceedings of the International Conference on Production Engineering (Part II)*, Tokyo. Japan Society of Precision Engineering.
- Thomson Reuters (2015) *Thomson Innovations database*. Available at: <http://info.thomsoninnovation.com/>, accessed 14.06.2015.
- Wang G., Guan J. (2012) Value chain of nanotechnology: A comparative study of some major players. *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 14, pp. 702–716.
- WIPO (2013) *IPC – Technology Concordance Table*. Available at: http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/technology_concordance.html, accessed 03.05.2015.
- WIPO (2015) *Patent Landscape Reports*. Available at: http://www.wipo.int/patentlandscape/en/programs/patent_landscapes/, accessed 03.05.2015.