

УДК 004.855.5

*С. В. Горбачев, Е. В. Ваганова, В. И. Сыряжкин,  
М. В. Сыряжкин*

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТАНОВЛЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ ИННОВАЦИЙ И ПРОРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА СВЕТОТЕХНИКИ

*Изложена методика выявления передовых новшеств и нововведений вкупе с прорывными идеями и технологиями, построенная на исследовании и классификации объектов интеллектуальной собственности основных патентных ведомств, организаций и бюро. В рамках научной работы был проведен анализ рынка светотехники и изучена патентная информация светодиодной светотехники с целью определения «технологических всплесков» данной отрасли. Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что технологии производства светодиодов в России обладают большим потенциалом.*

**Ключевые слова:** *долгосрочный прогноз, форсайт, технологический уклад, прорывные технологии, технологический всплеск, патентный анализ, светотехника, светодиоды, светодиодная светотехника, долгосрочное прогнозирование, приоритетные направления науки и технологий.*

В течение последних десяти лет научно-технологические форсайт-исследования претерпели определённую метаморфозу. Первоначально они не выходили за пределы аналитических работ, но шаг за шагом включались в процесс определения направлений развития экономики, науки, технологии, инноваций и общества в целом, формирования политики во многих сферах.

Форсайт как технология определения приоритетов развития препятствует бесцельному использованию инвестиций, материальных и людских

ресурсов и позволяет сосредоточить усилия на организации технологического прорыва в ключевых областях [1]. Прогнозирование – одна из функций экономики. Имея представление о тенденциях и законах общества, возможно построение вероятной модели мирового экономического развития. Для повышения качества и точности прогноза необходимо проводить комплексный математический анализ количественных и качественных показателей с использованием когнитивных интеллектуальных методов. Опыт макроэкономических исследований говорит не только о возможности, но и о плодотворности использования международных (межгосударственных) сопоставлений для получения и качественных, и довольно точных количественных выводов, в том числе прогнозного характера [2. С. 3–4].

Понимание закономерностей смены технологических укладов позволяет создать модель текущих макроэкономических процессов. Основные экономические и научно-технические показатели предоставляют возможность судить о сложившихся и формирующихся технологических укладах в разных странах.

Необходимо отметить, что в России недостаточно развита культура анализа возможных направлений развития на долгосрочную перспективу. Подавляющее большинство российских предприятий не заглядывает дальше чем на 1-2 года. Да и в целом крайне малое число россиян пытается системно выстроить свой жизненный путь хотя бы на 5-10 лет, исключение составляет, пожалуй, только тот период, когда они осуществляют выбор вуза и места работы [3]. Именно по этой причине в настоящее время исследования, затрагивающие вопросы повышения качества результатов долгосрочного прогноза важнейших направлений научно-технологического развития государства и анализ факторов, определяющих перспективы модернизации российской экономики, являются актуальными.

Основное внимание в данной статье сосредоточено на оценке возможностей достижения Российской Федерацией показателей шестого технологического уклада. В рамках одного технологического уклада осуществляется замкнутый производственный цикл, включающий добычу и получение первичных ресурсов, все стадии их переработки и выпуск набора конечных продуктов, удовлетворяющих соответствующий тип общественного потребления. В период, когда очередной технологический уклад достигает фазы спада, инвестиции в ранее привлекательные сферы становятся убыточными. Последовательное замещение укладов осуществляется путем создания опережающих научно-технических, конструкторских,

технологических и инвестиционных заделов, являющихся важнейшим стратегическим ресурсом государственной экономики.

В данной научной работе было осуществлено углубленное исследование некоторых аспектов, необходимых в долгосрочном прогнозировании социально-экономического развития Российской Федерации. По мнению авторов, интерес вызывает выявление и введение таких индикаторов, которые по неявным и опосредованным признакам содействуют исследователям в обнаружении трендов и «слабых сигналов» нарастающих технологических прорывов.

В рамках выполнения НИР «Разработка теоретических основ и моделирование когнитивных систем мониторинга и прогноза социально-экономического, научно-технологического развития объектов и территорий государства» перед исследовательской группой ТГУ была поставлена задача выявления дополнительных признаков шестого технологического уклада. Для этого в исследовании был взят за основу «технологический всплеск» в основных зарубежных патентных организациях и бюро, разработана программа (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012615745 «Программа нейросетевой кластеризации стран по уровню технико-экономического развития»). Проработана гипотеза: чем больше скопление (количество) технологий в направлении  $X$ , тем выше вероятность формирования отрасли (или технологии) нового технологического уклада.

Обширный опыт отечественных и зарубежных исследователей свидетельствует о том, что вероятностный подход не может быть признан надежным и адекватным инструментом решения слабо-структурированных задач, к которым относятся и задачи анализа и оценки материалов. В принципе любая попытка использования статистических методов для решения такого рода задач есть не что иное, как редукция к хорошо структурированным (хорошо формализованным) задачам, при этом такого рода редукция существенно искажает исходную постановку задачи [4. С. 15].

Для повышения точности классификации был разработан алгоритм построения нейро-нечеткого дерева решений, обладающего свойством адаптации параметров с помощью нейросетевого моделирования [5. С. 69]. Выстраивая модель, позволяющую выявить закономерности возникновения технологий нового технологического уклада через патентный всплеск, появляется возможность подтвердить/дополнить прорывные технологии шестого технологического уклада.

В процессе исследования и выявления «технологического всплеска» были рассмотрены

основные участники рынка светотехники, а также проведен исторический анализ объектов интеллектуальной собственности, в названии которых встречаются следующие слова и словосочетания: лампы накаливания (англ. incandescent lamp), лампы люминесцентные (англ. fluorescent lamp), светотехника (англ. light engineering), светодиоды (англ. light-emitting diodes / LED), органические светодиоды (англ. OLED). Выбор ключевых слов был сформирован по результатам предварительного аналитического обзора мирового рынка светотехники в научной литературе.

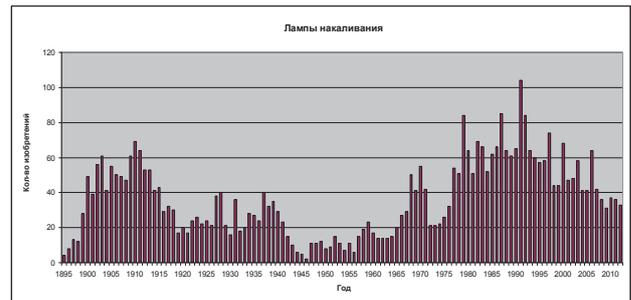


Рис. 1. Количество патентов изобретений, в названиях которых встречается словосочетание «лампа накаливания» в период с 1895 по 2012 г. Источник [6]

Из рис. 1 видно, что весь период изобретения ламп накаливания можно поделить на два жизненных цикла. В период с 1895 по 1946 г. в базах данных патентных организаций преобладают керосиновые, масляные и газовые лампы накаливания, а в период с 1947 по 2012 г. — электрические, галогеновые и энергосберегающие. Жизненный цикл технологий производства керосиновых, масляных и газовых ламп накаливания составил 53 года. Жизненный цикл технологий производства электрических, галогеновых, люминесцентных и энергосберегающих ламп на данный момент составляет более 66 лет и находится в фазе спада.

Причина отказа от ламп накаливания — их крайне низкая эффективность. Только 5 % потребляемой электроэнергии тратится на освещение, остальные 95 % уходят на выработку тепла. Переход на энергосберегающие источники света позволит значительно экономить электресурсы [7].

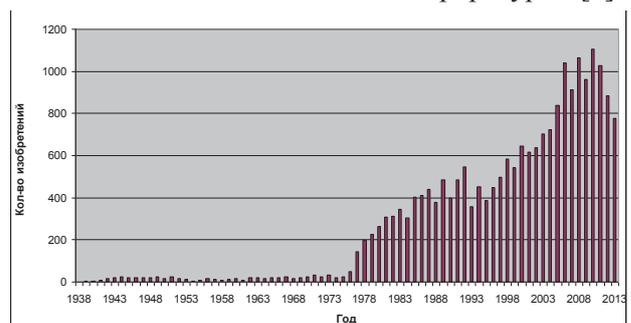


Рис. 2. Количество патентов изобретений, в названиях которых встречается словосочетание «лампа люминесцентная» в период с 1938 по 2012 г. Источник [6]

Из рис. 2 видно, что жизненный цикл технологической производства люминесцентных ламп составляет 76 лет и находится в фазе спада. Компактные люминесцентные лампы появились в конце 1980-х годов. Они значительно превосходят лампы накаливания как по световой отдаче, так и по сроку службы. Если средний срок службы лампы накаливания 1000 ч, то у КЛЛ этот показатель достигает 15 000 ч. Однако есть у люминесцентных ламп и свои недостатки. Они не сразу выходят на полную яркость и не предназначены для частого включения-выключения. Кроме этого, данные лампы содержат ртуть. По мнению экспертов, сейчас вкладывать деньги в производство светодиодных ламп более перспективно, нежели в КЛЛ [7].

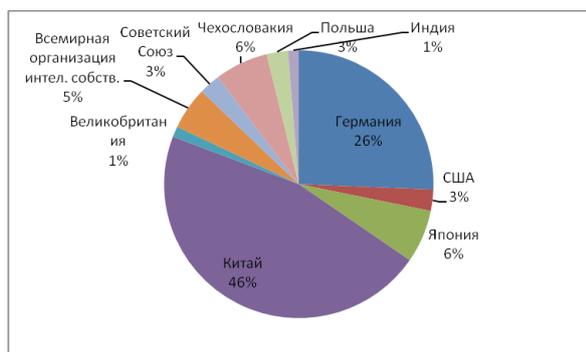


Рис. 3. Количество патентов изобретений, в названии которых встречается слово «светотехника» в период с 1954 по 2012 г. по странам-заявителям, %.  
Источник [6]

На отечественном рынке светотехники иностранные производители занимают сегодня лидирующее положение. Китайские компании в совокупности занимают около 40% рынка (рис. 3). На российском рынке китайские производители выбрали для себя привычную стратегию по завоеванию рынка за счет применения практики демпинговых цен.

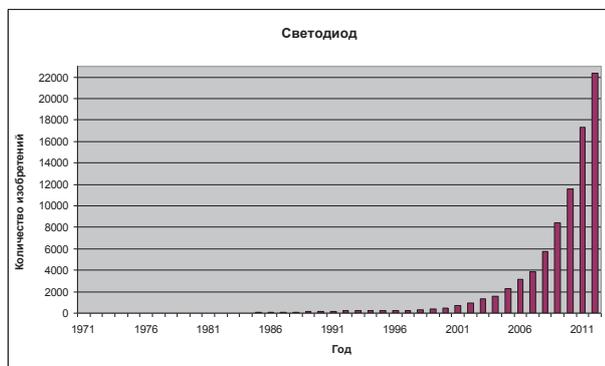


Рис. 4. Количество патентов изобретений, в названии которых встречается слово «светодиод» в период с 1971 по 2012 г. Источник [6]

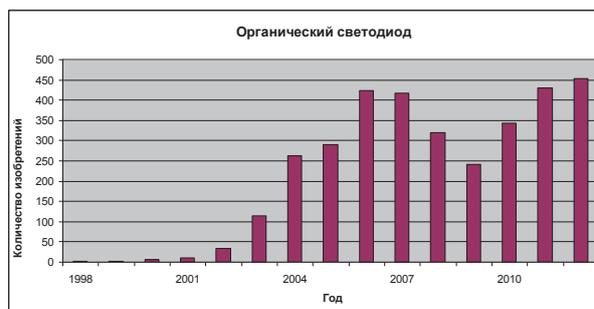


Рис. 5. Количество патентов изобретений, в названии которых встречается словосочетание «органический светодиод» в период с 1998 по 2012 г. Источник [6]

Из рис. 4 и 5 видно, что на настоящее время жизненный цикл технологий производства светодиодов составляет 43 года, а технологий производства органических светодиодов – 16 лет. Обе отрасли находятся в фазе подъема.

Для изготовления качественных светодиодов в нужном количестве понадобилось слияние двух отраслей – электронной и светотехнической. Все западные гиганты, производящие светодиоды для светотехники по полному циклу, начиная с производства кристаллов и заканчивая различными светодиодными модулями и сборками, а также светильниками на их основе, идут по этому пути. Количество заключённых стратегических альянсов, а также возникновение новых компаний, особенно тайванских, специализирующихся на выпуске светодиодов, явно рекордное в последние годы, косвенно свидетельствует о серьёзном движении капиталов в данном направлении, что обязательно скажется на перспективном отечественном рынке светотехники [8].

Первые в России энергосберегающие светодиодные светильники были установлены в сентябре 2007 г. в подземном переходе метро Рижская – Рижский вокзал. Заказчиком проекта выступил Мосгорсвет. За год эксплуатации потребление электроэнергии в переходе снизилось на 45 %. В 2008 г. пилотные проекты по установке LED-светильников запустило ОАО «РЖД». Светодиодное освещение появилось на нескольких станциях, в частности Новоярославской Северной железной дороги. По словам представителей РЖД, энергопотребление на этой станции с внедрением LED-технологии сократилось в 2,5 раза. В сентябре 2009 г. в Томске было принято решение о переводе всей иллюминации на энергосберегающие светодиоды.

Российский рынок сегодня весьма насыщен предложением как отечественных, так и иностранных производителей. Ассортиментный ряд некоторых компаний достигает 300–500 моделей

светодиодных ламп и светильников. На российском рынке представлена осветительная техника на основе светодиодов как российского, так и иностранного производства. Причем последние явно преобладают (наиболее крупные компании – Cree, Osram, GE, Philips и др.), связано это с тем, что за счет внутренних производственных мощностей сегодня невозможно удовлетворить потребности производителей светотехники. Вдобавок к этому большая часть производимых в России светодиодов – это так называемый «нерыночный сегмент», т.е. в дальнейшем они используются самими компаниями при производстве продукции более высокого передела.

Доминирующий объем российского производства светодиодов является по сути сборочным, т.е. комплектация происходит на основе импортируемых устройств. В связи с этим данная группа участников рынка весьма немногочисленна и представлена такими компаниями, как «Оптоган», «Элма-Малахит», ГК «Нитридные кристаллы», «Светлана-Оптоэлектроника», НИИ «Полус», «Протон», большая часть производимых ими компонентов не поступает в свободную продажу. Эксперты отмечают, что отсутствие развитого промышленного производства светодиодных чипов является сегодня одной из основополагающих проблем развития отечественной светотехники.

Отсутствие в России производства гетероэпитаксиальных структур для светодиодной осветительной техники негативно влияет на конкурентные стоимостные позиции российских производителей. В данный момент для выпуска светодиодов применяются в большей части чипы иностранного производства, стоимость которых составляет от 30 до 50% себестоимости светильника. По оценкам специалистов, создание в России собственного промышленного производства гетероэпитаксиальных структур и светодиодных чипов позволило бы снизить цены на российскую светотехнику в 5–6 раз.

Разработки всех российских компаний в области органических светодиодов находятся на начальной стадии и имеют ограниченный бюджет или ведутся маленькими организациями в крупных компаниях, которые имеют обязательства разрабатывать OLED еще и для общего освещения. Только инициатива кооперации крупных государственных инвесторов, промышленности и академических организаций может изменить ситуацию.

Но при всём этом в стране имеется необходимая научная база для развития светодиодной индустрии, ведутся исследования технологий по выращиванию кристаллов нитридов, созданию полупроводниковых гетероструктур и p–n-переходов.

Кроме того, проводятся исследования физических и химических свойств необходимых для этих целей материалов. Сейчас по конструкции и технологическому исполнению российские светодиоды, созданные в лабораторных условиях, не уступают зарубежным аналогам. Отечественные предприятия: фирмы «Светлана-Оптоэлектроника» (г. Санкт-Петербург), BetaLight и XLight (г. Москва) – уже в течение длительного времени выпускают светодиодные светильники для архитектурной подсветки, подъездного и уличного освещения. Специалисты ОАО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» (г. Томск) разрабатывают светодиодные лампы технического назначения для светосигнальных приборов, сигнализации и индикаторной аппаратуры. Большая стоимость этих изделий связана с тем, что для их выпуска применяются в основном импортные чипы [2. С. 312].

Как видно из проведенного исследования, предложенная методика выявления передовых новшеств и нововведений вкупе с прорывными идеями и технологиями, построенная на исследовании и классификации объектов интеллектуальной собственности основных патентных ведомств, организаций и бюро с помощью инструмента, нейросетевого моделирования, позволяет выявить закономерности возникновения технологий и отраслей нового технологического уклада и может быть использована в качестве инструмента формирования приоритетов и мобилизации для достижения качественно новых результатов в сфере науки и технологий, экономики. Данная методика позволила подтвердить фазу подъема технологии производства светодиодов, в том числе органических. Принимая во внимание имеющуюся необходимую научную базу для развития светодиодной индустрии, рынок производства светотехники в России все еще обладает большим потенциалом роста. Должным образом сформулированная и оформленная инициатива может обеспечить существенное повышение уровня разработок LED/OLED для задач общего освещения и гарантировать российское лидерство в этой области.

### Литература

1. Ахметжанова С.Б., Маринова В.Б., Тусунбеков М.Б. Форсайтные методы исследований в мировой практике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economy.kz/files/vse%20stati/5%20ahmet.pdf>
2. Сыряжкин В.И., Горбачев С.В., Якубовская Т.В. и др. Когнитивные системы мониторинга и прогноза научно-технологического развития государства / под ред. В.И. Сыряжкина. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2012. – 358 с.

3. *Форсайт*: обзор исследований и достижений. Экспертный портал Высшей школы экономики практике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ores.ru/1146450.html>

4. Горбачев С.В., Сырякин В.И., Койнов С.А. Интеллектуальная система стратегического бизнес-планирования с нечетко-множественной оценкой эффективности и рисков. – Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 172 с.

5. Горбачев С.В., Сырякин В.И., Сырякин М.В. Интеллектуальный форсайт-прогноз научно-технологического развития государства. LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken: 2012. – 132 с.

6. Европейская патентная организация практике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.epo.org/index.html> .

7. Туркин А. Перспективы применения мощных светодиодов Cree для освещения / Информационно-технический журнал для разработчиков электроники «Новости электроники». – 2009. – № 9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.compejournal.ru/enews/2009/9/7>

8. Давиденко Ю. Современные светодиоды // Компоненты и технологии. – 2004. – № 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://kit-e.ru/articles/led/2004\\_6\\_38.php](http://kit-e.ru/articles/led/2004_6_38.php)