

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

УДК 004.942

## ФОРМАЛЬНЫЕ МЕТРИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ИЗОБРЕТЕНИЙ<sup>1</sup>

Статья поступила в редакцию 30.09.2017, в окончательном варианте – 30.10.2017.

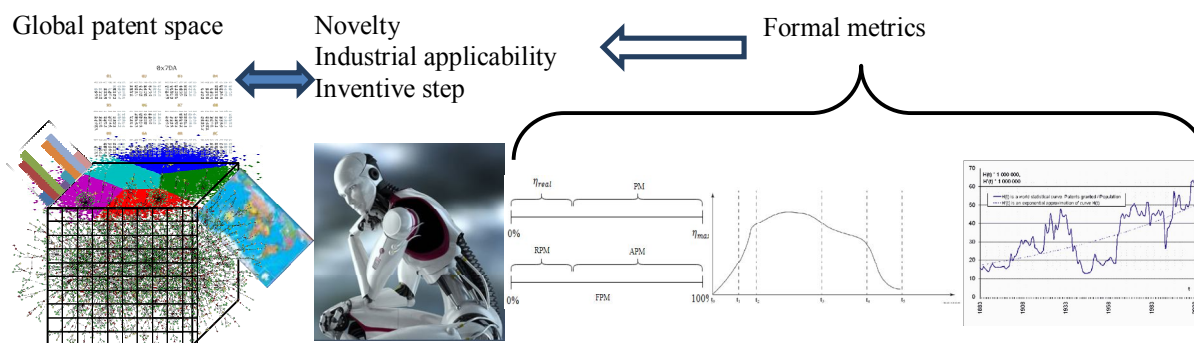
**Кравец Алла Григорьевна**, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28,  
доктор технических наук, профессор, e-mail: agk@gde.ru

**Легенченко Максим Сергеевич**, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28,  
магистрант, e-mail: asassdas2@gmail.com

Цели исследования, описанного в данной статье: формирование новых подходов к выявлению формальных метрик для оценки изобретения на основании информации, имеющейся в патентной заявке и в патентном массиве; разработка методов формализации оценки мирового технического уровня в определенной предметной области с учетом его кросстематических связей с другими областями знаний и технологий; исследование возможностей применения разработанных метрик в автоматизированных системах патентного поиска; анализ эффективности формальных подходов к экспертизе изобретения, на которое подана патентная заявка. Для достижения поставленных целей решен ряд научных задач. Проведено феноменологическое исследование некоторых развитых технологий с учетом их кросстематических связей; установлены и теоретически обоснованы общие закономерности и основные этапы жизненного цикла технологий. Охарактеризованы процессы эволюции зависимостей некоторых показателей технологий от времени. Определены взаимосвязи между общими показателями, присущими любой технологии. Предложенные подходы позволяют прогнозировать некоторые процессы жизненного цикла изобретения и сопутствующих технологий, а также накапливать опыт в виде новых знаний и зависимостей в сфере предсказания состояния мирового технического уровня.

**Ключевые слова:** патентная экспертиза, формализация оценок, алгоритмы формализации, мировой технический уровень, промышленная применимость, потенциал модернизации, информационные технологии, поддержка принятия решений, метрики оценки, математические модели

### Графическая аннотация (Graphical annotation)



## FORMAL METRICS FOR AUTOMATED EVALUATION OF AN INVENTION

The article has been received by editorial board 30.09.2017, in the final version – 30.10.2017.

**Kravets Alla G.**, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation,

Doct. Sci. (Engineering), Professor, e-mail: agk@gde.ru

**Legenchenko Maksim S.**, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation,

graduate student, e-mail: asassdas2@gmail.com

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 15-07-06254). (Research was supported by RFBR grant № 15-07-06254).

The objectives of the study described in this article are the development of a common concept and methods for formal assessment of the world prior-art state in a specific domain, taking into account its cross-thematic relations with other areas of knowledge and technologies; a research of the possibilities of using developed metrics in automated systems of patent search; an analysis of formal approaches to examining the invention which is the basis of filing the patent application. To achieve these goals, a number of scientific problems have been solved. A phenomenological study of some advanced technologies taking into account their cross-thematic relations was carried out; the general patterns and main stages of the lifecycle of technology were established and theoretically justified. The main stages of the development of the lifecycle of technology were theoretically substantiated. The time dependencies of evolution processes of some indicators are characterized. The relationships between the general indicators inherent in any technology are defined. New approaches to the identification of formal metrics for evaluating the invention based on information available in the patent application are proposed. These approaches allow us to predict some lifecycle processes of the invention and related technologies, as well as to accumulate experience in the form of new knowledge and dependencies in the prediction of the world prior-art state.

**Keywords:** patent examination, formalization of evaluation, world prior-art, industrial applicability, the potential of modernization

**Введение.** Оценка кросстематических взаимосвязей между предметными областями в отношении развития техники и технологий на мировом уровне требует формализации субъективных заключений эксперта патентного офиса, который рассматривает заявки на изобретения. При обработке патента или патентной заявки эксперту необходимо оценить три параметра [9]:

- 1) новизна;
- 2) промышленная применимость;
- 3) изобретательский уровень.

Оценивая новизну, эксперт сравнивает патентную заявку с уже существующими патентами на предмет их отличий друг от друга. При этом для выявления аналогов на мировом уровне используется международная патентная классификация (МПК) изобретений. В случае если отличий мало или заявка повторяет по своему содержанию уже существующие патенты, то она будет отклонена на этапе «рассмотрения по существу».

Промышленной применимостью называется совокупность факторов, позволяющих с использованием изобретения в ближайшем будущем наладить серийное производство изделий или модернизировать технологические процессы. При этом оцениваются возможности реализации изобретения для текущего уровня научно-технического развития.

Оценивая изобретательский уровень, эксперт делает заключение о том, насколько очевидным и интуитивно понятным было предполагаемое изобретение – с позиций технологической и конструктивной сложности.

Для автоматизации деятельности патентного эксперта требуется формализовать каждое из этих трех направлений работы. Несмотря на то, что для проведения оценок экспертом существуют специализированные руководства (предписывающие критерии для оценок [21]), эта деятельность отнимает много времени [12], требует значительных затрат интеллектуального труда. При этом ее результаты имеют большую долю субъективизма. Автоматизация указанной деятельности позволит существенно сократить временные [1] и экономические затраты; сильно уменьшить влияние человеческого фактора при обработке патентных заявок. Однако, для автоматизации деятельности патентного эксперта требуется реализовать трехступенчатый подход [7] – чтобы можно было формализовать каждый из перечисленных выше трех пунктов. Существующие разработки в этой области базируются преимущественно на анализе текста патента или патентной заявки [8]. Поэтому целью данной статьи было создание (разработка) более совершенных методов, использующих иные подходы к этой проблеме, а именно формальные метрики, пригодные для оценки изобретения на начальных этапах проведения экспертизы. Эти метрики и описываются ниже.

**Потенциал модернизации.** Разработка формальных метрик требует определения некоторых ключевых понятий. Потенциал модернизации (PM) – это разница между идеальной моделью изобретения ( $\eta_{\max}$ ) и его реально достигнутой эффективностью ( $\eta_{\text{real}}$ ).

$$PM = \eta_{\max} - \eta_{\text{real}} \quad (1)$$

Если рассматривать эту метрику в реальности, то есть возможность привязаться к конкретным параметрам. В случае двигателя внутреннего сгорания, исследуемым показателем может быть коэффициент полезного действия (КПД). Если учесть влияние фундаментальных явлений, снизить влияние которых не представляется возможным, таких как тепловые и механические потери энергии, то теоретически рассчитанный КПД идеального дизельного двигателя внутреннего сгорания будет ограничен сверху показателем в 40%. Из-за фундаментальных потерь энергии и несовершенства технологических процессов реально достижимая эффективность всегда будет ниже, чем у идеального процесса.

Некоторые технологические процессы могут быть улучшены (модернизованы), тем самым увеличивая эффективность работы устройства в целом. Приближение реальных показателей к асимптоте идеального процесса приводит к сокращению потенциала модернизации. Отсюда ясно, что улучшение

технологических процессов не может продолжаться бесконечно, и в итоге наступит момент технологического тупика, когда дальнейшее развитие «упрется» в неустраняемые эффекты, и технология будет совершенной настолько, насколько это позволяют это сделать фундаментальные законы природы.

Предсказание таких процессов, к примеру, позволило бы снизить экономические риски для производителей [10], заблаговременно начать поиск и исследование принципиально новых технологий; начать выполнение инженерных разработок на их основе [2]. Выработка стратегий технологического развития на основании прогнозов позволит обеспечить концентрацию ресурсов на перспективных направлениях исследований, будет способствовать успешному технологическому развитию современного государства и, в конечном счете, его процветанию [11].

Предположим, что максимальное КПД (эффективность идеального процесса)  $\eta_{\max} = 30\%$ . Тогда, полный потенциал модернизации (FPM) – это разница между КПД идеального процесса и абсолютно не идеального процесса (нулевая эффективность или отсутствие изобретения). Примем эту разницу за 100%. Таким образом,  $\eta_{\max}$  соответствует FPM = 100%. Это значит, что при реальном  $\eta$  ( $\eta_{\text{real}}$ ), стремящемся к идеальному ( $\eta_{\max}$ ), PM  $\rightarrow 0\%$ , то есть потенциал модернизации будет исчерпан полностью, что отражает формула (2).

$$\lim_{\eta_{\text{real}} \rightarrow \eta_{\max}} \dot{E}I = 0 \quad (2)$$

Соответственно,

$$\lim_{\eta_{\text{real}} \rightarrow 0} \dot{E}I = \eta_{\max} \quad (3)$$

Для дальнейшего удобства рассуждений также введем понятие достигнутого потенциала модернизации (RPM), который выражает, какую часть (выраженную в процентах), составляет реальная эффективность от полного потенциала модернизации (FPM). Отсюда можно составить уравнение в виде пропорции:

$$\frac{\eta_{\max}}{FPM} = \frac{\eta_{\text{real}}}{RPM} \quad (4)$$

или соответственно формуле (5):

$$\frac{\eta_{\text{real}}}{\eta_{\max}} = \frac{RPM}{FPM} \quad (5)$$

Соотношения (4) или (5) используются в качестве метрики в зависимости от известных параметров задачи оценки изобретения.

Используя введенные определения RPM и FPM, можно выразить через них PM (рис.1). Тогда определение потенциала модернизации будет выражаться через абсолютные показатели. Введем понятие «Абсолютного потенциала модернизации» (APM).

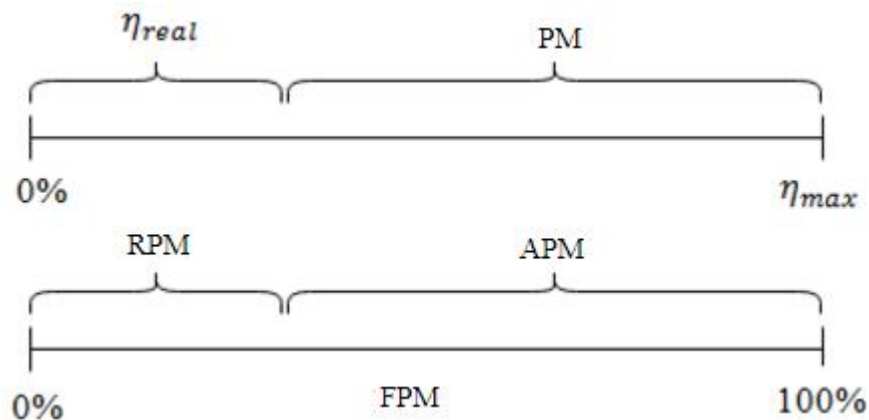


Рисунок 1 – Соотношение параметров модернизации

Абсолютный потенциал модернизации – это разница между полным потенциалом модернизации (FPM) и уже достигнутым потенциалом модернизации (RPM) – формула (6)

$$APM = FPM - RPM \quad (6)$$

Естественные процессы эволюции технологий показывают, что чем дольше существует технология, тем сложнее ее модернизировать с целью повышения эффективности использования, так как она

приближается к верхней границе ее максимально возможной модернизации. Проведенное авторами феноменологическое исследование показывает, что в развитии некоторых ключевых изобретений можно увидеть схожее поведение (тенденции).

**Примеры.** Используя (4) или (5) несложно выразить метрику  $RPM$  для любого отрезка времени (рис. 2):

$$RPM(t_n) = \frac{\eta_{real}(t_n)}{\eta_{max}} \times FPM = \frac{\eta_{real}(t_n)}{\eta_{max}} \times 100\% \quad (7)$$

1) для бензинового двигателя:

$\eta_{max} = 30\%, \eta_{real}(t_1) = 24\%, \eta_{real}(t_2) = 6\%$ . Используя (7), получим:

$$RPM(t_1) = 80\%, RPM(t_2) = 20\%.$$

2) для дизельного двигателя:

$\eta_{max} = 40\%, \eta_{real}(t_1) = 28\%, \eta_{real}(t_2) = 12\%$ . Используя (7), получим:

$$RPM(t_1) = 70\%, RPM(t_2) = 30\%.$$

3) для электродвигателя:

$\eta_{max} = 95\%, \eta_{real}(t_1) = 70\%, \eta_{real}(t_2) = 25\%$ . Используя (7), получим:

$$RPM(t_1) = 74\%, RPM(t_2) = 26\%.$$

4) для атомного реактора:

$\eta_{max} = 80\%, \eta_{real}(t_1) = 48\%$ . Используя (7), получим:

$$RPM(t_1) = 60\%$$

Однако, оценка для атомного реактора не вполне объективна, поскольку, первый этап развития этой технологии уже завершился. Данная технология гораздо моложе по сравнению с технологиями по пунктам «1...3». Хотя технология по п.4 существует сравнительно недолго, но уже можно заметить, что она повторяет поведение других технологий на первом этапе своего жизненного цикла – происходит стремительный рост показателей эффективности работы ядерных реакторов. В настоящий момент (на первом этапе развития этой технологии) можно говорить о том, что уже использована большая часть потенциала ее модернизации [20].

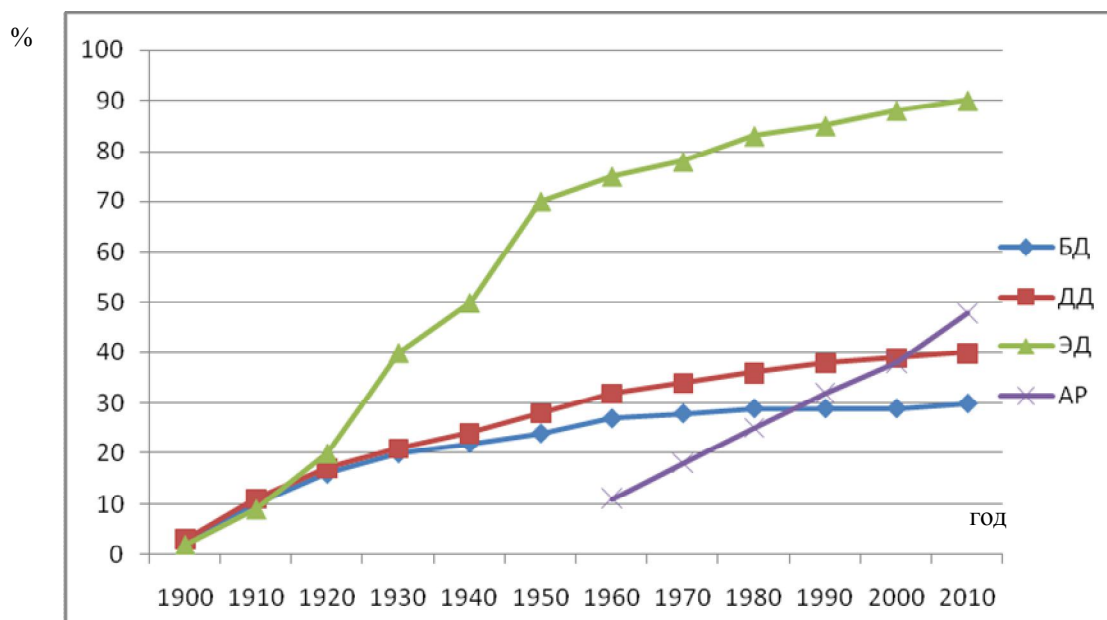


Рисунок 2 – Рост КПД различных видов двигателей в зависимости от времени

Авторами было выявлено, что потенциал модернизации технологии достигается за два основных этапа. За время I-го этапа ( $t_1$ ) достигается большая часть КПД устройства  $\eta_{real}(t_1)$ , с  $RPM$  примерно 80%. Во время этого этапа наблюдается стремительный рост показателей эффективности устройства.

За время II-го этапа  $\eta_{real}(t_2)$ , с оставшимся RPM в 20 %, наблюдается «выход на плато» - существенное снижение темпов роста показателей эффективности.

**Метрика принадлежности к технологической эпохе.** Еще одним способом оценки изобретения может стать метрика технологических эпох (ТЭ). Основная идея такого метода состоит в том, что каждая патентная заявка или публикация имеет набор ключевых терминов [11], каждый из которых можно отнести к какому-либо периоду технологического развития человечества. Например, компьютерные технологии с уверенностью можно отнести к современной (информационной) ТЭ, а новую модель производственного станка, если он не использует какое-либо новаторское решение, можно отнести к индустриальной (научно-технической) ТЭ (таблица 1) – это соответствует первой половине XX в.

Таблица 1 – Связь технологических революций с ростом объема знаний [15]

Год начала	Технологическая эпоха	$N$ , млрд	$Z$ , Млн у. к.	Рост $Z$ , Раз*	Рост $N$ , Раз*
52	Предфеодалная	0,1	0,11	1,54	1,41
630	Феодалная	0,14	0,18	1,54	1,41
1038	Предремесленная	0,2	0,27	1,54	1,41
1325	Ремесленная (проторенесанс)	0,29	0,42	1,54	1,41
1530	Возрождение	0,40	0,64	1,54	1,41
1674	Классическая наука	0,57	1	1,54	1,41
1776	Первая промышленная	0,8	1,5	1,54	1,41
1848	Вторая промышленная	1,13	2,3	1,53	1,41
1899	Предвестник НТР	1,59	3,6	1,53	1,4
1935	Научно-техническая	2,22	5,4	1,52	1,4
1961	Предкибернетическая	3,13	8,3	1,53	1,41
1979	Кибернетическая	4,38	12,7	1,53	1,4
2005	Предбиотехнологическая	6,45	20,6	1,62	1,47
2038	Биотехнологическая	8,74	30	1,46	1,35

Примечание: \* - рост за период, соответствующий технологической эпохе.

Приведенные в таблице 1 показатели соотносят численность человечества  $N$  и объемы его знаний  $Z$ ; позволяют сделать оценки этих величин в периоды, соответствующие различным ТЭ; выявить закономерности изменения этих величин. Показатель  $N$  измеряется в млрд. человек; «рост  $N$ » и «рост  $Z$ » – безразмерные величины;  $Z$  - измеряется в «условных книгах» (у. к.). [ $Z$ ] = у.к. Одна условная книга по объему знания соответствует книге, которая после оцифровки будет содержать объем информации в размере 1 Мбайт. Видно, что за каждую ТЭ численность человечества увеличивалась примерно в 1,41 раза, а объем знаний – в 1,54 раза. Отклонение от этой закономерности до «демографического перехода» [19] не превышает 0,01, причем данная погрешность связана с использованием целых значений лет. Таким образом, прослеживается весьма интересная и, предположительно, фундаментальная закономерность увеличения объема знаний и числа людей за периоды, соответствующие ТЭ, в постоянное число раз.

Изобретения отражают процессы фиксации интеллектуальных достижений человечества в процессе его развития во время каждой из технологических эпох. Если в тексте заявки на изобретение количество совпадений ключевых терминов больше определенного заданного нами порогового значения ( $k_N$ ) в тезаурусе новейшей технологической эпохи (в современном мире – это предбиотехнологическая эпоха), то, скорее всего, это изобретение имеет новизну ( $k_i > k_N$ ) [3]. А если самое новое ключевое слово в тексте заявки известно давно, например, относится к предкибернетической технологической эпохе, и имеет богатую патентную историю (т.е. человечество уже накопило тысячи патентов по этому ключевому термину со времени его появления), то можно с большой долей уверенности сказать, что это изобретение не имеет новизны ( $k_i < k_N$ ). Для реализации метрики технологических эпох, требуется разработать несколько ключевых решений.

1. Разработать (сформировать) тезаурус - вручную или автоматизированными методами [4] произвести темпоральную разметку по технологическим эпохам ключевых терминов, встречающихся в корпусе текстов патентов.

2. Определить коэффициенты  $k_i$ , которые позволят ранжировать корпус текстов патентов по технологическим эпохам.

3. Экспериментально определить пороговый коэффициент  $k_N$ , который позволит оценить новизну изобретения.

Однако описанный метод (подход) имеет существенный недостаток. Это проблема «ветряных мельниц». Например, ветрогенераторы - источники преобразующие энергию ветра в электрическую энергию, без сомнения, являются современными высокотехнологическими устройствами. Однако они используют принцип работы, известный человечеству еще со времен изобретения ветряных мельниц, который можно отнести к предремесленной технологической эпохе. Такая ситуация порождает противоречие.

Кроме того, существует научно-техническая проблема создания темпорально размеченных языковых корпусов, решение которой, возможно, является ключевым для реализации предложенной формальной метрики в автоматизированных системах.

**Метрика этапа жизненного цикла технологии.** Методом (основанием) предсказания всплеска патентования изобретений по какой-либо технологии может служить опережающий всплеск научных публикаций на эту тему. При этом необходимо учитывать влияние развития информационно-коммуникационных технологий в отношении научных публикаций по следующим направлениям: сокращение срока подготовки и опубликования статей; расширение потенциальной доступности текстов опубликованных материалов или, по крайней мере, сведений о наличии таких материалов; увеличение количества лиц, которые знакомятся с такими материалами [16].

Например, в случае, когда химики публикуют множество новых статей о технологиях синтеза новых соединений, можно ожидать всплеска патентования новых фармакологических препаратов, новых видов топлива или любых других материалов, в зависимости от их предназначения.

Предложенный метод основан на гипотезе о том, что некоторые потенциально успешные научно-технические достижения имеют некоторые общие признаки, по которым их можно выявлять и предсказывать.

Феноменологические исследования, выполненные авторами, показывают, что обобщенный жизненный цикл технологии обычно включает в себя несколько основных этапов (рис. 3).

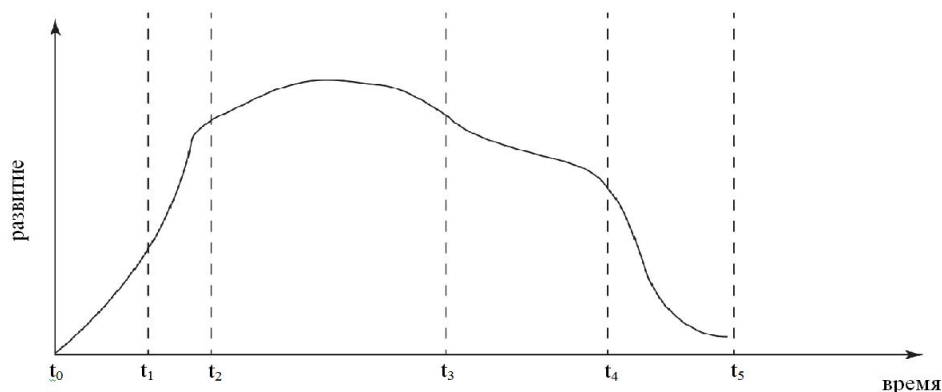


Рисунок 3 – Иллюстрация жизненного цикла технологии

1) Этап научного прототипирования технологии ( $t_0:t_1$ ) – сопровождается всплеском научных публикаций ( $P$ ) [16]. Всплеском, в самом общем виде, называют функцию, имеющую нулевое среднее и достаточно быстрое убывание на бесконечности. Термин «всплеск» буквально переводится как маленькая (имеется в виду продолжительность) волна, причем функция представляет собой затухающее колебание. В рамках данного исследования, можно считать, что всплеск – это быстрый рост функции «количество документов / период времени», построенной для данных по промежуткам (периодам) времени, с последующим ее затуханием [14]:

$$j = \frac{da}{dt} > 0, \tag{8}$$

где  $j$  – «рывок» функции [м/сек<sup>3</sup>];  $a$  – ускорение функции [м/сек<sup>2</sup>]

$$\begin{cases} PA = \frac{d^2P}{dt^2} > 0 \\ PJ = \frac{d \overrightarrow{PA}}{dt} > 0 \end{cases} \tag{9}$$

2) Этап освоения (коммерциализации) технологии ( $t_1:t_2$ ) - сопровождается всплеском патентования ( $I$ ) в области определенной технологии, повышенным к ней вниманием. Всплеск  $I$  имеет характер,

аналогичный с всплеском научных публикаций  $P$ . Примером такого поведения функции «количество выданных патентов» от времени, с ярко наблюдаемыми всплесками, является зависимость, приведенная на рисунке 4.

$$\begin{cases} IA = \frac{d^2 I}{dt^2} > 0 \\ IJ = \frac{d \vec{IA}}{dt} > 0 \end{cases} \quad (10)$$

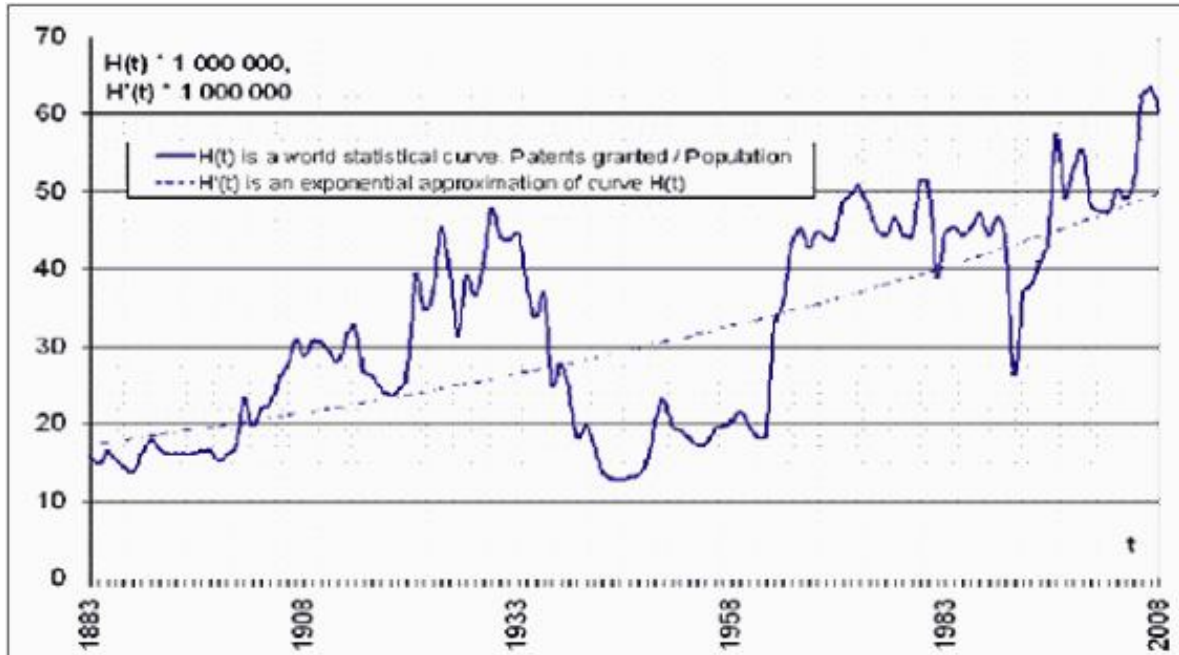


Рисунок 4 – Зависимость количества выданных в мире патентов от времени [13]

4. Этап расширения технологии ( $t_2:t_3$ ) – освоение технологического процесса позволяет внедрять технологию повсеместно. При этом идет преимущественно экстенсивное развитие, постепенно уменьшается потенциал модернизации технологии, растет объем научно-технической документации [6]. Этот этап жизненного цикла технологии соответствует ситуации, когда достигнутый  $PM > 60-70\%$   $APM$ , то есть большая часть потенциала модернизации уже достигнута. Можно считать, что в соответствующий промежуток времени завершается первая стадия освоения потенциала модернизации технологии. Этот этап можно считать точкой перегиба для функции, описывающей поведение жизненного цикла технологии. На пиковом этапе своего развития технология прекращает быстрый качественный рост, т.е. рост преимущественно замедляется:

$$\begin{cases} IA = \frac{d^2 I}{dt^2} = \pm Const \\ IJ = \frac{d \vec{IA}}{dt} = 0 \end{cases} \quad (11)$$

В первой из формул (11) знак « $\pm$ » показывает, что может быть как «ускорение», так и «замедление».

4) Этап спада технологии ( $t_3:t_4$ ) – технология глубоко освоена и повсеместно внедрена, потенциал модернизации близится к исчерпанию, улучшение технологии обходится все дороже, ведутся поиски технологии-заменителя. Завершается вторая стадия освоения технологии. Достигнутый  $PM > 80-90\%$   $APM$ . Потенциал модернизации близок к исчерпанию:

$$\begin{cases} IA = \frac{d^2 I}{dt^2} < 0 \\ IJ = \frac{d \vec{IA}}{dt} < 0 \end{cases} \quad (12)$$



5) Этап упадка технологии ( $t_4; t_5$ ) – технология-заменитель (заместитель) вытесняет текущую технологию, переводя ее в разряд предшествующего уровня техники [5]. Достигнутый РМ  $\cong$  АРМ. Потенциал модернизации изобретения можно считать исчерпанным.

**Анализ формальных метрик на примере вычислительной техники (ВТ).** Недавние опасения о приближении к исчерпанию потенциала модернизации транзисторов, спровоцировали поиск и исследование новых вычислительных технологий, примером которой могут являться технологии многоядерных и квантовых вычислений.

Удвоение числа транзисторов каждые 2 года, известное как закон Мура [22] – не единственная закономерность развития ВТ. Можно заметить (рис.5), что до 2000-го года тактовая частота и потребляемая мощность росли согласно указанному закону. Выполнение закона Мура на протяжении десятилетий было возможно потому, что размеры транзисторов продолжали уменьшаться, следуя еще одному закону, известному как закон Деннарда [17]. Согласно этому закону, в идеальных условиях такое уменьшение размеров транзисторов при неизменной площади процессора не требовало роста энергопотребления.

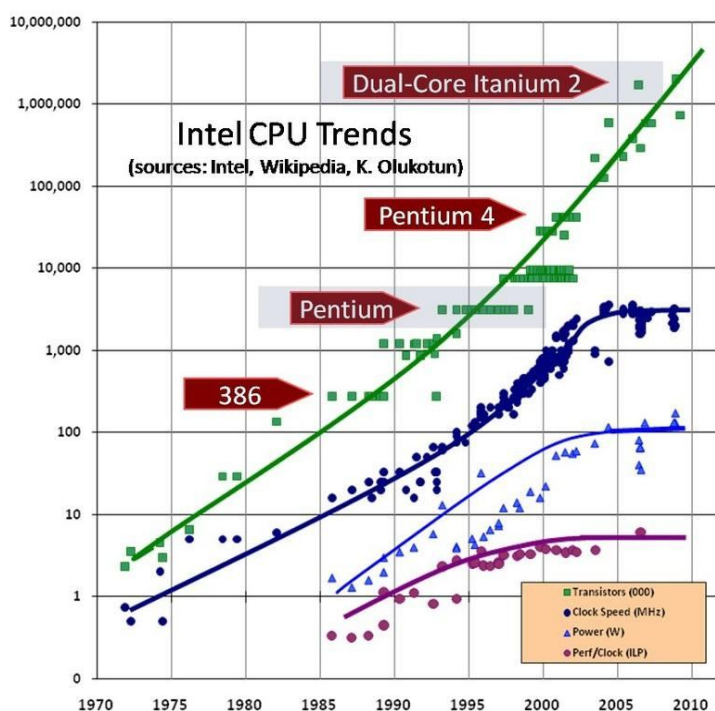


Рисунок 5 – Рост показателей производительности вычислительных устройств с течением времени [23]

Однако есть ряд причин считать, что это направление себя практически исчерпало. В первую очередь – увеличение числа ядер никогда не дает пропорционального увеличения производительности. Производительность любой распараллеленной программы (программы предназначенной для параллельного выполнения на различных процессорах или ядрах) ограничена частью кода, не поддающейся распараллеливанию. Это ограничение известно как закон Амдала [18] и иллюстрируется следующим графиком, показанным на рисунке 6.

Из приведенного рисунка видно, что распараллеливание вычислений имеет предел, а закон Мура не может выполняться всегда. Причина - классические полупроводниковые элементы, являющиеся основой современной вычислительной техники, почти достигли своего совершенства. При этом дальнейшее уменьшение размеров составных элементов становится невозможным по фундаментальным физическим причинам. Это же подтверждает и, начавшееся в 2005-2007 годах, несоблюдение закона Деннарда [17].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что для вычислительных устройств на кремниевой основе существенно снизились темпы роста эффективности характеристик. Следовательно, можно считать, что в рамках приведенной модели, большая часть потенциала модернизации этих устройств уже исчерпана.

Поиск новых технологий, которые должны прийти на смену существующим вычислительным процессам говорит о том, что первый и второй этапы жизненного цикла технологии уже завершены. Увеличение доступности вычислительных технологий, отсутствие мощных всплесков патентования, а также повсеместное ее внедрение, говорят о ярко выраженном экстенсивном развитии технологии, что соответствует третьему этапу жизненного цикла технологии. Все это говорит о том, что, в рамках метрики жизненных циклов, современные вычислительные технологии находятся в точке перегиба функции жизненного цикла технологии согласно формуле (11).



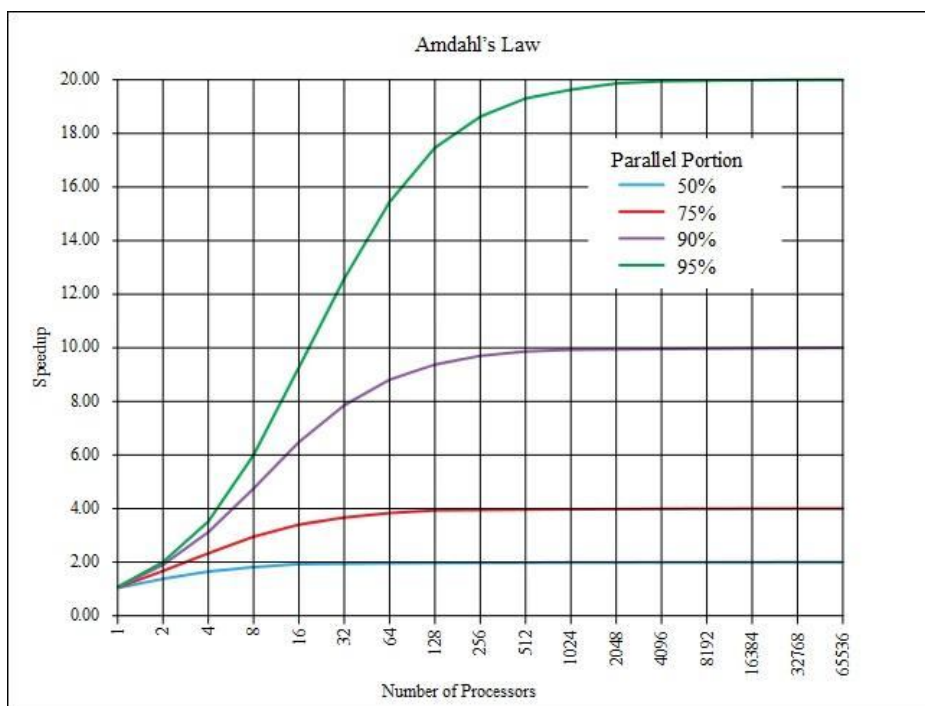


Рисунок 6 – Иллюстрация закона Амдала [24]

Исследование изменения уровней развития ВТ в рамках использования метрики технологических эпох приводит к выводу, что большинство ключевых терминов, фигурирующих в патентных заявках этой научной области, можно отнести к кибернетической технологической эпохе, начало которой относят к 1979 году (таблица 1). К таким терминам относятся, например: марковские модели, поддержка принятия решений, распознавание образов, и другие. Эти и другие ключевые термины были опубликованы и широко применялись уже в 70-е годы прошлого века, в т.ч. и в качестве «ключевых слов», сопровождающих аннотации к научным статьям. Такое положение позволяет нам утверждать, что область классических вычислительных технологий, в перспективе будет утрачивать актуальность, а вместе с ней и новизну.

**Заключение.** Разработанные формальные метрики для автоматизированной оценки патентной заявки позволяют позиционировать изобретение относительно мирового технического уровня; облегчить принятие решений для патентного эксперта; уменьшить влияние субъективности на оценки патентного эксперта; прогнозировать развитие технологии. Совокупность определяемых перспективных технологий позволит обеспечить прогнозирование мирового технического уровня в целом.

В рамках исследования выявлены и проанализированы три базовых формальных метрики.

1. Потенциал модернизации технологии.
2. Метрика принадлежности к технологической эпохе.
3. Метрика этапа жизненного цикла технологии.

Таким образом, предложенные метрики дополняют существующие подходы к автоматизации деятельности патентных экспертов; открывают новые возможности для прогнозирования развития техники и технологий; создают возможности для кроссметатического моделирования новых технических решений; углубляют наши представления о природе технологических процессов и изобретательской деятельности.

#### Список литературы

1. Дыков М.А. Автоматизированная система принятия решений при патентной экспертизе / М.А. Дыков, А.Г. Кравец, Д.М. Коробкин, С.М. Укустов, М.Ю. Сальников // Известия ВолгГТУ. Серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». Вып. 20 :межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - № 6 (133). - С. 35-41.
2. Евдошенко О.И. Онтологические модели представления знаний для оценки результата синтеза нового технического решения / О.И. Евдошенко, А.Г. Кравец, В.М. Зарипова, И.Ю. Петрова // Фундаментальные исследования. - 2015. - № 10 (часть 3). - С. 477-483.
3. Евдошенко О. И. Разработка онтологии и базы данных для эффективного поиска научно-технической документации / О.И. Евдошенко, А.Г. Кравец, И.Ю. Петрова // Прикладная информатика. - 2015. - Т. 10, № 5. - С. 85-92.
4. Ильи Д.Ю. Информационно-аналитический сервис формирования актуальных профессиональных компетенций на основе патентного анализа технологий и выделения профессиональных навыков в вакансиях работода-

телей / Д.Ю. Ильин, Е.В. Никульчев, Г.Г. Бубнов, Е.О. Матешук // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. №2-2017 с.71–88 ([http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2\(38\)/71-88.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2(38)/71-88.pdf))

5. Коробкин Д.М. Methods of Statistical and Semantic Patent Analysis / Д.М. Коробкин, С.А. Фоменков, А.Г. Кравец, С.Г. Колесников // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Second Conference, CIT&DS 2017 (Volgograd, Russia, September 12-14, 2017) : Proceedings / ed. by A. Kravets, M. Shcherbakov, M. Kultsova, Peter Groumpos ; Volgograd State Technical University [et al.]. – [Germany] : Springer International Publishing AG, 2017. – P. 48-61. – (Ser. Communications in Computer and Information Science; Vol. 754).

6. Коробкин Д.М. Patent data analysis system for information extraction tasks / Д.М. Коробкин, С.А. Фоменков, А.Г. Кравец, А.Б. Голованчиков // Applied Computing 2016 : Proceedings of 13 International Conference (Mannheim, Germany, 28-30 October, 2016) / ed by Hans Weghorn ; IADIS – International Association for Development of the Information Society. – P. 215-219.

7. Коробкин Д. М. Автоматизированная методика семантического анализа патентного массива / Д.М. Коробкин, А.С. Мармура, М.А. Фоменкова, С.А. Фоменков, А.Г. Кравец // Известия ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. - Волгоград, 2015. - № 2 (157). - С. 159-163.

8. Кравец А.Г. Cross-thematic modeling of the world prior-art state: rejected patent applications analysis / А.Г. Кравец, А.Д. Кравец, В.А. Рогачев, I.P. Medintseva // Journal of Fundamental and Applied Sciences. - 2016. - Vol. 8, No. 3S. - С. 2442-2452.

9. Кравец А.Г. E-patent examiner: Two-steps approach for patents prior-art retrieval / А.Г. Кравец, Д.М. Коробкин, М.А. Дыков // IISA 2015 – 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (Corfu, Greece, 6 July 2015 – 8 July 2015) : Conference Proceeding / Ionian University, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) [Piscataway, USA]. – 2015. – DOI: 10.1109/IISA.2015.7388074.

10. Кравец А.Г. The Risk Management Model of Design Department's PDM Information System / А.Г. Кравец, С.С. Козунова // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Second Conference, CIT&DS 2017 (Volgograd, Russia, September 12-14, 2017) : Proceedings / ed. by A. Kravets, M. Shcherbakov, M. Kultsova, Peter Groumpos ; Volgograd State Technical University [et al.]. – [Germany] : Springer International Publishing AG, 2017. – P. 490-500. – (Ser. Communications in Computer and Information Science; Vol. 754).

11. Кравец А.Д. Агрегация информации о перспективных технологиях на основе автоматической генерации интеллектуальных агентов мультиагентных систем / А.Д. Кравец, И.Ю. Петрова, А.Г. Кравец // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. - 2015. - № 4. - С. 141-147. ([http://hi-tech.asu.edu.ru/files/4\(32\)/141-148.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/4(32)/141-148.pdf))

12. Мироненко А.Г. Automated methods of patent array analysis / А.Г. Мироненко, А.Г. Кравец // 7th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA) (Greece, 13-15 July 2016) / Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). – [Publisher: IEEE]. – DOI: 10.1109/IISA.2016.7785341.

13. Немцов Э.Ф. Человечество становится всё изобретательнее. // Э. Ф. Немцов / Lambert Academic Publishing, – 2011. ISBN 978-3-659-16364-7.

14. Новиков Я.И., Основы теории всплесков / И. Я. Новиков, С. Б. Стечкин // Russian Math. Surveys. 53:6 (1998), 1159–1231 DOI: <https://doi.org/10.4213/rm89>

15. Орехов В.А. Прогнозирование развития человечества с учетом фактора знания. // Орехов В. А. // 2015. ISBN: 978-5-85689-102-6

16. Brumshteyn Yu.M. An analysis of the impact of information and communication technology on the structure of scientific and technical information in Russia. Scientific and Technical Information Processing, 43(4), 257-267 DOI 10.3103/S0147688216040067

17. Dennard R.H. Design of ion-implanted MOSFET's with very small physical dimensions // Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). – [Publisher: Journal of Solid State Circuits] SC-9.

18. Popov George. Calculation of the Acceleration of Parallel Programs as a Function of the Number of Threads / George Popov, Nikos Mastorakis, Valeri Mladenov // LATEST TRENDS on COMPUTERS. - January, 2010.

19. Википедия. Демографический переход [Электронный ресурс]. - 2017. - Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Демографический\\_переход](https://ru.wikipedia.org/wiki/Демографический_переход) (Дата доступа: 22.09.2017).

20. Известия. [Электронный ресурс]. - 2012. - Режим доступа: <https://iz.ru/news/540052> (Дата доступа: 22.09.2017)

21. Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) [Электронный ресурс]: офиц. Сайт. Москва. 2004. – Режим доступа: [http://www.rupto.ru/docs/other/ruk\\_mejd\\_poisk](http://www.rupto.ru/docs/other/ruk_mejd_poisk) (Дата доступа: 22.09.2017)

22. Exponential Laws of Computing Growth. [Электронный ресурс]. - 2017. - Режим доступа: <https://cacm.acm.org/magazines/2017/1/211094-exponential-laws-of-computing-growth/fulltext> (Дата доступа: 22.09.2017)

23. Next big future. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://www.nextbigfuture.com/> (Дата доступа: 22.09.2017)

24. Webhamster. My tetra share. [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <https://webhamster.ru/mytetra share/index/mtb0/14097330125700v4p1rf> (Дата доступа: 22.09.2017)

#### References

1. Dykov M.A. Avtomatizirovannaya sistema prinyatiya resheniy pri patentnoy ekspertize [Automated decision-making system for patent examination] / M.A. Dykov, A.G. Kravets, D.M. Korobkin, S.M. Ukustov, M.YU. Sal'nikov // Izvestiya VolgGTU. Seriya "Aktual'nyye problemy upravleniya, vychislitel'noy tekhniki i informatiki v tekhnicheskikh sistemakh" [News of VolgGTU. A series "Actual problems of control, computer technology and informatics in technical systems."] Вып. 20: Mezhevuz. sb. nauch. st. / VolgGTU. - Volgograd, 2014. - № 6 (133). - P. 35-41.

2. Yevdoshenko O.I. Ontologicheskiye modeli predstavleniya znaniy dlya otsenki rezul'tatov sinteza novogo tekhnicheskogo resheniya [Ontological models of knowledge representation for evaluation of the result of synthesis of a new technical solution] / O.I. Yevdoshenko, A.G. Kravets, V.M. Zaripova, I.YU. Petrova // Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental research]. - 2015. - № 10 (part 3). - P. 477-483.
3. Yevdoshenko O.I. Razrabotka ontologii bazy dannykh dlya effektivnogo poiska nauchno-tekhnicheskoy dokumentatsii [Development of an ontology and database for effective search of scientific and technical documentation] / O.I. Yevdoshenko, A.G. Kravets, I.YU. Petrova // Prikladnaya informatika [Applied Informatics] - 2015. - T. 10, № 5. - P. 85-92.
4. Ilin D.Yu. Informatsionno-analiticheskiy servis formirovaniya aktual'nykh professional'nykh kompetentsiy na osnove patentnogo analiza tekhnologiy i vydeleniya professional'nykh navykov v vakansiyakh rabotodateley [Informational and analytical service of formation of actual professional competences on the basis of patent analysis of technologies and allocation of professional skills in vacancies of employers] / D.YU. Il'in, Ye.V. Nikul'chev, G.G. Bubnov, Ye.O. Mateshuk // Prikaspiyskiy zhurnal: upravleniye i vysokieye tekhnologii [Caspian Journal: Control and High Technologies]. №2-2017 s.71-88
5. Korobkin D.M. Metody statisticheskogo i semanticheskogo patentnogo analiza [Methods of Statistical and Semantic Patent Analysis] / D.M. Korobkin, S.A. Fomenkov A.G. Kravets, S.G. Kolesnikov // Tvorchestvo v intellektual'nykh tekhnologiyakh i naukakh o dannykh. Vtoraya konferentsiya [Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Second Conference], CIT & DS 2017 (Volgograd, Rossiya, 12-14 sentyabrya 2017 g.): Trudy / pod red. A. Kravets, M. Shcherbakov, M. Kul'tsova, Piter Group; Volgogradskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet [VSTU]. - [Germany]: Springer International Publishing AG, 2017. - S. 48-61. - (Ser. Communications in Computer and Information Science, tom 754).
6. Korobkin D.M. Patent data analysis system for information extraction tasks / D.M. Korobkin, S.A. Fomenkov A.G. Kravets, A.B. Golovanchikov // Applied Computing 2016 : Proceedings of 13 International Conference (Mannheim, Germany, 28-30 October, 2016) / ed by Hans Weghorn ; IADIS – International Association for Development of the Information Society. – P. 215-219.
7. Korobkin D.M. Avtomatizirovannaya metodika semanticheskogo analiza patentnogo massiva [Automated technique of semantic analysis of the patent array] / D.M. Korobkin, A.S. Marmura, M.A. Fomenkova, S.A. Fomenkov A.G. Kravets // Izvestiya VolgGTU. Ser. Aktual'nyye problemy upravleniya, vychislitel'noy tekhniki i informatiki v tekhnicheskikh sistemakh [News of VolgGTU. Ser. Actual problems of control, computer technology and computer science in technical systems]. - Volgograd, 2015. - № 2 (157). - P. 159-163.
8. Kravets A.G. Cross-thematic modeling of the world prior-art state: rejected patent applications analysis / A.G. Kravets, A.D. Kravets, V.A. Rogachev I.P. Medintseva // Journal of Fundamental and Applied Sciences. - 2016. - Vol. 8, No. 3S. - P. 2442-2452.
9. Kravets A.G. E-patent examiner: Two-steps approach for patents prior-art retrieval / A.G. Kravets, D.M. Korobkin, M.A. Dykov // IISA 2015 - 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (Corfu, Greece, 6 July 2015 – 8 July 2015) : Conference Proceeding / Ionian University, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) [Piscataway, USA]. – 2015. – DOI: 10.1109/IISA.2015.7388074.
10. Kravets A.G. The Risk Management Model of Design Department's PDM Information System / A.G. Kravets, S.S. Kozunova // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Second Conference, CIT&DS 2017 (Volgograd, Russia, September 12-14, 2017) : Proceedings / ed. by A. Kravets, M. Shcherbakov, M. Kultsova, Peter Group; Volgograd State Technical University [et al.]. – [Germany] : Springer International Publishing AG, 2017. – P. 490-500. – (Ser. Communications in Computer and Information Science ; Vol. 754).
11. Kravets A.D. Agregatsiya informatsii o perspektivnykh tekhnologiyakh na osnove avtomaticheskikh generatsii intellektual'nykh agentov mul'tiagentnykh sistem [Aggregation of information on advanced technologies on the basis of automatic generation of intelligent agents of multi-agent systems] / A.D. Kravets, I.YU. Petrova, A.G. Kravets // Prikaspiyskiy zhurnal: upravleniye i vysokieye tekhnologii [Caspian Journal: Control and High Technologies]. - 2015. - № 4. - P. 141-147.
12. Mironenko A. G. Automated methods of patent array analysis / A.G. Mironenko, A.G. Kravets // 7th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA) (Greece, 13-15 July 2016) / Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). – [Publisher: IEEE]. – DOI: 10.1109/IISA.2016.7785341.
13. Nemtsov E.F. Chelovechestvo stanovitsya vso izobretatel'neye. [Mankind is becoming more inventive] // E. F. Nemtsov / Lambert Academic Publishing, - 2011. ISBN 978-3-659-16364-7.
14. Novikov Ya.I. Osnovy teorii vspleskov [Bases of the theory of wavelets] / I. YA. Novikov, S. B. Stechkin // Russian Math. Surveys. 53: 6 (1998), 1159-1231 DOI: <https://doi.org/10.4213/rm89>
15. Orekhov V.A., Prognozirovaniye razvitiya chelovechestva s uchetom faktorov znaniy [Forecasting the development of mankind, taking into account the factor of knowledge] // Orekhov V. A. // 2015. ISBN: 978-5-85689-102-6
16. Brumshteyn Yu.M. Analiz vliyaniya informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy na strukturu nauchno-tekhnicheskoy informatsii v Rossii [An analysis of the impact of information and communication technology on the structure of scientific and technical information in Russia] / Obrabotka nauchnoy i tekhnicheskoy informatsii [Scientific and Technical Information Processing] // 43 (4), 257-267 DOI 10.3103 / S0147688216040067
17. Dennard R.H. Design of ion-implanted MOSFET's with very small physical dimensions // Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). – [Publisher: Journal of Solid State Circuits] SC-9.
18. George Popov. Calculation of the Acceleration of Parallel Programs as a Function of the Number of Threads / George Popov, Nikos Mastorakis, Valeri Mladenov // LATEST TRENDS on COMPUTERS. - January, 2010.
19. Wikipedia. Demograficheskiy perekhod. [Wikipedia. Demographic transition.] Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Demograficheskiy\\_perekhod](https://ru.wikipedia.org/wiki/Demograficheskiy_perekhod) (accessed: 24 September 2017)
20. Izvestiya [News] Available at: <https://iz.ru/news/540052> (accessed: 24 September 2017)

21. Federal'naya sluzhba po intellektual'noy sobstvennosti (Rospatent) [Federal Service for Intellectual Property (Rospatent)] Available at: [http://www.rupto.ru/docs/other/ruk\\_mejd\\_poisk](http://www.rupto.ru/docs/other/ruk_mejd_poisk) (accessed: 22 September 2017)
22. Eksponentsial'nyye zakony rosta vychisleniy. [Exponential Laws of Computing Growth] Available at: <https://cacm.acm.org/magazines/2017/1/211094-exponential-laws-of-computing-growth/fulltext> (accessed: 24 September 2017)
23. Next big future. Available at: <https://www.nextbigfuture.com> (accessed: 22 September 2017).
24. Webhamster. My tetra share. Available at: <https://webhamster.ru/mytetrashare> (accessed: 22 September 2017).

### РЕДАКЦИОННЫЙ КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ

Научно-техническое и технологическое развитие России во многом зависит от эффективности процессов создания, регистрации и использования изобретений. Это требует совершенствования процессов рассмотрения экспертами заявок на изобретения и полезные модели, в т.ч. и на начальных этапах.

В статье предлагаются методы поддержки деятельности экспертов по рассмотрению таких заявок – путем автоматизированного анализа их текстов. Предлагаемые подходы являются оригинальными, представляют интерес в отношении начального этапа рассмотрения таких заявок. Отметим (хотя в статье об этом и не говорится), что эти же методы могут применяться и авторами заявок на изобретения: для оценки перспектив получения патентов; для корректировки текстов заявок, уточнения их названий, содержания и формулировок.

По статье целесообразно сделать некоторые комментарии.

1) В заявках на изобретения присутствует несколько «компонент» имеющих разную «важность» с точки зрения рассматриваемых в статье вопросов: название; реферат; формула изобретения. Поэтому, возможно, для оценки «уровней» заявок, их перспективности в отношении получения патентов следовало бы по-разному учитывать используемые «лексические единицы» в указанных частях.

2) В рамках статьи фактически рассматриваются только русскоязычные заявки и массив уже выданных патентов на русском языке. Если же рассматривать и иноязычные патенты, то задача становится значительно сложнее – по крайней мере, из-за необходимости подключения словарей синонимов для русскоязычных терминов (которые в общем случае могут переводиться неоднозначно).

3) Принимаемые решения о перспективах получения патентов по рассматриваемым заявкам фактически носят вероятностный характер. В связи с этим, следовало бы наметить какие-то подходы к количественным оценкам вероятностей положительных решений экспертов на начальных этапах рассмотрения заявок. Эти подходы можно было бы проиллюстрировать (апробировать) на примере отдельных текстов патентов на изобретения, выданных Федеральным Институтом Промышленной Собственности в последние годы (такие тексты находятся в открытом доступе).

Впрочем, учитывая «постановочную» направленность публикуемой работы, можно предположить, что авторы собираются это сделать в последующих статьях.

УДК [004.3+004.4]:697

### ПАРК ОБОРУДОВАНИЯ В РОССИЙСКИХ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ: АНАЛИЗ ЦЕЛЕЙ И ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ; ИНФОРМАЦИИ, УЧИТЫВАЕМОЙ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

*Статья поступила в редакцию 10.09.2017, в окончательном варианте – 31.10.2017.*

**Брумитейн Юрий Моисеевич**, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,

кандидат технических наук, доцент, e-mail: [brum2003@mail.ru](mailto:brum2003@mail.ru); ORCID <http://orcid.org/0000-0002-0016-7295>; [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?authorid=280533](https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=280533); e-mail: [brum2003@mail.ru](mailto:brum2003@mail.ru)

**Пфандер Екатерина Владимировна**, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,

магистрант, e-mail: [katerina.pfander@yandex.ru](mailto:katerina.pfander@yandex.ru)

Показана роль технических средств в обеспечении деятельности медицинских учреждений (МУ) России – в настоящее время и в перспективе. Проанализирована структура используемого медицинского оборудования (МО), ее особенности для различных видов МУ в России. С точки зрения оперативных и долгосрочных интересов МУ исследована номенклатура основных характеристик отдельных единиц МО и в целом для парка МО (ПМО), используемого в МУ. Рассмотрены цели управления ПМО в МУ; виды управления ПМО; ограничения, которые должны учитываться при таком управлении; состав лиц, участвующих в принятии и реализации решений, связанных с управлением ПМО в МУ. Подробно проанализирована структура факторов (видов информации), учитываемых при принятии и реализации решений, относящихся к управлению ПМО в МУ. Предложена оригинальная классификационная схема этих факторов, включающая несколько иерархических уровней. Указаны основные направления использования предложенной классификации при разработке систем поддержки принятия решений по управлению ПМО в МУ.

**Ключевые слова:** медицинское оборудование, характеристики оборудования, медицинские учреждения, парк оборудования, цели управления, методы управления, ограничения по управлению, принятие решений, реализация решений, системы поддержки принятия решений, информационные технологии.