



# БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ЛАЗЕРОВ

А.И. Терехов, к.ф.-м.н., вед.н.с. ЦЭМИ РАН,  
a.i.terekhov@mail.ru

Проведен библиометрический анализ исследований в области лазеров по объему и цитируемости выпущенных научных публикаций и ссылок на международное сотрудничество. В дополнение к сопоставлению научной продуктивности стран приводятся оценки вклада и влияния российских институтов и ученых. Также тестируются индикаторы, способные идентифицировать мировые центры научного превосходства.

## ВВЕДЕНИЕ

Лазеры демонстрируют многие черты общецелевых наукоемких технологий. Они уже нашли широкое применение в обрабатывающей промышленности, транспорте, энергетике, здравоохранении, информационно-телекоммуникационных технологиях, научных исследованиях, экологии, военных технологиях. Советские и российские ученые внесли значимый вклад в открытие лазеров, развитие исследований по их созданию и использованию. Достаточно лишь отметить Нобелевскую премию по физике 1964 года за разработку принципа действия лазера и мазера, присужденную Н.Г. Басову и А.М. Прохорову (совместно с американским физиком Ч.Х. Таунсом), вклад нобелевского лауреата Ж.И. Алферова и его школы в создание полупроводниковых лазеров.

Вследствие массовости журнальные публикации имеют наибольшую ценность при анализе масштабов, структуры и источников развития научной области. Мы применим библиометрический подход, чтобы измерить и оценить количество и воздействие публикаций по лазерам, производимых основными участниками исследований, выявить структуру международного сотрудничества российских ученых. Источником информации выбрана база данных Science Citation Index Expanded (БД SCIE) – наиболее авторитетная в мире политематическая БД, включающая более 39 млн. научных публикаций (статей, обзоров, писем и др.) в рецензируемых журналах.

# BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH IN THE FIELD OF LASERS

A.I.Terekhov, Candidate of Physical and Mathematic Sciences, Leading Researcher, Central Economic and Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences; a.i.terekhov@mail.ru

There has been performed a bibliometric analysis of research in the field of lasers in terms of volume and citedness of produced scientific publications, international collaboration links. In addition to comparing countries' scientific productivity, estimates of the contribution and impact of Russian institutions and scholars are provided. The indicators, capable to identify the world class centers of scientific excellence are also tested.

## INTRODUCTION

The lasers show a number of features of all-target high technologies. They have already been broadly applied in manufacturing industry, transport, power, health care, information and telecommunication technologies, scientific researches, ecology, military technologies. The Soviet and Russian scientists have made significant contribution to discovery of lasers, development of researches on their creation and use. It is worth to mention the Nobel Prize in physics in 1964 for development of operation principle of laser and maser, awarded to N.G. Basov and A.M. Prokhorov (jointly with American physicist C.H. Townes), the contribution of the Nobel laureate Z.I. Alferov and his school into creation of semiconductor lasers.

Owing to their mass character, journal publications have the greatest value in the analysis of scales, structure and sources of development of scientific area. Let us apply bibliometric approach to measure and evaluate quantity and influence of the publications about lasers made by the main participants of researches to reveal the structure of the international cooperation of the Russian scientists. The Science Citation Index Expanded database (SCIE DB), the most authoritative in the world the polythematic DB including more than 39 million scientific publications (articles, reviews, letters, etc.) in the reviewed journals, was chosen as a source of information.

## ДААННЫЕ И МЕТОДЫ

Исходная выборка – около 290 тыс. публикаций за период 1980–2015 годы – получена путем поиска по ключевым "LASER"-терминам ("laser\*", "nanolaser\*", "light amplification by stimulated emission of radiation") в названиях публикаций. Данные этой подборки были использованы для макроанализа на уровне стран. Сведения о 23162 публикациях с адресом в России (СССР до 1992 года) обеспечили более детальное изучение вклада и научного воздействия отечественных институтов и ученых. Сервисы платформы Web of Knowledge позволяют получать традиционные индикаторы (число публикаций и цитат, среднее количество цитат на одну публикацию и т.д.) для различных подмножеств исходной выборки. Наряду с этим мы используем и некоторые другие расчетные индикаторы: среднегодовой темп роста, долю публикаций с международным соавторством и т.д. Ввиду сильной скошенности распределений цитируемости, для анализа предпочтительнее показатели, основанные на процентилях. В статье рассмотрены топ-1% и топ-10% сегменты наиболее высокоцитируемых публикаций в области, используются связанные с ними индикаторы, например: доля страны в элитной части мировой научной литературы, индекс высокоцитируемых публикаций (ИВЦП) для страны или организации и др. При изучении участия России в указанных сегментах внимание сосредоточено на выявлении высококачественных исследований, элитных ученых и аффилирующих их институтов, а также проверке библиометрических критериев на принадлежность к центрам научного совершенства (ЦНС). Для целей сравнения будут использованы отдельные результаты более раннего анализа развития наноисследований [1].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Настоящий анализ построен сверху – вниз: начиная с межстрановых сопоставлений, через уровень организаций и институтов, до уровня отдельных исследователей.

### Сравнительный анализ России и других стран

Более 140 стран участвовали в исследованиях в области лазеров в рассматриваемый период; десять наиболее продуктивных из них приведены в табл. 1. Динамика публикационной активности пятерки лидирующих стран показана на рис.1. Наиболее впечатляет рост Китая, обошедшего в 2011 году лидировавшие до этого США. Для другой азиатской страны – Японии – в 2000-е годы характерен, напротив, понижательный тренд, в результате

## DATA AND METHODS

Initial selection, about 290 thousand publications during 1980–2015, was received by search by key "LASER" terms (laser, nanolaser, light amplification by stimulated emission of radiation) in the names of publications. Its data have been used for macro analysis at the level of the countries. Information on 23162 publications with the address in Russia (in the USSR till 1992) has provided more detailed studying of contribution and scientific influence of domestic institutes and scientists. Services of Web of Knowledge platform allow us to receive traditional indicators (number of publications and quotes, average number of quotes per publication, etc.) for different subsets of initial selection. We use them, as well as some other rated indicators: annual average growth rate, share of publications with the international co-authorship, etc. In view of strong bias of distributions of citedness, the indicators based on percentiles are more preferable for the analysis. The article considers top-1% and top-10% segments of the most highly cited publications in the area and the related indicators are used, for example: country share in elite part of world scientific literature, index of highly cited publications (IHCP) for the country or the organization, etc. When studying the participation of Russia in the specified segments, the attention was drawn to identification of highly high-quality researches, elite scientists and the institutes affiliating them, as well as checks of bibliometric criteria on belonging to the centers of scientific excellence (CSE). Separate results of earlier analysis of development of nano-researches will be used for the purposes of comparison [1].

## RESULTS

This analysis is constructed from top to bottom: starting from cross-country comparison, through the level of the organizations and institutes, to the level of certain researchers.

### Comparative analysis of Russia and other countries

More than 140 countries participated in researches in the field of lasers during the considered period; ten of the most productive countries are given in tabl. 1. Dynamics of publication activity of the five leading countries is shown in fig.1. Growth of China seems the most impressive which has passed over the USA in 2011, the previous leader. Other Asian country, Japan, is characterized by downward trend in 2000<sup>th</sup> due to which it has finally conceded the 3<sup>rd</sup> place on publication activity to moderately growing Germany. Up to 1992 the USSR was the second after the USA on the scale of researches in the field of lasers. In

**Таблица 1.** Топ-10 стран по количеству публикаций в области лазеров, 1980–2015 годы

**Table 1.** Top-10 countries by number of publications in the field of lasers, 1980–2015

Страна Country	Число публикаций Number of publications	Долевой вклад, % Share contribution, %
США USA	76 689	26,5
Китай China	29 495	10,2
Япония Japan	28 768	9,9
Германия Germany	28 131	9,7
Россия*) Russia*)	23 162	8,0
Великобритания Great Britain	18 967	6,5
Франция France	16 902	5,8
Италия Italy	10 008	3,4
Канада Canada	8 240	2,8
Южная Корея South Korea	6 623	2,3

\* До 1992 года СССР. / the USSR till 1992.

чего она окончательно уступила 3-е место по публикационной активности умеренно растущей Германии. Вплоть до 1992 года, СССР был вторым после США по масштабу исследований в области лазеров. В 2015 году с 6,03-процентным долевым вкладом в мировой публикационный выход Россия заняла 5-е место. Этот вклад в 2,5 раза превысил долю публикаций российских исследователей в общем количестве публикаций в БД WoS, намеченную на 2015 год в Указе Президента РФ [2]. Таким образом, в терминах количества производимых публикаций в области лазеров Россия входит в число лидирующих стран, чего мы не смогли добиться, например, путем интенсивного финансирования в нанобласти [1]. Представляет интерес выделение и анализ быстро растущих направлений. К таковым относятся, например, ультрабыстрые лазеры, среднегодовой темп роста исследований которых превышал в 2000-е годы общий для области показатель в 4 раза. Публикационный вклад России

2015 with 6.03-percentage share contribution to world publication output Russia took the 5th place. This contribution has exceeded the share publications of the Russian researchers by 2.5 times in total quantity of publications in WoS DB planned for 2015 in the Decree of the President of the Russian Federation [2]. Thus, in terms of the number of the publications in the field of lasers Russia is among the leading countries which could not be achieved, for example, by intensive financing in nanoarea [1]. Allocation and analysis of quickly growing directions is of interest. For example, ultrafast lasers which annual average growth rate of researches exceeded the indicator, general for the area, by 4 times in the 2000<sup>th</sup>. The publication contribution of Russia into this direction is by 2.6 percentage points (items) more than its general share contribution to study of lasers, and it is even more reliably in the group of leading countries (see Appendix).

The citedness in bibliometrics often serves as proxy indicator of scientific influence (or even quality of researches), and representation of the country in top-1% and top-10 the% segments of the most cited publications speaks about its entry into world elite in specific scientific area. The contribution of Russia (USSR) to the world top-10% and top-1% segments of publications about lasers for the entire period has made 3.4 and 3.5%, respectively. These values are much higher than similar indicators for nanoarea [1] that testifies to much bigger influence of the country in the field of research of lasers. Fig. 2 shows that by contribution into top-10% segment of scientific literature, Russia was before China in 1980<sup>th</sup> and 1990<sup>th</sup> which, however, has considerably moved forward after 2003.

Since the raising wave of Chinese publications (the more articles are published, the more is the probability to be cited for this article) could affect it, dynamics of the indicator considering the scale of publishing output of the country is given in fig. 3. The index of highly cited publications [3] for top-10 segment is defined by% as:

$$IHCP_{top-10\%} \equiv PP_{top-10\%} / 10,$$

where  $PP_{top-10\%}$  is the percent of highly cited publications in the general release of thematic publications of this country (observed value); 10 is the percent of such publications in universal output (expected value). By definition, if such ratio is more than 1, this country is better than "the world" as the producer of highly cited publications (in top-10% segment), and vice versa. According to fig. 3, in 1990<sup>th</sup> and 2000<sup>th</sup> Russia and China were approximately equieffective producers of elite (top-10%) publications in the field of lasers, approaching consistently to universal level. It should be

в это направление на 2,6 процентных пункта (п.п.) больше ее общего долевого вклада в изучение лазеров, и она еще более уверенно входит здесь в группу лидирующих стран (см. Приложение).

В библиометрии цитируемость часто служит прокси-показателем научного влияния (или даже качества исследований), а представленность страны в топ-1% и топ-10% сегментах наиболее цитируемых публикаций говорит о ее вхождении в мировую элиту в конкретной научной области.

noted that in terms of IHCP for top-1% segment, Russia has exceeded China for long time, having conceded to it only in 2011. Also for comparison:  $PP_{top-1\%}$  for the Russian publications in the field of lasers for 2000–2009 (0.78%) has appeared above similar indicators for 22 wide subject domains of DB "Essential indicators of science". For example, the maximum value for physics was 0.68% [4].

The international cooperation (in bibliometrics referred as co-authorship) became important line of

**Таблица 2.** Топ 10 наиболее продуктивных в области лазеров российских институтов, 2012–2014 годы  
**Table 2.** Top 10 most productive Russian institutes in the field of lasers, 2012–2014

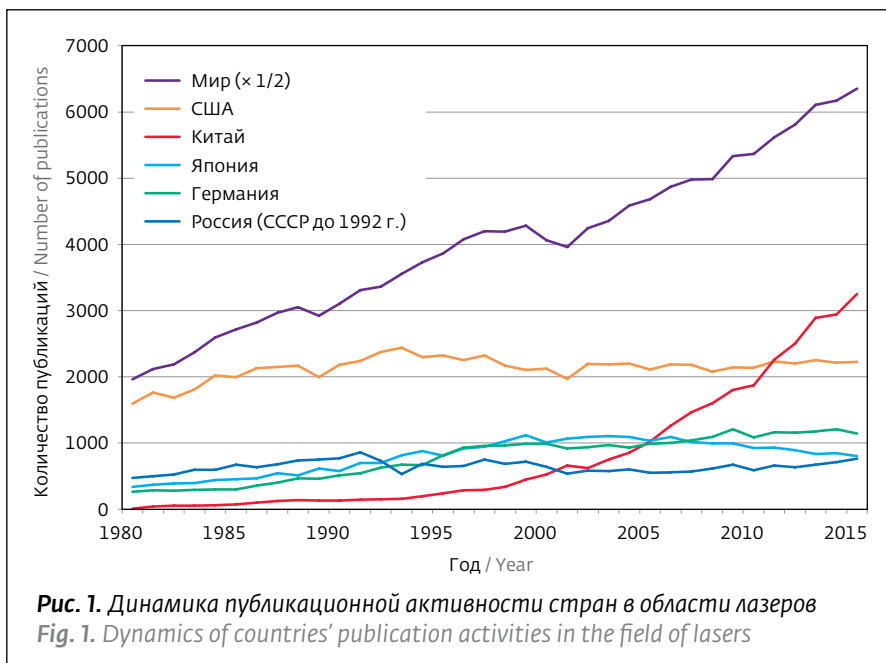
Ранг Ranking	Институт Institute	Число публикаций Number of publications	Средняя цитируемость Average citedness	Число публикаций в топ-10% / 1% сегментах (2010–14 гг.) Number of publications in top-10% / 1% segments (2010–14)
1	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ) M.V. Lomonosov Moscow State University (MSU)	256	5,7	34 / 2
2	Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН) P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences (LPI RAS)	198	4,6	23 / 1
3	Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН (ИОФ РАН) A.M. Prokhorov General Physics Institute of RAS (GPI RAS)	196	5,0	39 / 1
4	Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (ФТИ РАН) A.F. Ioffe Physical-Technical Institute of RAS (IPTI RAS)	143	5,6	21 / 0
5	Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" National Research Nuclear University "MEPhI"	103	5,3	19 / 3
6	Объединенный институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН) Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences (JIHT RAS)	98	5,4	11 / 0
7	Институт прикладной физики РАН (ИПФ РАН) Institute of Applied Physics, Russian Academy of Sciences (IAP RAS)	96	7,5	19 / 2
8	Новосибирский государственный университет (НГУ) Novosibirsk State University (NSU)	68	13,2	29 / 5
9	Институт автоматизации и электрометрии СО РАН (ИАиЭ СО РАН) Institute of Automation and Electrometry SB RAS (IA&E SB RAS)	49	13,5	28 / 6
10	Научный центр волоконной оптики РАН (НЦВО РАН) Fiber Optics Research Center of the Russian Academy of Sciences (FORC RAS)	44	10,1	17 / 0
	РАН RAS	1 259	5,4	185 / 11
	Вузы Universities	991	5,2	132 / 10
	ВСЕГО TOTAL	2 026	5,0	256 / 16

Вклад России (СССР) в мировой топ-10% и топ-1% сегменты публикаций по лазерам за весь период составил 3,4 и 3,5% соответственно. Эти значения намного выше аналогичных показателей для нанообласти [1], что свидетельствует о гораздо большем влиянии страны в области исследования лазеров. Рис.2 показывает, что по вкладу в топ-10% сегмент научной литературы Россия в 1980-е и 1990-е годы опережала Китай, который, однако, значительно ушел вперед после 2003 года.

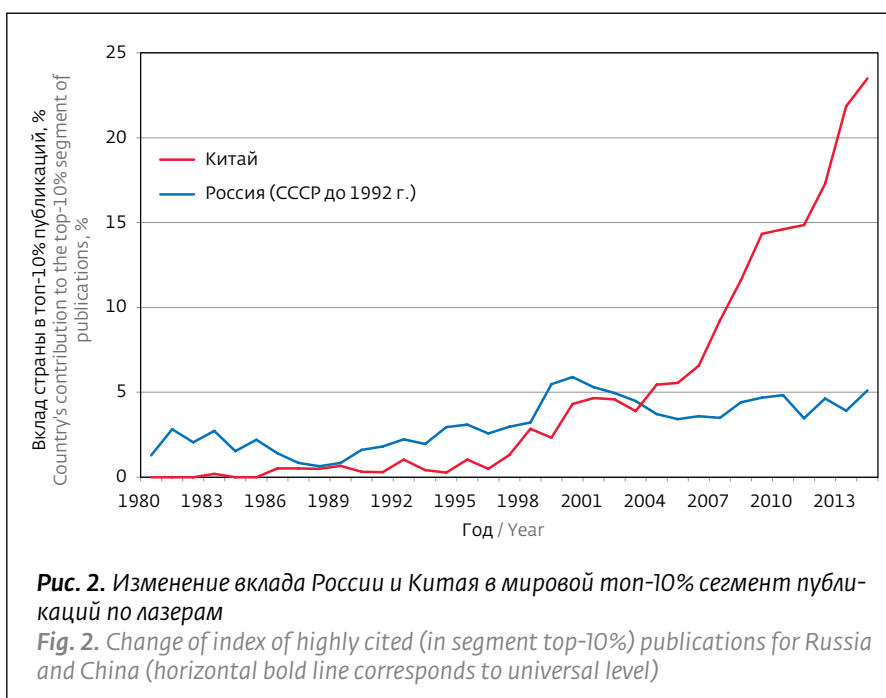
Поскольку на это мог повлиять нарастающий "вал" китайских публикаций (чем больше статей выходит, тем выше вероятность быть процитированной для данной статьи), на рис.3 приведена динамика показателя, учитывающего масштаб публикационного выхода страны. Индекс высокоцитируемых публикаций [3] для сегмента топ-10% определяется как:

$$\text{ИВЦП}_{\text{топ-10\%}} \equiv \text{ПП}_{\text{топ-10\%}} / 10,$$

где  $\text{ПП}_{\text{топ-10\%}}$  - процент высоко цитируемых публикаций в общем выходе тематических публикаций данной страны (наблюдаемое значение); 10 - процент таких публикаций в общемировом выходе (ожидаемое значение). По определению, если такое соотношение больше 1, то данная страна лучше "мира" как производитель высокоцитируемых (в сегменте топ-10%) публикаций и, наоборот. Согласно рис.3, в 1990-е и 2000-е годы Россия и Китай были примерно равноэффективными производителями элитных (топ-10%) публикаций в области лазеров, приближаясь последовательно к общемировому уровню. Добавим, что в терминах ИВЦП для сегмента топ-1% Россия длительное время превосходила Китай, уступив ему лишь в 2011 году. Также для сравнения:  $\text{ПП}_{\text{топ-1\%}}$  для российских публикаций в области



modern science. It means not only embedding into international production networks and exchange of scientific knowledge, but also the possibility to increase visibility of domestic researches [1] considerably. According to our calculations, the extent of internationalization of the Russian researches in the field of lasers has made about 32% in 1993–2015. During this period the country cooperated with more than 70 countries, closest with Germany (8.7% of joint publications), the USA (6.6%), France (4.6%), Japan (3.7%)





лазеров за 2000–2009 годы (0,78%) оказался выше аналогичных показателей для 22 широких предметных областей БД "Существенные индикаторы науки". Например, максимальное значение для физики составляло 0,68% [4].

Международное сотрудничество (в библиометрии – соавторство) стало важной чертой современной науки. Оно означает не только встроенность в международные сети производства и обмена научными знаниями, но и способно значительно повысить видимость отечественных исследований [1]. По нашим расчетам степень интернационализации российских исследований в области лазеров составила в 1993–2015 годы около 32%. В этот период страна сотрудничала более чем с 70 странами, причем наиболее тесно с Германией (8,7% совместных публикаций), США (6,6%), Францией (4,6%), Японией (3,7%) и Великобританией (3,3%). Динамика сотрудничества России с разными группами стран показана на рис.4. Как видим, сотрудничество с четырьмя ведущими странами Запада во многом определяет общий тренд, для

and Great Britain (3.3%). Dynamics of cooperation of Russia with different groups of the countries is shown in fig. 4. As we see, cooperation with 4 leading Western countries in many respects defines the general trend for which rise by 25 pp by 2001, and then decrease (with two small "rebounds") by 10 pp is characteristic. The level of cooperation of Russia with the former Soviet republics and partners in BRICS remains rather low.

Among 256 Russian publications about lasers in 2010–2014 which have entered world top-10% segment, 68.8% have the international co-authorship, generally with scientists from Great Britain, Germany, the USA, France and Japan. That is, the international co-authorship considerably increases probability for article to become highly cited, however, share of highly cited publications of the Russian authors alone (~ 31%) is more, for example, than similar share for nano-area (~ 15%) [1]. Among the Russian publications since 1993 cited over hundred times, share of those written by the Russian authors alone is also quite high: ≈ 22%. This points to the degree of independence of the Russian researches and their demand for the world science.

**Таблица 3.** Top 10 российских ученых, публикующих высокоцитируемые статьи в области лазеров, 2010–2014 годы  
**Table 3.** Top 10 Russian scientists publishing highly cited articles in the field of lasers, 2010–2014

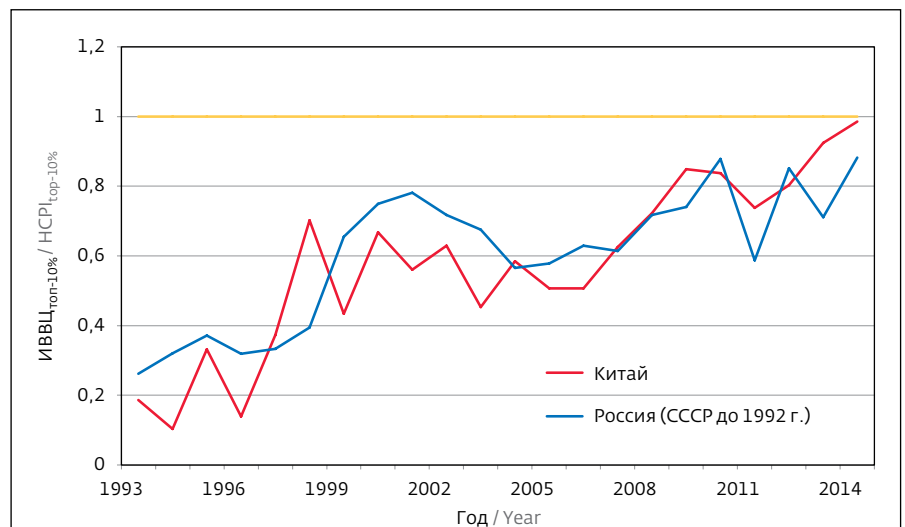
ФИО Full name	Институт Institute	Направление исследований Research direction	Число публикаций в топ-10% / топ-1% сегментах Number of publications in top-10% / 1% segments
1. Бабин С.А. 1. Babin S.A.	ИАиЭ СО РАН IA&E SB RAS	Волоконные лазеры Fiber Lasers	17 / 5
2. Чуркин Д.В. 2. Churkin D.V.	ИАиЭ СО РАН IA&E SB RAS	Волоконные лазеры Fiber Lasers	17 / 5
3. Подивилов Е.В. 3. Podivilov E.V.	ИАиЭ СО РАН IA&E SB RAS	Нелинейно оптические явления Nonlinear optical phenomena	12 / 5
4. Ионин А.А. 4. Ionin A.A.	ФИАН LPI RAS	Газовые лазеры Gas lasers	13 / 0
5. Кудряшов С.И. 5. Kudryashov S.I.	ФИАН LPI RAS	Взаимодействие лазерного излучения с веществом Interaction of laser radiation with matter	13 / 0
6. Дианов Е.М. 6. Dianov E.M.	НЦВО РАН FORC RAS	Волоконная оптика Fiber optics	12 / 0
7. Смирнов С.В. 7. Smirnov S.V.	НГУ NSU	Лазерно-оптические технологии Laser-optical technologies	11 / 1
8. Курков А.С. 8. Kurkov A.S.	ИОФ РАН GPI RAS	Волоконные лазеры Fiber Lasers	10 / 1
9. Ватник И.Д. 9. Batman I.D.	ИАиЭ СО РАН IA&E SB RAS	Волоконные лазеры Fiber Lasers	7 / 2
10. Каблуклов С.И. 10. Kablukov S.I.	ИАиЭ СО РАН IA&E SB RAS	Волоконные лазеры Fiber Lasers	6 / 1

которого характерен подъем на 25 п.п. к 2001 году, а затем снижение (с двумя небольшими "отскоками") на 10 п.п. Сотрудничество России с бывшими советскими республиками и партнерами по БРИКС остается на сравнительно низком уровне.

Из 256 российских публикаций по лазерам в 2010–2014 годы, вошедших в мировой топ-10% сегмент, 68,8% имеют международное соавторство, в основном с учеными из Великобритании, Германии, США, Франции и Японии. То есть, международное соавторство заметно повышает вероятность для статьи стать высокоцитируемой, однако, доля высокоцитируемых публикаций только российских авторов (~31%) больше, например, аналогичной доли для нанобласти (~15%) [1]. Среди российских публикаций с 1993 года, процитированных свыше ста раз, доля написанных только российскими авторами также довольно высока: ~22%. Это говорит о степени самостоятельности российских исследований и востребованности их мировой наукой.

### Основные российские участники исследований

На мезоуровне основные участники исследований в области лазеров – РАН и вузы. Несмотря на университетско-центристскую политику, проводимую российскими научными властями с 2006 года, РАН остается доминирующей в этих исследованиях (табл.2). Наиболее продуктивные ученые в период 2012–2014 годы также представляют РАН: ФИАН (5 сотрудников), НЦВО (1), ОИВТ (2), ФТИ (2). Среди сопоставимых мировых организаций только Китайская академия наук (КАН) опережает РАН по публикационному вкладу, однако, в отличие от нанотехнологий [1], разрыв в среднем количестве цитат на одну публикацию между ними не столь велик: 6,3 про-



**Рис.3.** Изменение индекса высокоцитируемых (в сегменте топ-10%) публикаций для России и Китая (горизонтальная жирная линия соответствует общемировому уровню)

**Fig. 3.** The change in the Highly Cited Publications Index (HCPI) in the top-10% segment for Russia and China (the bold horizontal line corresponds to the global level)

### Main Russian participants of researches

At meso-level, the Russian Academy of Sciences and higher education institutions are the main participants of researches in the field of lasers. Despite university-focused policy pursued by the Russian scientific authorities since 2006, the Russian Academy of Sciences remains dominating in these researches (tbl.2). The most productive scientists during 2012–2014 also represent the Russian Academy of Sciences: LPI RAS (5 employees), FORC RAS (1), JIHT RAS (2), IPTI



**Рис.4.** Изменение доли российских публикаций с международным соавторством: по группам стран

**Fig. 4.** Change of share of the Russian publications with the international co-authorship: by groups of the countries



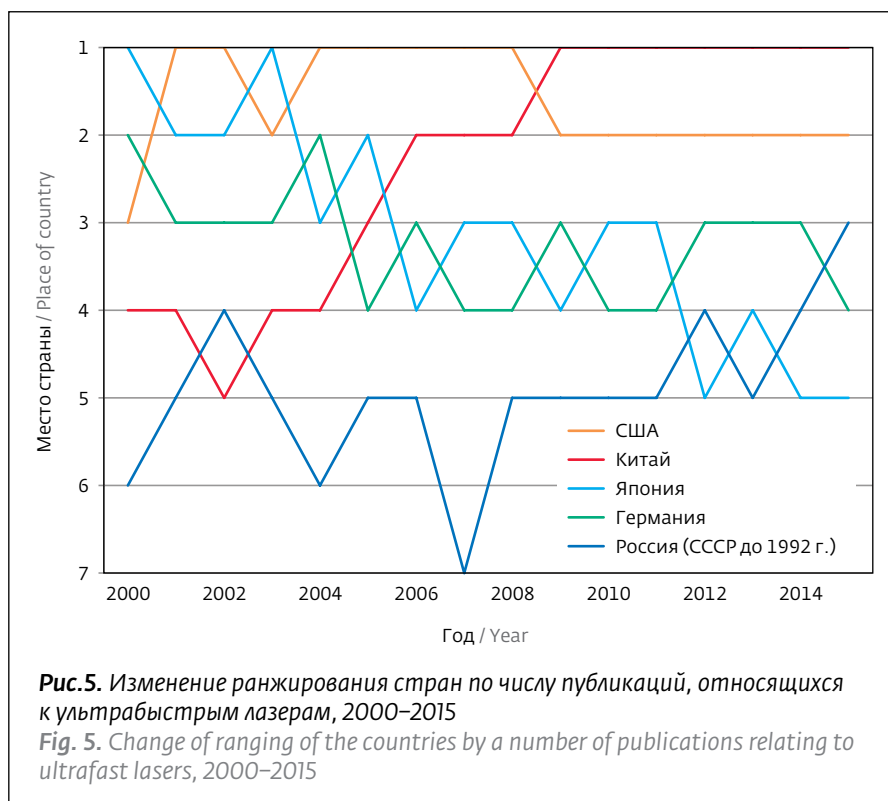
тив 5,3 в пользу КАН (для публикаций 2012–2014 годов). В рейтинге мировых университетов МГУ на 12-м месте, а по средней цитируемости даже слегка опережает Университет Цинхуа.

Производство публикаций с более высоким воздействием может быть даже важнее, чем просто производство большего числа публикаций, поэтому представляет интерес вклад российских участников в элитную часть научной литературы по лазерам. Он обеспечен сообществом, включающим около 450 отечественных ученых в период за 2010–2014 годы, лучшие из них в соответствии с библиометрической оценкой представлены в табл.3. Из табл.2 и 3 следует, что основной вклад российских ученых в элитную часть научной литературы в области лазерных исследований связан с волоконными лазерами, причем лидером выступает ИАиЭ СО РАН.

Попробуем выявить (возможные) ЦНС на институциональном уровне, используя для этого данные табл. 4 и библиометрические критерии, сформулированные в [3]. Прежде всего отметим, что академический НИИ и оба университета имеют требуемую представленность в мировой научной элите в рассматриваемой области [3]: больше 5 публикаций в топ-10% и больше 2 публикаций в топ-1% сегментах (табл.3). Цитируемость публикаций ИАиЭ СО РАН превосходит среднемировой уровень значительно больше, чем на требуемые 30%. Оба показателя ИВЦП для этого института также намного превышают критериальный порог 1,5 согласно [3].

RAS (2). Among the comparable world organizations, only the Chinese Academy of Sciences (CAS) advances the Russian Academy of Sciences on publication contribution, however, unlike nanotechnologies [1], the average gap in the number of quotes per publication between them is not so great: 6.3 against 5.3 in favor of CAN (for publications of 2012–2014). In the rating of world universities, MSU is on the 12<sup>th</sup> place, and is even slightly advances Qinghua University by average citedness.

Production of publications with higher influence can be even more important, than production of bigger number of publications therefore the contribution of the Russian participants to the elite part of scientific literature about lasers is of interest. It is provided by



**Рис.5.** Изменение ранжирования стран по числу публикаций, относящихся к ультрабыстрым лазерам, 2000–2015

**Fig. 5.** Change of ranging of the countries by a number of publications relating to ultrafast lasers, 2000–2015

**Таблица 4.** Библиометрические показатели институтов для проверки критериев ЦНС, 2010–2014 годы

**Tabl 4.** Bibliometric indicators of institutes for CSE criteria verification, 2010–2014

Институт Institute	Число публикаций Number of publications	Отношение цитируемости к среднемировой Ratio to world average citedness	ИВЦП <sub>топ-10%</sub> ИНСР <sub>топ-10%</sub>	ИВЦП <sub>топ-1%</sub> ИНСР <sub>топ-1%</sub>
ИАиЭ СО РАН IA&E SB RAS	70	2,5	4,0	8,6
НГУ NSU	101	1,7	2,9	5,0
МИФИ MEPhI	123	1,1	1,5	2,4





Таким образом, в статистических терминах ИАиЭ СО РАН мог бы быть признан ЦНС мирового класса в области лазеров в период 2010–2014 годов. Добавим, что это согласуется и с экспертной оценкой. Требуемым критериям ЦНС удовлетворяют также показатели НГУ, а у МИФИ только показатель относительной цитируемости не достигает критерияльного порога. После консультации с экспертами для обоих университетов была выполнена дополнительная библиометрическая проверка, которая, в частности, показала, что: 1) примерно в половине высокоцитируемых публикаций НГУ все авторы с его аффилиацией являются штатными сотрудниками институтов СО РАН (главным образом ИАиЭ), что ставит под вопрос самостоятельность вклада самого университета, в основу создания которого была положена, как известно, "система Физтеха"; 2) среди публикаций с аффилиацией МИФИ, наряду с высоко цитируемыми, значительна доля низко цитируемых публикаций, поэтому данный университет, по-видимому, нельзя считать полноправным претендентом на роль ЦНС в области лазеров. МГУ и ИПФ РАН, хотя и достаточно представлены в элитных сегментах, не удовлетворяют в рассматриваемый период остальным критериям ЦНС.

Здесь уместно отметить, что экспертный и библиометрический методы оценки исследований имеют как свои достоинства, так и недостатки. Разумный подход, на наш взгляд, не в их противопоставлении, а в гибком сочетании преимуществ и взаимной компенсации недостатков того и другого. Библиометрические индикаторы делают экспертизу более информированной и прозрачной. Сами же индикаторы, как и расчетную базу для них, необходимо постоянно совершенствовать и, во избежание манипуляций, стремиться применять комплексно.

## ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лазеры представляют область глобальных исследований с более чем шестидесятилетней историей. Имея хороший старт, Россия до сих пор удерживает в ней достойные мировые позиции, что подтвердил проведенный библиометрический анализ. В отличие от подгоняемых ажиотажем и масштабным финансированием нанотехнологий, исследования в области лазеров развиваются по траектории умеренного роста со среднегодовым темпом 3,5% за последние семь лет. Для России можно отметить:

- меньшую степень интернационализации исследований (32% публикаций с международным соавторством против 41% таких публика-

the community including about 450 domestic scientists during 2010–2014; the best of them according to bibliometric assessment are given in tbl. 3. It follows from tbl. 2 and 3 that the main contribution of the Russian scientists to elite part of scientific literature in the laser area is connected with fiber lasers, where IA&E of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science plays leading role.

Let's try to reveal (possible) CSE at the institutional level, having used the data from tbl. 4 and bibliometric criteria formulated in [3] for this purpose. First of all let us note that the academic scientific research institute and both universities have the required representation in the world scientific elite in the considered area [3]: there is more than 5 publications in top-10% and more than 2 publications in top-1% segments (tbl. 3). The quoting of publications IA&E SB RAS significantly exceeds the average world level, than required 30%. Both indicators of IHCP for this institute also significantly exceed the criteria threshold 1.5 according to [3]. Thus, in statistical terms IAE of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science could be recognized as world class CSE in the field of lasers during 2010–2014. It should be also noted that it coincides with expert assessment. The required criteria of CSE are also met by indicators of NSU, and only indicator of relative quoting does not reach criteria threshold for MPhI. After consultation with experts for both universities additional bibliometric check has been executed which, in particular, has shown that: 1) approximately half of highly cited publications of NSU all authors with its affiliation are the regular employees of the institutes of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science (mainly IA&E SB RAS) that calls into question the independence of contribution of the university is created under "system of Physics and Technology Faculty", as we know; 2) among publications with MPhI affiliation, along with highly citedness, the share of low cited publications is considerable therefore this university, apparently, cannot be considered as the full applicant for CSE role in the field of lasers. MSU and IAP RAS, though are sufficiently represented in elite segments, do not satisfy other CSE criteria during the considered period.

It is worth mentioning, that expert and bibliometric methods of assessment of researches have both the advantages and disadvantages. Reasonable approach, in our opinion, is not in their opposition, but in flexible combination of advantages and cancellation of disadvantages of those methods. Bibliometric indicators make the examination more informed and transparent. Indicators, as well as their rated base,

ций в нанотехнологиях и 34% всех российских публикаций в БД SCIE);

- меньше, чем в нанотехнологиях, влияние университетско-центристской политики правительства (РАН по-прежнему доминирует в области лазерных исследований, сохранив свой потенциал).

Однако такой "консерватизм" не препятствует весомой конкурентной доле российских публикаций в мировом выходе (существенно превышающей установленные президентским указом 2,44% для всех российских публикаций) и высоким показателям научного воздействия (близким к показателям Китая и значительно превосходящим аналогичные российские показатели в нанообласти). В заключение отметим, что в рамках настоящей работы мы не могли по объективным причинам оценить прогресс военных исследований в области лазеров.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Для выделения публикаций, относящихся к области ультрабыстрых лазеров, использован следующий запрос: TI = ("ultrashort pulse laser\*" or "ultrafast laser\*" or "picosecond laser\*" or "femtosecond laser\*" or "FS laser\*" or "attosecond laser\*" or "master oscillator power amplifier\*" or MOFA).

Всего за период 2000–2015 годов отобрано 8576 публикаций, для России – 750. На рис.5 представлен рейтинг ряда ведущих стран в динамике. Лучшей в России в 2012–2014 годы была РАН (75,7% всех российских публикаций по ультрабыстрым лазерам); она же с 6,6% – вторая в мире после КАН (7,2%). Среди неуниверситетских исследовательских институтов ФИАН уступает место только Государственной лаборатории лазерной физики сверхсильных полей (КАН), МГУ же первый среди мировых университетов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 16-06-00009).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Terekhov A.I.** Bibliometric spectroscopy of Russia's nanotechnology: 2000–2014. – *Scientometrics*, 2017, v. 110, p.1217–1242.
2. Measures for implementation of state policy in the fields of education and sciences. Decree dated May 7, 2012. Web-site: <http://kremlin.ru/events/president/news/15236>.
3. **Tijssen, R. J. W., Visser, M. S., Van Leeuwen, T.N.** Benchmarking international scientific excellence: are highly cited research papers an appropriate frame of reference? – *Scientometrics*, 2002, v. 54, p.381–397.
4. **Pislyakov, V., Shukshina, E.** Measuring excellence in Russia: Highly cited papers, leading institutions, patterns of national and international collaboration. – *JASIST*, 2014, v. 65, p.2321–2330.

shall be improves constantly and, in order to avoid manipulations, aimed to be applied in a complex.

## FINDINGS AND CONCLUSION

Lasers represent the area of global researches with more than sixty-year history. Having good start, Russia still holds decent world positions as confirmed by the carried-out bibliometric analysis. Unlike nanotechnologies adjusted by rush and large-scale financing, researches in the field of lasers develop on trajectory of moderate growth with annual average rate of 3.5% for the last seven years. For our country it is possible to note:

- smaller extent of internationalization of researches (32% of publications with the international co-authorship against 41% of such publications in nanotechnologies and 34% of all Russian publications in DB SCIE);
- smaller influence of university-focused policy of the government than in nanotechnologies (the Russian Academy of Sciences, still, remains the dominating participant of researches in the laser researches area, having kept the potential).

However such "conservatism" does not interfere with powerful competitive share of the Russian publications in world output (essentially exceeding 2.44% established by the presidential decree for all Russian publications) and high rates of scientific influence (close to indicators of China and considerably exceeding similar Russian indicators in nanoarea). In summary we will note that within this work, we could not estimate progress of military researches in the field of lasers for apparent reasons.

## APPENDIX

The following request was used for allocation of the publications relating to ultrafast lasers: TI = ("ultrashort pulse laser\*" or "ultrafast laser\*" or "picosecond laser\*" or "femtosecond laser\*" or "FS laser\*" or "attosecond laser\*" or "master oscillator power amplifier" or MOFA).

In total during 2000–2015, 8576 publications are selected, for Russia – 750. The rating of a number of leading countries in dynamics is presented in fig. 5. The Russian Academy of Sciences (75.7% of all Russian publications about ultrafast lasers) was the best in Russia in 2012–2014; with 6.6%, it was the second in the world after CAN (7.2%). Among non-university research institutes, LPI RAS concedes only to the State laboratory of laser physics of superstrong fields (CAN), meanwhile MSU is the first among world universities.

*The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant No. 16-06-00009).*