

# НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ  
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Издается с 1961 г.

№ 12

Москва 2018

## ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

УДК [002.65:007.52] – 047.44

Н.С. Солошенко, Т.А. Пронина, М.И. Гречиков, Ю.Н. Щуко

### Динамика развития некоторых актуальных направлений робототехники. Библиометрический подход

*При помощи библиометрических методик проведен анализ развития нового актуального направления «автономные мобильные роботы». Выявлены индикаторы публикационной активности. Рассматривалось изменение количества авторов, числа профильных источников информации, устойчивых ключевых слов и словосочетаний. Уделялось внимание цитируемости публикаций. Применялись инструментарии реферативной БД цитирования Scopus (Elsevier) и аналитического ресурса SciMago (Университет Гранады, Испания), использующего информацию из БД Scopus.*

**Ключевые слова:** *робототехника, мобильные роботы, автономные мобильные роботы, библиометрические методы, публикационная активность, транзитные авторы, цитируемость статей*

#### ВВЕДЕНИЕ

Новые технологии вызывают повышенный интерес у исследователей, грантодержателей, специалистов промышленных предприятий и коммерческих фирм, что приводит к росту количества публикаций и сопровождается увеличением числа вовлеченных в

тематику авторов, организаций, стран и расширением спектра научно-технической литературы по выбранному направлению [1]. При этом анализ динамики развития технологических дисциплин, таких как *робототехника*, библиометрическими методами связан с определенными сложностями, в значительной сте-

пени обусловленными политематическим и междисциплинарным характером предмета исследования.

Ключевые направления робототехники активно развивались с середины 1990-х до начала 2000-х гг. в рамках различных тематических областей, о чем можно судить по материалам многочисленных научных мероприятий по робототехнике, теории познания, лингвистике, психологии, организованных при участии и поддержке таких организаций, как *Association for the Advancement of Artificial Intelligence* (Ассоциация развития искусственного интеллекта), *IEEE International Conference on Robotics and Automation – ICRA* (Международная конференция по робототехнике и автоматике Института инженеров по электронике и электротехнике), *the IEEE/Robotics Society of Japan International Conference on Intelligent Robot and Systems* (Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам *IEEE* и Японского общества по робототехнике) и др. [2].

О государственном значении развития робототехники в России свидетельствует, в частности, Указ Президента РФ от 16.12.2015 № 623 «О создании Национального центра развития технологий и базовых элементов робототехники», которым предусмотрено включение робототехнических комплексов (систем) в Перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации.

## ПУБЛИКАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ В ОБЛАСТИ РОБОТОТЕХНИКИ

Для выявления профильного массива документов по робототехнике был проведен поиск в БД *Scopus* [3] в блоке полей: «Название документа, краткое описание, ключевое слово (*TITLE-ABS-KEY*)» по следующим ключевым терминам: “*robot\* OR "unmanned aircraft system\*" OR (unmanned W/5 vehicle\*) OR drone\* OR "uas operation\*" OR uav\* OR ugv\**”. Выделен массив объемом 374 949 документов<sup>1</sup> за временной период 1950–2016 гг. Публикации более ранних лет (1853–1949 гг.) составили менее 0,01% от общего количества документов и не учитывались при анализе статистики.

Заметный рост публикационной активности в этой области наблюдается в начале 1980-х гг. и резко ускоряется в начале 2000-х гг., нося экспоненциальный характер. В настоящее время объемы тематических массивов по робототехнике достигают ~ 30 тыс. документов в год (рис. 1). Наиболее значительный рост числа публикаций (100%) наблюдается в 2007–2011 гг. по сравнению с предыдущим пятилетним периодом (2002–2006 гг.), в то время как в следующем периоде (2012–2016 гг.) прирост публикационной активности замедлился и составил 30%. (табл. 1).

Инструментарий БД *Scopus* предоставляет возможность получения статистики по выбранному потоку документов, определения спектра авторов и организаций, вовлеченных в исследования в данной

<sup>1</sup> В работе анализировались массивы документов, полученные по результатам запросов к БД *Scopus* на 01.04.2018 г.

области, профильных источников, а также перечней авторских и экспертных ключевых слов (контролируемой лексики), включенных в массив документов результатов поиска.

Таблица 1

### Изменение количества публикаций по робототехнике по пятилетним периодам

Хронологические периоды	Количество публикаций
2002–2006	53679
2007–2011	107271
2012–2016	140476

Для выявления перспективных направлений исследований анализировалась статистика использования контролируемых терминов в массиве документов по робототехнике. В этом массиве количество профильных публикаций, индексируемых терминами *мобильный(е) робот(ы) / mobile robot(s)*, насчитывает 34610 документов в период 1985–2016 гг., что составляет третью позицию по количеству публикаций после документов, индексируемых терминами *робототехника (robotics)* и *роботы (robots)*. Начиная с середины 1990-х гг. исследования по мобильным роботам активно развиваются (рис. 2).

Изменение общего количества публикаций по мобильным роботам по пятилетним периодам представлено в табл. 2. Наибольший прирост публикационной активности (96%) наблюдается с 1997 по 2001 гг. (5379 документов) по сравнению с 1992–1996 гг. (2744 документа). В следующем пятилетнем периоде (2001–2006 гг.) публикационная активность также существенно выросла – на 59%. С 2008 г. количество публикаций практически стабилизировалось на уровне 1600–1800 документов/год.

Таблица 2

### Изменения общего числа публикаций по мобильным роботам по пятилетним периодам

Хронологические периоды	Число публикаций
1992–1996	2744
1997–2001	5379
2002–2006	8547
2007–2011	9068
2012–2016	8729

Сравнение типов документов в начальный (1992–1996 гг.) и конечный (2012–2016 гг.) периоды публикационной активности по мобильным роботам позволяет сделать вывод о существенном увеличении числа трудов научных мероприятий (*Conference papers*) по сравнению с количеством рецензируемых оригинальных статей (*Articles*) в массивах документов: в 2,2 раза в 1992-1996 гг. и в 1,9 раза в 2012-2016 гг. (табл. 3).

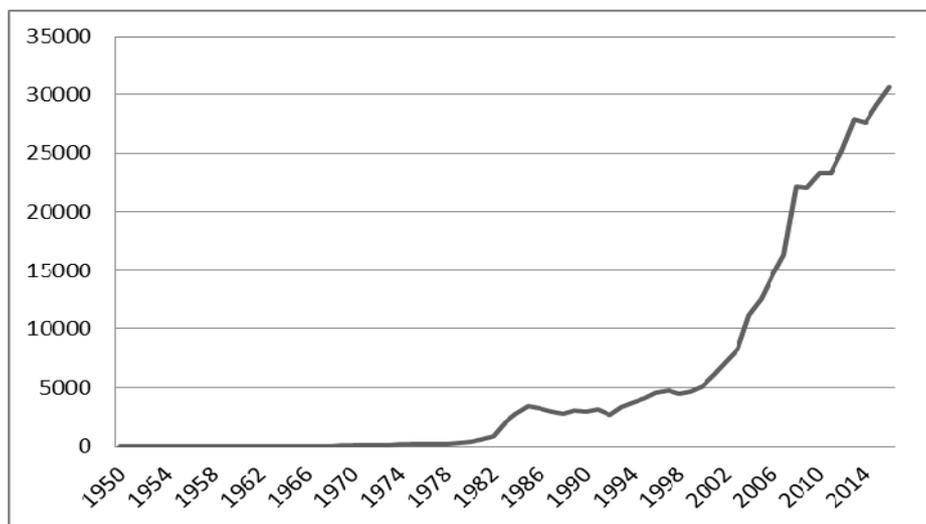


Рис. 1. Изменение количества публикаций по робототехнике

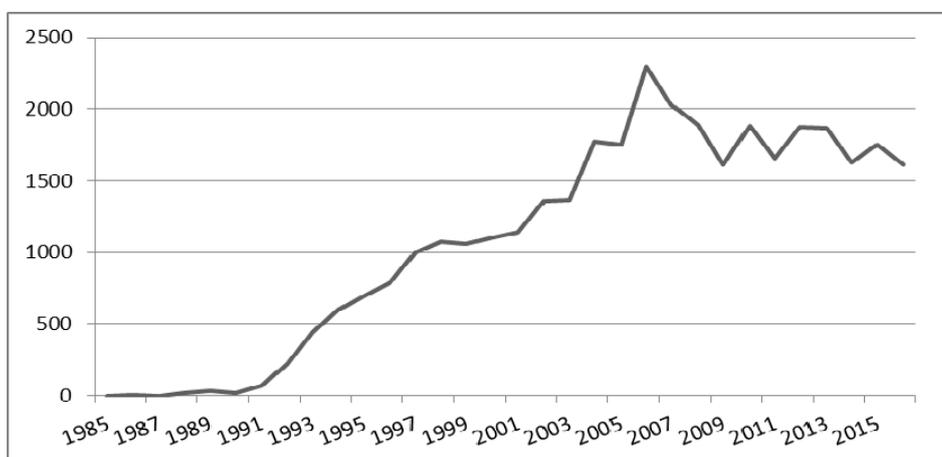


Рис. 2. Изменение количества публикаций по мобильным роботам

**Распределение типов документов по мобильным роботам (%)**

Тип документов	1992–1996	2012–2016
Conference Papers	66	64,5
Articles	29,8	33,7

Динамика тематического распределения публикаций указывает на смещение фокуса публикационной активности от технических наук (*Engineering*) – 1992–1996 гг. к вычислительным (*Computer science*) – 2012–2016 гг. (табл. 4), что, в значительной степени, связано с успехами в изучении искусственного интеллекта [2].

В отличие от трудов научных мероприятий по мобильным роботам в области *Engineering (MR-CP-ENG)*, пик публикаций которых наблюдается в 2004–2007 гг., с начала 2000-х гг. прирост количества статей по этому направлению (*MR-AR-ENG*) существенно

Таблица 3

уменьшился, и поток документов стабилизировался в среднем на уровне 400–450 документов/год (рис. 3), что свидетельствует о наступлении периода стагнации.

Таблица 4

**Тематическое распределение публикаций по мобильным роботам (%)**

Область исследований	1992–1996	2012–2016
Engineering	90	66,7
Computer Science	51,5	68,8
Mathematics	11,8	16,8
Physics and Astronomy	7,3	3,7
Materials Science	2,3	2,5

Наибольший прирост публикационной активности по статьям в области *Engineering (MR-AR-ENG)* отмечается с 1997 по 2001 гг. (170%), по сравнению с предыдущим пятилетним периодом 1992–1996 гг. (табл. 5).

Таблица 5

**Изменение количества статей по мобильным роботам в области технических наук по пятилетним периодам**

Хронологические периоды	Количество статей
1992–1996	709
1997–2001	1915
2002–2006	1950
2007–2011	2073
2012–2016	2208

Дальнейшая работа проводилась на массиве проиндексированных в БД *Scopus* статей (*Articles*) по мобильным роботам в области *Engineering (ENG)*. Это обусловлено решением ограничить междисциплинарный характер исследований и анализировать публикационную активность по техническим аспектам, учитывая только отрецензированные статьи из авторитетных источников.

В ходе исследования инструментарий БД *Scopus* использовался для осуществления экспресс-анализа динамики развития актуальных направлений в области создания *мобильных роботов*, и, в частности, бы-

ли выделены ключевые термины, устойчивые для тематической области.

В анализируемом массиве документов рассматривались ранги двадцати наиболее встречаемых экспертных (контролируемых) терминов, большинство из которых являются словами общенаучной лексики: *algorithms, navigation, motion planning, machine design, sensors* и др.

Динамика рангов значимых ключевых терминов представлена в табл. 6. При этом *сенсоры (Sensors)* и *компьютерное зрение (Computer Vision)* можно отнести к междисциплинарным терминам, в то время как термины *манипуляторы (Manipulators)* и *автономные мобильные роботы (Autonomous Mobile Robot(s))* относятся к робототехнике.

Данные в табл. 6 указывают на активный рост рейтинга термина *автономные мобильные роботы (AMP)*, начиная с 2007 г., и падение рейтингов остальных тематик в предметной категории *мобильные роботы*.

Для выявления этапов развития тематических направлений *AMP* и *манипуляторы* в массиве документов по *мобильным роботам* были выбраны соответствующие тематические категории и получены выборки документов: по *AMP* – 329 и *манипуляторы* – 511 статей в период с 1989 г. по 2016 г.

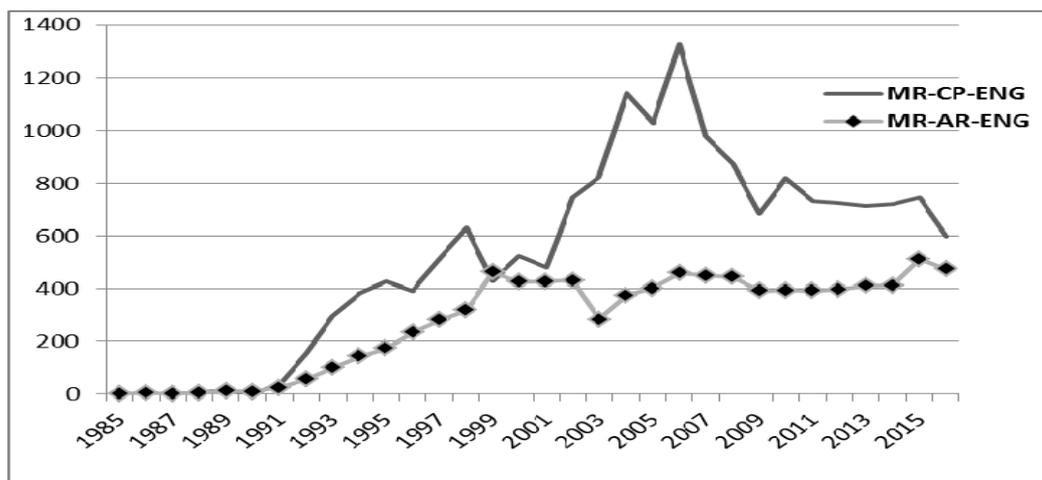


Рис. 3. Изменение количества различных типов публикаций по мобильным роботам

Таблица 6

**Динамика рангов значимых ключевых терминов в документном массиве по автономным мобильным роботам (AMP)**

Ключевой термин / Рейтинг*	1992–1996	1997–2001	2002–2006	2007–2011	2012–2016
<i>Sensors</i> (Сенсоры)	8	9	10	7	27
<i>Manipulators</i> (Манипуляторы)	13	11	14	35	64
<i>Computer Vision</i> (Компьютерное зрение)	14	10	13	25	26
<i>Autonomous Mobile Robots</i> (Автономные мобильные роботы)	35	>160	127	12	13

\* Выделенные значения относятся к первым 20 рангам

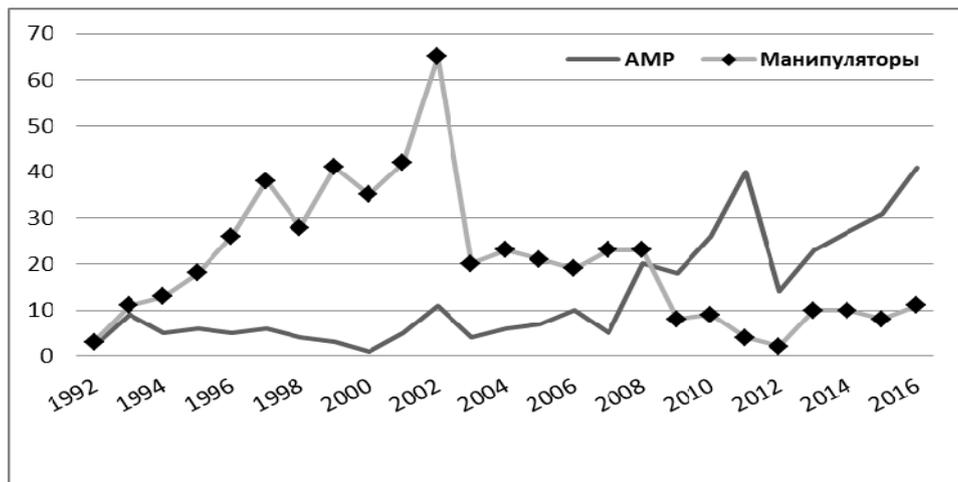


Рис. 4. Изменение числа статей по автономным мобильным роботам (AMP) и манипуляторам

Изменение числа статей в области *Engineering* для массивов документов по AMP и манипуляторам демонстрирует активный рост публикаций по AMP, начиная с 2008 г. (рис. 4). При анализе трех последовательных пятилетних периодов 2002–2006 гг., 2007–2011 гг., 2012–2016 гг. можно отметить наиболее значительный прирост публикаций (на 187%) в 2007–2011 гг. по сравнению с предыдущим периодом (2002–2006 гг.), в то время как следующий пятилетний прирост составляет 25% (табл. 7). Количество статей по *манипуляторам* начинает снижаться, начиная с 2004 г.

Таблица 7

**Изменение количества статей по автономным мобильным роботам (AMP) по пятилетним периодам**

Хронологические периоды	Количество публикаций
1992–1996	27
1997–2001	19
2002–2006	38
2007–2011	109
2012–2016	136

Как уже отмечалось, развитию работ по AMP в значительной степени способствовали успехи в области изучения искусственного интеллекта. Существенные результаты исследований стали заметны в связи с развитием «поведенческой робототехники» [4].

Для выявления особенностей формирования направления по AMP использовался ряд индикаторов, в том числе динамика устойчивых ключевых слов, отслеживающая «взрывной» механизм новаторских терминов, т.е. введение в научный оборот и стремительное распространение новых понятий, впоследствии входящих в терминологические словари, либо стагнирующих и исчезающих [5, 6].

В работе [7], посвященной рассмотрению возможностей использования лингвистического аппарата БД *Scopus* для оперативного выявления новых перспективных направлений междисциплинарных исследований, на примере искусственных молекулярных машин были выявлены «новаторские» ключевые термины, характеризующие новое тематическое направление, с использованием выборок авторских ключевых слов и контролируемой лексики.

В ходе настоящего исследования из БД *Scopus* выгружались массивы информации, содержащие библиографические записи по соответствующим периодам публикационной активности по AMP и массивы авторских и экспертных ключевых слов (*Author and Index*). Полученные выборки ключевых терминов ранжировались в порядке убывания частоты использования в последние годы (2014–2016) и анализировались предметными специалистами с целью выделения «новаторских» ключевых слов – как авторских, содержащихся в названиях и рефератах публикаций, так и экспертных (контролируемой лексики), для определения направления развития тематики. В табл. 8 и 9 показаны фрагменты файлов наиболее значимых авторских и экспертных ключевых слов (с частотой использования не менее 3-х в период 2014–2016 гг.).

Массив авторских ключевых слов по AMP включает 79 оригинальных терминов, большая часть которых встречается менее 3 раз, и которые не могут быть отнесены к «новаторской» лексике.

Массив экспертных ключевых слов по AMP включает 373 оригинальных термина, которые так же нельзя назвать «новаторскими». Но при этом они позволяют обозначить определенные направления исследований, например: навигацию (*autonomous navigation, mobile robot navigation(s), motion planning*) и проблемы искусственного интеллекта (*intelligent robots, behavioral research, computer vision, neural networks, sensor networks*). Вместе с тем эти термины могут быть отнесены не только к тематике «автономные мобильные роботы», но, в значительной степени, ко всей предметной области робототехники.

**Частота использования наиболее значимых авторских ключевых слов (АКВ) в массиве документов по автономным мобильным роботам (АМР) в БД Scopus\***

Ключевые термины Scopus	54 АКВ в 1996–2000 гг.	131 АКВ в 2001–2007 гг.	193 АКВ в 2008–2010 гг.	240 АКВ в 2011–2013 гг.	314 АКВ в 2014–2016 гг.
Autonomous mobile robot(s)	12	38	29		36
Mobile robot(s)			18	22	34
Path planning			2	11	7
Navigation	2		3	8	6
robot navigation				2	4
Autonomous navigation			2		3
Motion planning			2	3	3

\* В верхней строчке указано общее количество авторских ключевых слов (АКВ) в массивах документов по АМР в соответствующие хронологические периоды.

Таблица 9

**Частота использования наиболее значимых экспертных ключевых слов (СКВ) в массиве документов по автономным мобильным роботам (АМР) в БД Scopus\***

Ключевые термины Scopus	132 СКВ в 1996–2000 гг.	318 СКВ в 2001–2007 гг.	880 СКВ в 2008–2010 гг.	841 СКВ в 2011–2013 гг.	842 СКВ в 2014–2016 гг.
Autonomous mobile robot(s)	10	33	48	77	100
Mobile robots	19	48		77	100
Robots		4	14	9	77
Navigation	4	2	42	55	69
Motion planning	5	6	4	15	16
Autonomous navigation			3	2	11
Range finders		3		2	10
Navigation systems	3	3	3	9	9
Laser range finder(s)			4	7	8
Intelligent robots		2	16	5	7
Mobile Robot navigation(s)			3	2	6
Mapping		3	2	3	5
Behavioral research					4
Robot navigation				3	4
Computer vision	4	2	5	2	4
Global Navigation Satellite Systems					4
Neural networks	3		3	6	3
Sensor networks			2		3

\* В верхней строчке указано общее количество экспертных ключевых слов в массивах документов по АМР в соответствующие хронологические периоды.

### **ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ПО АВТОНОМНЫМ МОБИЛЬНЫМ РОБОТАМ (АМР)**

Появление нового тематического направления тесно связано с организацией устойчивого профильного научного сообщества, активно развивающего теоретические и экспериментальные основы зарождающейся области исследования [8]. Число авторов, стабильность

их сообщества, изменение количества профильных организаций и источников информации, цитируемость публикаций служат косвенными показателями развития научных коммуникаций по новому направлению или разделу общей предметной области [9,10].

Динамика развития научных коммуникаций по АМР представлена на рис. 5 и в табл. 10. Максимальный прирост показателей количества статей из документного массива по АМР, источников инфор-

мации, организаций и аффилированных с ними авторов наблюдался в 2007-2011 гг. по сравнению с предыдущим пятилетним периодом. Значения прироста были схожи для статей (190%), организаций (190%) и авторов (210%), в то время как количество источников информации выросло примерно на 104%.

В 2012–2016 гг. рост показателей замедлился по сравнению с 2007-2011 гг. и составил: для публикаций – 25%, авторов – 20%, источников – 34%, и организаций – 70%.

Авторский массив по АМР включает 714 исследователей, из которых 127 (18%) опубликовали не менее 2-х статей в период с 2002 по 2016 гг. и 587 (82%) являются «транзитными», т.е. опубликовавшими одну работу в рассматриваемый хронологический период [11, 12]. Только у 5 авторов отмечено не менее 4-х публикаций по АМР с 2002 по 2016 гг., причем ни один из исследователей не вошел в категорию продуктивных авторов по АМР, опубликовавших не менее 9-ти статей по конкретному направлению по определению *Price D.J.S.* [11]. Для этих исследователей были так же выявлены статьи в общем массиве документов по мобильным роботам. Представленные в табл. 11 данные указывают на общую публикационную активность вышеуказанных авторов как в области АМР, так и мобильных роботов.

«Транзитная» модель авторского сообщества по АМР на протяжении почти десятилетнего периода с момента начала активного развития (после 2008 г.) скорее может указывать на отсутствие в открытом секторе публикаций сформировавшейся новой тематики в области мобильных роботов.

В то же время, согласно теории управления, возможен альтернативный взгляд на феномен новых, популярных тематик, как на «повальные увлечения» [13]. Так, после реального представления К.С. Новоселовым с соавторами графеновой пленки в 2004 г. [14] началась «графеновая золотая лихорадка» [15], которая привела к экспоненциальному росту количества статей по графену, начиная с 2006 г., значительная часть которых не рассматривала сущностные свойства нового материала, что сопровождалось уменьшением средней цитируемости публикаций [1].

Массив учреждений, аффилированных с публикациями по АМР в 2002–2016 гг., насчитывает 390 организаций из 46 стран. Наиболее продуктивные по количеству организаций страны (более 2/3 общего массива организаций) отображены на рис. 6, где так же представлены объемы в этих странах так называемых «транзитных» организаций, по аналогии с «транзитными» авторами.

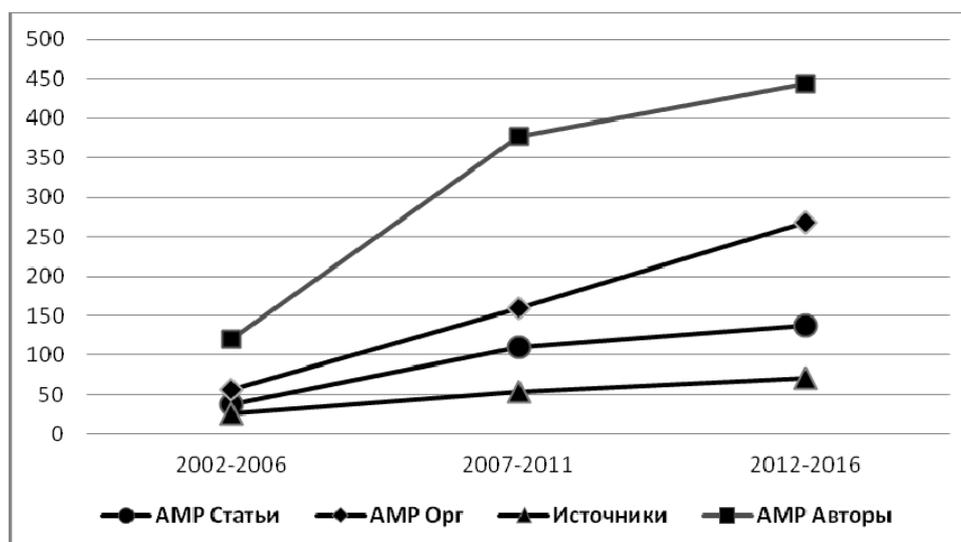


Рис. 5. Динамика развития научных коммуникаций по автономным мобильным роботам (АМР)

Таблица 10

**Динамика развития научных коммуникаций по автономным мобильным роботам (АМР)**

Годы	Количество статей	Количество организаций	Количество источников	Количество авторов
2002–2006	38	56	26	121
2007–2011	110	159	53	377
2012–2016	137	268	71	443

**Публикационная активность авторов по автономным мобильным роботам (AMP)  
и мобильным роботам**

Автор	Аффилиция автора	Количество публикаций по AMP	Количество публикаций по МР
Ozaki K.	Utsunomiya University, Japan	7	10
Parhi D.R.	National Institute of Technology, Rourkela, India	5	18
Zhuang Y.	Dalian University of Technology, China	4	18
Yuta S.	Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan	4	15
Kaneko M.	University of Electro-Communications, Chofu, Japan	4	11

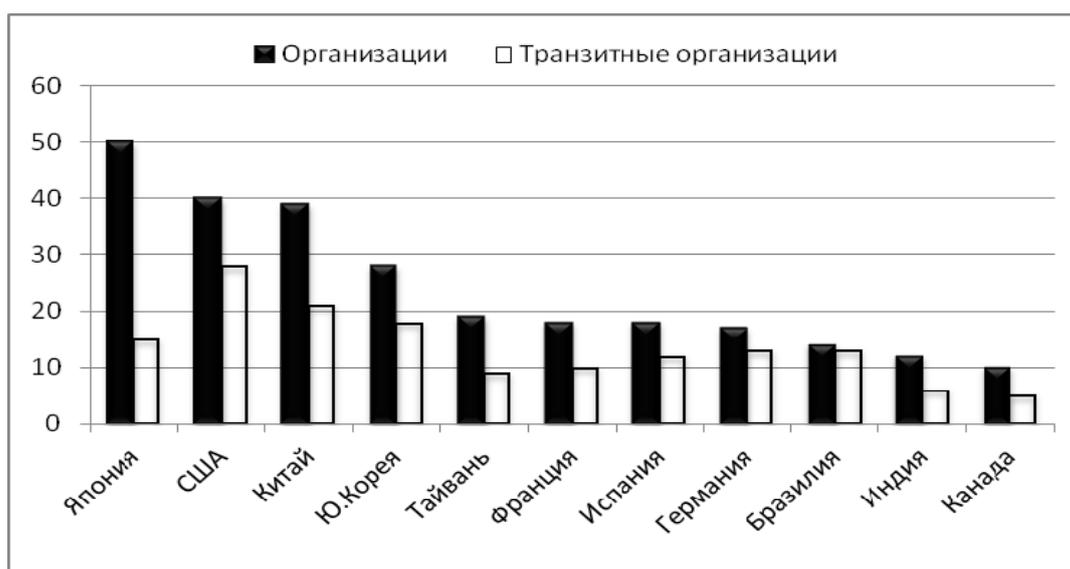


Рис. 6. Доля транзитных организаций в странах, аффилированных с публикациями по автономным мобильным роботам (AMP)

Максимальная относительная доля «транзитных» организаций, т. е. аффилированных только с одной публикацией в рассматриваемый период, отмечается в Бразилии (93%), Германии (76,5%), Испании (67%).

Организации с максимальной публикационной активностью по AMP ( $\geq 5$ ) представлены в табл. 12, причем 2/3 из них из Японии (5) и Китая (3).

Максимальная доля публикаций по AMP среди общего количества открытых статей по мобильным роботам наблюдается у Национального технологического института Индии (*National Institute of Technology, Rourkela*), компании *Mitsumi Electric Co. Ltd* (Япония) Центральной школы г. Лилля (*Ecole Centrale de Lille*, Франция).

В то же время максимальную публикационную активность по общему направлению *мобильные роботы* в 2002–2016 гг. можно увидеть у организаций из Китая: *Harbin Institute of Technology* (201), *Chinese Academy of Sciences* (124), *Shanghai Jiao Tong University* (116) и *Beihang University* (78).

Массив сериальных изданий, в которых были опубликованы в 2002–2016 гг. статьи по AMP, насчитывает 120 источников, наиболее продуктивные

из которых (7) включают 1/3 массива публикаций (табл. 13), причем журналы *«Robotics and Autonomous Systems»*, *«Advanced Robotics»* и *«Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications»* размещены на крупнейших платформах: *Science Direct (Elsevier)*, *Taylor & Francis*, *Springer Nature* и помещены в 2017 г. во второй квартиль (Q2) по профильным тематическим категориям (*Artificial Intelligence, Computer Science Applications, Control and Systems Engineering, Electrical and Electronic Engineering, Human-Computer Interaction, Software*) аналитического ресурса *SciMago* [16].

«Транзитные» источники, в каждом из которых в данный хронологический период были опубликованы единичные статьи, составляют 63 %, причем их число возрастает с каждым пятилетием и составляет: в 2002–2006 гг. – 14, в 2007–2011 гг. – 24 и в 2012–2016 гг. – 38 изданий. Таким образом, со временем наблюдается рост рассеяния информации (единичных публикаций) по AMP в единичных изданиях.

Еще одним показателем развития популярного перспективного направления может служить индекс оперативности (*immediacy index*) – показатель коли-

чества ссылок в год публикации, демонстрирующий скорость отклика научного сообщества на исследование по новой теме.

Для массивов документов по мобильным роботам и АМР вычислены показатели средней цитируемости статей в год их публикации (N) и следующий год (N+1). С этой целью с использованием инструментария БД *Scopus* выявлено количество ссылок на публи-

кации в годы N и (N+1) в течение всего анализируемого периода (2002–2016 гг.). Результаты вычисления средней цитируемости статей, представленные на рис. 7, указывают на некоторый рост средней цитируемости статей по мобильным роботам в период 2008–2014 гг.: с ~0,3 до ~0,4 в год публикации и колебания средней цитируемости от ~1,3 до ~1,6 на следующий после публикации год.

Таблица 12

**Организации с максимальным количеством публикаций по автономным мобильным роботам (АМР)**

Организации	2002–2006	2007–2011	2012–2016	Всего публикаций АМР	Всего публикаций МР	Страна
Keio University	2	4	7	13	45	Япония
Shenyang Institute of Automation	3	1	6	10	66	Китай
University of Electro-Communications	2		7	9	29	Япония
Utsunomiya University		2	6	8	21	Япония
National Institute of Technology		3	5	8	8	Индия
Carnegie Mellon University	2	1	4	7	72	США
Mitsumi Electric Co. Ltd.		2	4	6	6	Япония
Chinese Academy of Sciences	4	2		6	124	Китай
Zhejiang University	1	2	3	6	55	Китай
University of Tsukuba	3	1	1	5	27	Япония
Ecole Centrale de Lille		2	3	5	8	Франция
Universidad Nacional de San Juan		2	3	5	51	Аргентина

Таблица 13

**Наиболее продуктивные источники информации по автономным мобильным роботам (АМР)**

Название источника	2002–2006	2007–2011	2012–2016	Σ	Профильные предметные категории <i>Scopus</i>	Издатель
Journal of Robotics and Mechatronics		1	18	19	General Computer Science (Q3); Electrical and Electronic Engineering (Q3)	Fuji Technology Press, Japan
Robotics and Autonomous Systems	3	9	7	19	Software (Q1); Computer Science Applications (Q2); Control and Systems Engineering (Q2);	Elsevier, NL
Advanced Robotics	4	6	2	12	Computer Science Applications (Q2); Control and Systems Engineering (Q2); Computer Science: Software (Q2); Human-Computer Interaction (Q2)	Taylor & Francis, UK
IFAC-PapersOnLine			12	12	Engineering: Control and Systems Engineering (Q3)	IFAC Secretariat, Austria
Journal of Institute of Control, Robotics and Systems		7	4	11	Control and Systems Engineering (Q3); Computer Science: Software (Q3)	Institute of Control, Robotics and Systems, S.Korea
Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications	2	5	4	11	Artificial Intelligence (Q2); Control and Systems Engineering (Q2); Software (Q2); Electrical and Electronic Engineering (Q2)	Springer Nature
IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	1	5	4	10	Electrical and Electronic Engineering (Q3)	The Institute of Electrical Engineers of Japan

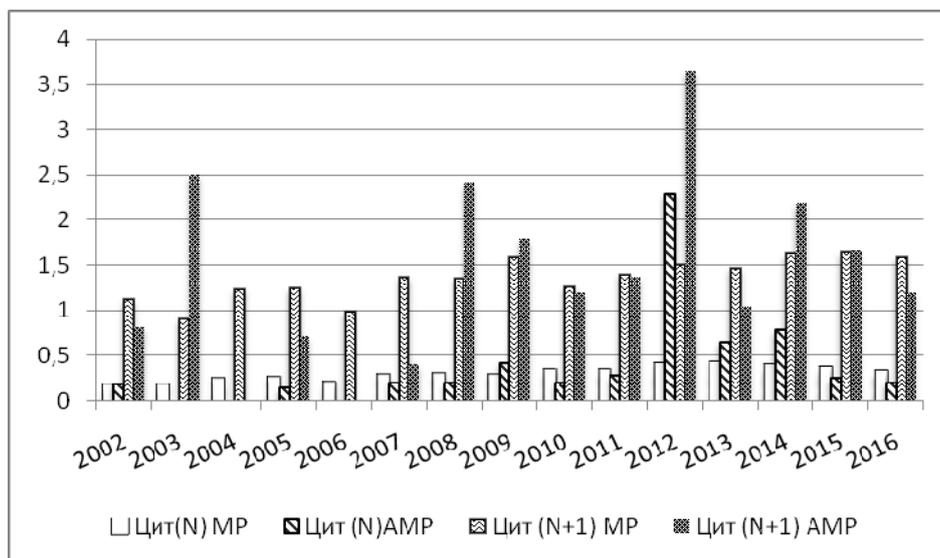


Рис. 7. Средняя цитируемость статей по автономным мобильным роботам (AMP) и мобильным роботам

Средняя цитируемость статей по AMP в год публикации (N) значительно опережает аналогичный показатель по мобильным роботам (MP) в 2012–2014 гг., с пятикратным превышением в 2012 г. – 2,286 (AMP) и 0,407 (мобильные роботы). В 2015 и 2016 гг. средняя цитируемость статей по AMP падает до 0,25 (2015 г.) и 0,195 (2016 г.), что значительно ниже показателей по мобильным роботам: 0,368 (2015 г.) и 0,315 (2016 г.).

Аналогичная ситуация наблюдается с цитируемостью статей по AMP в год, следующий за годом публикации (N+1). Можно увидеть более чем двукратное превышение средней цитируемости по AMP по сравнению с мобильными роботами – 3,641 (AMP) и 1,51 (MP) в 2012 г. и падение показателя в 2015 г.: 1,656 (AMP), 1,641 (MP) и в 2016 г.: 1,195 (AMP), 1,588 (MP).

Можно отметить ускоренный отклик научного сообщества на исследования по автономным мобильным роботам после 2008 г. Вместе с тем показатели средней цитируемости по AMP по годам достаточно нестабильны, в отличие от показателей по мобильным роботам. Это может быть связано с наличием некоторого количества статей по AMP со значительной цитируемостью и с увеличением со временем количества «транзитных» авторов, организаций и источников, аффилированных с публикациями с низкой цитируемостью.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение традиционных библиометрических методов с использованием готовых инструментариев БД *Scopus* и аналитического ресурса *SciMago* позволяет выявлять в стабильно развивающихся тематических сферах активные новые направления исследований, что представляет особый интерес для междисциплинарных областей – таких, как робототехника.

Активный рост числа статей, количества авторов, организаций и источников дает возможность увидеть появление в конце 2000-х гг. нового активного сектора открытых публикаций по автономным мобиль-

ным роботам. Небольшая доля абсолютных значений этих индикаторов по сравнению с аналогичными показателями в общем массиве документов по мобильным роботам может свидетельствовать об отсутствии в настоящее время сформировавшегося самостоятельного научного направления и стабильного научного сообщества по AMP в открытом секторе публикаций. Вместе с тем, превышение средней цитируемости статей по AMP в год публикации и следующий год в период 2012–2014 гг. по сравнению с аналогичными показателями по мобильным роботам предполагает ускоренный активный отклик профильных специалистов на исследования по новой тематике. Нестабильность этих показателей и их падение в 2015–2016 гг. могут быть связаны со значительным ростом в последние годы количества транзитных авторов, организаций, источников. Результат – увеличение потока мало цитируемых статей на «модную» тему при очень большой вероятности ухода продуктивных авторов и организаций из открытого информационного пространства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Klincewicz K. The emergent dynamics of a technological research topic: the case of graphene // *Scientometrics*. – 2016. – Vol.106, №1. – P. 319–345.
2. Goodrich M.A., Schultz A.C. Human-Robot Interaction: a Survey // *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*. – 2007. – Vol.1, № 3. – P. 203–275.
3. БД Scopus. – URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения: 01.04.2018)
4. Brooks R.A. A robust layered control system for a mobile robot // *IEEE Journal of Robotics and Automation*. – 1986. – Vol. 2, № 1. – P. 14–23.
5. Kleinberg J. Bursty and hierarchical structure in streams // *Data Mining and Knowledge Discovery*. – 2003. – Vol.7, № 4. – P. 373–397.
6. Mane K., Boerner K. Mapping topics and topic bursts in PNAS // *Proceedings of the National Acad-*

- emy of Sciences of the United States of America (PNAS). – 2004. – 101(Suppl 1). – P. 5287–5290.
7. Солошенко Н.С., Пронина Т.А., Зибарева И.В. Возможности использования лингвистических аппаратов реферативно-аналитических ресурсов при выявлении новых направлений в междисциплинарных научных исследованиях: библиометрический подход // Материалы Международной конференции, посвященной 65-летию ВИНТИ РАН «Информация в современном мире» (Москва 25 – 26 октября 2017 г.). – М.: ВИНТИ РАН, 2017. – С. 286–297.
  8. Hoeffner L., Smiraglia R. Visualizing domain coherence: Social informatics as a case study // Advances in Classification Research Online. – 2013. – Vol. 23, № 1. – P. 49–51.
  9. Bettencourt L.M.A., Kaiser D.I., Kaur J., Castillo-Chavez C., Wojick D.E. Population modeling of the emergence and development of scientific fields // Scientometrics. – 2008. – Vol. 75, № 3. – P. 495–518.
  10. Chen C., Chen Y., Horowitz M., Hou H., Liu Z., Pellegrino D. Towards an explanatory and computational theory of scientific discovery // Journal of Informetrics. – 2009. – Vol. 3, № 3. – P. 191–209.
  11. Price de S., Gürsey S. Studies in Scientometrics // International Forum for Information and Documentation. – 1976. – Vol. 1, № 2. – P. 17–24.
  12. Gordon A. Transient and continuant authors in a research field: The case of terrorism // Scientometrics. – 2007. – Vol. 72, № 2. – P. 213–224.
  13. Abrahamson E., Fairchild G. Management fashion: Lifecycles, triggers, and collective learning processes // Administrative Science Quarterly. – 1999. – Vol. 44, № 4. – P. 708–740.
  14. Novoselov K.S., Geim A.K., Morozov S.V., Jiang D., Zhang Y., Dubonos S. V. et al. Electric field effect in atomically thin carbon films // Science. – 2004. – Vol. 306, № 5696. – P. 666–669.
  15. Geim A.K., Novoselov K.S. The rise of graphene // Nature Materials. – 2007. – Vol. 6, № 3. – P. 183–191.
  16. SCImago Journal & Country Rank (SJR). – URL: <http://www.scimagojr.com> (дата обращения: 01.04.2018).

*Материал поступил в редакцию 14.08.18.*

#### **Сведения об авторах**

**СОЛОШЕНКО Наталия Сергеевна** – кандидат педагогических наук, Зав. отделом комплектования ВИНТИ РАН, Москва  
e-mail: [solns@viniti.ru](mailto:solns@viniti.ru)

**ПРОНИНА Татьяна Анатольевна** – кандидат биологических наук, Зав. Отделением научной информации по проблемам наук о жизни ВИНТИ РАН  
e-mail: [pronina@viniti.ru](mailto:pronina@viniti.ru)

**ГРЕЧИКОВ Михаил Игоревич** – кандидат технических наук, Зав. Отделением научной информации по проблемам машиностроения и транспорта ВИНТИ РАН  
e-mail: [mach@viniti.ru](mailto:mach@viniti.ru)

**ЩУКО Юлия Николаевна** – кандидат географических наук, ВРИО директора ВИНТИ РАН  
e-mail: [dir@viniti.ru](mailto:dir@viniti.ru)