

УДК 005; 519.7; 303.732

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВКЛАДА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ**

***Н.В. Дилигенский, М.В. Цапенко, А.Н. Давыдов***

Самарский государственный технический университет  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244  
E-mail: usat@samgtu.ru

*Рассмотрены вопросы многокритериального оценивания сравнительной эффективности технологических платформ на примере научно-технической деятельности крупного научного учреждения.*

**Ключевые слова:** *технологические платформы, многокритериальное оценивание, системная эффективность научных исследований.*

Одной из прогрессивных форм создания инновационной наукоёмкой продукции является организация технологических платформ как механизма взаимодействия ученых, производителей, бизнесменов, имеющего целью создание конечного высокотехнологичного продукта, конкурентоспособного на мировых и внешних рынках. В последнее десятилетие технологические платформы получили достаточно широкое распространение в экономически развитых странах, и в настоящее время аналогичный процесс развертывания деятельности технологических платформ происходит в России.

Решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 1 апреля 2011 г. (с добавлением от 31 мая 2011 г.) утвержден Перечень технологических платформ в России. В этот перечень входят 28 технологических платформ, сформированных по 11 базовым направлениям создания высоких инновационных технологий:

- медицинские и биотехнологии;
- информационно-коммуникационные технологии;
- фотоника;
- авиа-, космические технологии;
- ядерные и радиационные технологии;
- энергетика;
- технологии транспорта;
- технологии металлургии и новые материалы;
- добыча природных ресурсов и нефтепереработка;
- электроника и машиностроение;
- экологическое развитие.

По всем позициям определены организации – координаторы деятельности технологических платформ из ведущих научных и научно-производственных учреждений России, развертывается практическая деятельность по работе в этих направлениях.

---

*Николай Владимирович Дилигенский (д.т.н., проф.), зав. кафедрой управления и системного анализа в теплоэнергетике.*

*Михаил Владимирович Цапенко (к.э.н., доц.), доцент, каф. управления и системного анализа в теплоэнергетике.*

*Андрей Николаевич Давыдов (к.т.н., доц.), заместитель проректора по научной работе.*

В работе ставится задача исследовать вклад в становление и развитие технологических платформ на примере научно-технической деятельности крупного научного учреждения. Анализ показал, что в учреждении ведутся научные исследования по проблематике 22 технологических платформ инновационных технологий.

По каждой из технологических платформ была собрана информация по всему спектру деятельности: по квалификации кадров, научным публикациям, объему и уровню выполняемых НИР, приоритетам интеллектуальной собственности, защита диссертаций, количеству выигранных грантов и т. д.

Совокупность этих частных показателей для технологических платформ приведена в таблице.

На их основе сформирован глобальный критерий оценки системной эффективности научных исследований по каждой технологической платформе. В качестве способа свертки локальных показателей в обобщенный критерий применена *DEA-методология* [1-4], позволяющая получить глобальные оценки эффективности без использования информации о рангах частных разнородных критериев путем формулировки и решения специальных задач математического программирования.

Обобщенный критерий эффективности сформулируем в виде максимизируемого функционала  $f_n$  для каждой  $n$ -ой технологической платформы  $n = 1, 2, \dots, 22$ :

$$f_n = \max_{u_{kn} \in G} (u_{1n}y_{1n} + u_{2n}y_{2n} + \dots + \dots + u_{kn}y_{kn}), \quad (1)$$

где  $y_{kn}$  – значение  $k$ -го частного показателя эффективности ( $k = 1, 2, \dots, 17$ ) для  $n$ -ой технологической платформы;

$u_{kn}$  – неизвестные при постановке задачи многокритериального оценивания весовые коэффициенты частных показателей;

$G$  – область значений весовых коэффициентов.

Область  $G$  конструируется исходя из условий нормирования всех обобщенных показателей эффективности  $f_n$  на интервале  $[0, 1]$  и определяется системой ограничений:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{11} \cdot y_{11} + u_{21} \cdot y_{21} + u_{31} \cdot y_{31} + \dots + u_{k1} \cdot y_{k1} \leq 1, \\ u_{12} \cdot y_{12} + u_{22} \cdot y_{22} + u_{32} \cdot y_{32} + \dots + u_{k2} \cdot y_{k2} \leq 1, \\ \dots \dots \dots \\ u_{1n} \cdot y_{1n} + u_{2n} \cdot y_{2n} + u_{3n} \cdot y_{3n} + \dots + u_{kn} \cdot y_{kn} \leq 1, \\ u_{kn} \geq 0, \end{array} \right. \quad (2)$$

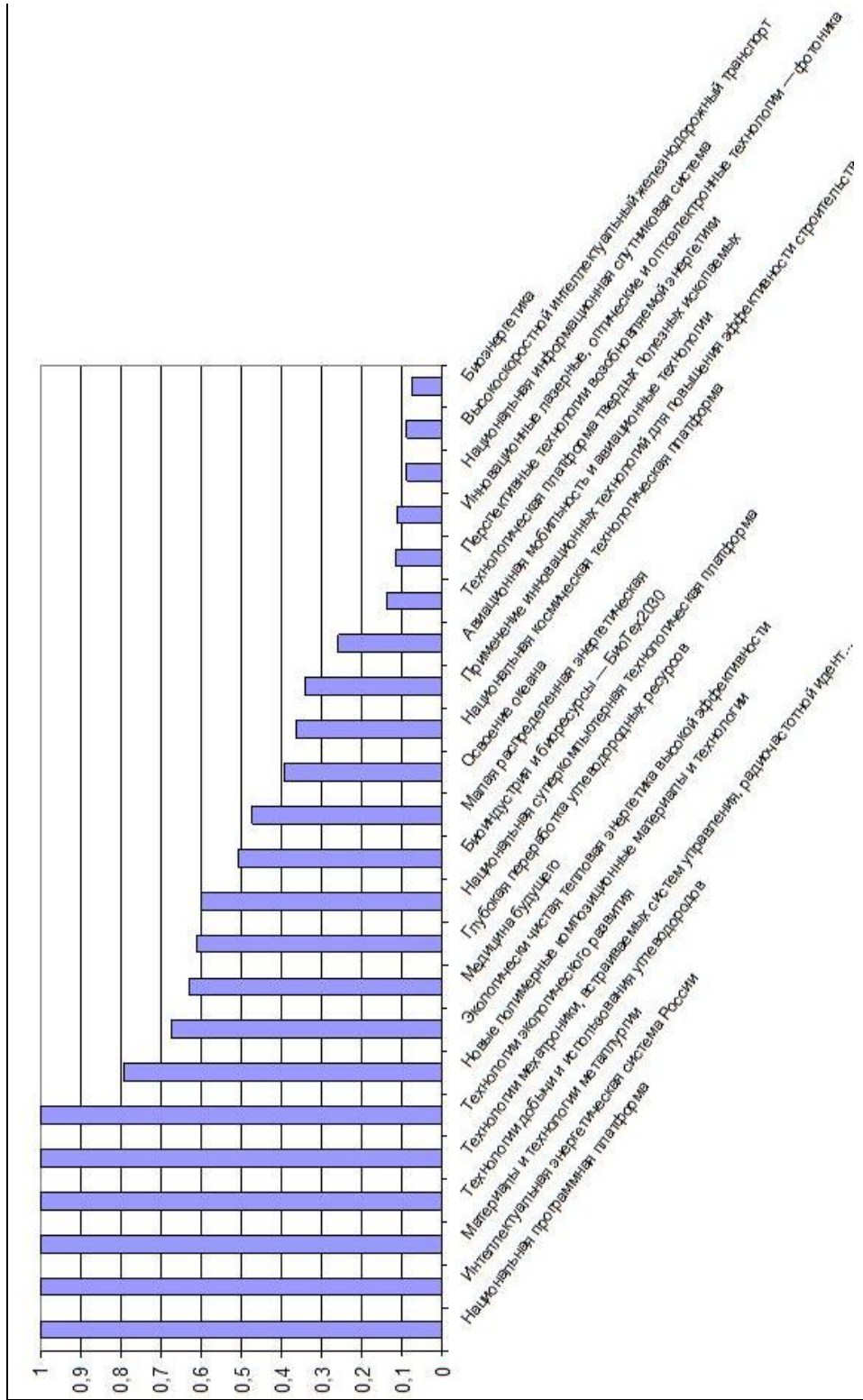
$$k = \{1, 2, \dots, 17\}; n = \{1, 2, \dots, 22\}.$$

Локальные показатели эффективности

Направление	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Материальное и интеллектуальное	Статьи	111.57	114.65	3.00	1.50	2.50	72.25	82021491	11.42	8.17	2.50	18.83	5.50	82.25	10.00	29.50	91.93	16.00	0.6289	
	Тех. патенты	219.00	153.50	0.00	2.00	1.00	31.50	2248707	5.00	2.50	0.00	8.25	0.00	65.50	2.00	6.50	16.00	10.00	0.5099	
	Изобретения	7.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0766	
Информационные технологии	Наименование программы патента	672.08	181.43	19.50	7.00	24.25	37.50	9759028	19.12	13.99	10.29	39.16	10.02	274.99	14.78	73.75	155.82	37.00	1.0000	
	Наименование программы патента	117.50	10.50	2.00	0.00	0.00	2.50	555250	4.50	0.00	4.00	11.83	10.50	30.00	0.00	0.50	31.00	9.50	0.5994	
Фотоизд.	Изображения, фотографии, оптические и электронные изображения	25.67	18.00	0.00	0.00	0.00	2.00	800000	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.1142
	Изображения, фотографии	33.75	9.25	0.00	0.00	1.75	43.25	3439489	1.50	2.00	0.50	1.50	3.75	17.75	2.00	1.75	29.50	6.50	0.2599	
Автоматизированные технологии	Наименование программы патента	83.83	40.30	0.73	3.00	3.40	31.97	1261392	3.80	1.35	1.45	6.05	1.78	18.98	3.90	1.78	28.70	9.42	0.3655	
	Наименование программы патента	6.07	0.60	0.00	0.00	0.40	8.80	6146438	0.80	0.60	0.20	0.80	1.40	1.00	1.40	0.00	2.20	2.00	0.0897	

Направление	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Тех. инфраструктура			711.32	202.67	16.25	8.50	17.75	266.83	33325490	8.50	6.17	3.00	36.09	4.57	245.97	32.25	61.25	319.22	47.50	1.0000
Средства	Интегрируемая измерительная система России																			
	Средства измерения высокой частоты		93.00	52.50	2.00	1.00	1.50	13.50	2558421	17.50	10.50	1.50	6.00	0.00	27.83	19.67	29.83	55.50	9.00	0.6744
	Персональные компьютеры		32.48	5.42	0.58	0.33	2.00	10.54	3146947	0.00	0.00	0.00	1.25	1.75	7.42	1.50	1.08	14.00	4.50	0.1167
Технология транспорта			80.33	36.64	2.08	1.83	3.50	107.17	10571836	6.00	5.33	0.00	8.83	2.00	19.50	15.83	15.83	140.17	17.00	0.4740
	Программное обеспечение для измерения показаний аффективных устройств		83.05	44.10	0.95	1.00	1.00	8.13	2600187	5.68	3.70	3.50	4.62	1.75	39.66	1.58	25.25	28.75	3.25	0.3424
			4.40	0.60	0.00	0.00	0.40	8.80	6146438	0.80	0.60	0.20	0.80	1.40	1.00	1.40	0.00	2.20	2.00	0.0897

Направление	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Технологии металлургии и металлургия новые	Тех. платформы																			
	Статьи	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Новые послеуровневые компьютерные материалы новые материалы технологии	96.52	66.95	66.95	3.00	1.00	6.50	21.75	18081905	9.63	6.17	0.00	13.25	2.00	29.38	8.69	3.63	79.25	44.00	0.7931
Лобная продукция ресурса и нефтегазового сектора	Материалы и технологии металлургии	363.08	324.25	324.25	13.67	4.00	16.50	72.38	25851314	23.28	11.28	0.00	31.58	6.17	212.85	10.75	24.78	306.50	55.50	1.0000
	Технологии чеканки платформ твердых пленочных исполнительных	29.17	8.83	8.83	2.50	1.00	0.00	3.50	1262530	2.00	0.00	1.00	1.50	1.00	21.50	3.00	2.00	7.00	1.00	0.1375
	Технологии добычи и использования упреждающих ресурсов	360.40	243.82	243.82	3.33	5.00	7.50	157.63	153622834	26.28	20.88	1.55	28.78	6.17	301.63	45.12	68.72	250.41	46.25	1.0000
Электроника и материаловедение	Глубокая переработка упреждающих ресурсов	69.02	113.37	113.37	3.83	3.50	8.50	47.25	25055722	3.96	1.37	1.38	7.84	5.00	35.93	14.60	43.93	66.66	13.50	0.6095
	Технологии материалов, астрономических систем																			
	319.47 упреждающих ресурсов физики и роботостроение	319.47	99.45	99.45	7.50	4.33	16.65	51.93	25069387	23.50	28.65	7.20	19.14	17.75	130.70	14.53	65.79	201.90	35.33	1.0000
Число развития	Основное создание	22.00	24.00	24.00	0.50	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	6.00	1.00	11.00	2.00	29.00	10.00	2.50	0.3932
	Технологии материаловедения развития	418.90	174.36	174.36	8.33	5.00	11.90	436.93	251914600	24.94	18.93	1.70	25.21	6.57	138.65	22.48	38.87	125.03	54.25	1.0000



Результаты сравнительной оценки технологических платформ

Постановки (1), (2) определяют 22 задачи линейного математического программирования, решениями которых являются показатели обобщенной эффективности исследований по каждой технологической платформе  $f_n$  и соответствующие им ранги частных критериев  $u_{kn}$ .

Свойства метода *DEA* и примеры его апробации рассмотрены в работах [5-8].

Результаты решения 22 задач линейного математического программирования в виде обобщенных нормированных на интервале  $[0,1]$  *DEA-оценок* системной эффективности научных исследований по направлению каждой технологической платформы также приведены в таблице и представлены графически в ранжированном по степени обобщенной эффективности виде на диаграмме (см. рисунок).

Из анализа полученных результатов следует, что интегральные оценки эффективности находятся в интервале  $0,077 \div 1,0$ . Наибольшей эффективностью обладают исследования, проводимые по проблематике шести технологических платформ: национальная программная платформа, интеллектуальная энергетическая система России, материалы и технологии металлургии, технологии добычи и использования углеводородов, технологии мехатроники, встраиваемых систем управления, радиочастотной идентификации и роботостроение, технологии экологического развития.

Эти шесть позиций образуют оптимальное по Парето множество технологических платформ.

Затем следует группа из семи позиций, обобщенная эффективность которых лежит в диапазоне  $0,5 \div 1,0$ . Исследования по 11 направлениям технологических платформ имеют суммарную эффективность меньшую, чем 0,5.

Таким образом, предложенный подход на основе сбора многофакторной информации, ее обработки и многокритериального ранжирования позволяет оценивать системную эффективность научных исследований по тематике утвержденных базовых российских технологических платформ.

Настоящее исследование проведено в рамках выполнения Государственного контракта Минобразования и науки РФ № 16.740.11.0749.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. HANDBOOK ON DATA ENVELOPMENT ANALYSIS edited by: *William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu* // Kluwer Academic Publishers, 2004. – 593 p.
2. *Farrel M.J.* The Measurement of Productive Efficiency // *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, Vol. 120, Part III, 1957, 253-281 p.
3. *Charnes A., Cooper W., Rhodes E.* Measuring the Efficiency of Decision Making Units // *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 1978, pp. 429-444.
4. *Banker R.D., Charnes A., Cooper W.* Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiency in Data Envelopment Analysis // *Management Science*, Vol. 30, No. 9, 1984, pp. 1078-1092.
5. *Дилigenский Н.В., Цапенко М.В.* Математическое моделирование и обобщенное оценивание эффективности производственно-экономических систем // Труды VI Международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». – Самара, СНЦ РАН. – 2004. – С. 96-106.
6. *Дилigenский Н.В., Цапенко М.В.* Методология DEA: оценка эффективности экономических объектов, анализ метода и свойств решений // Межвузовский сборник научных трудов «Высшее образование, бизнес, предпринимательство – 2001». – Самара: СамГТУ, Поволжский институт бизнеса. – 2001. – С. 149–159.
7. *Дилigenский Н.В., Цапенко М.В., Давыдов А.Н.* Методология и технологии формирования и классификации знаний о деятельности научных коллективов // Труды XII Международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». – Самара, СНЦ РАН. – 2011. – С. 95-103.

8. *Дилигенский Н.В., Цапенко М.В., Давыдов А.Н.* Многокритериальная методология выявления перспективных направлений научных исследований // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. – Вып. №4 (32). – Самара, 2011. – С. 26-33.

*Статья поступила в редакцию 4 марта 2012 г.*

## **SYSTEMS ANALYSIS OF THE CONTRIBUTION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY PLATFORMS**

*N.V. Diligensky, M.V. Tsapenko, A.N. Davydov*

Samara State Technical University  
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

*This article discusses the issues of multi-criteria evaluation of the comparative effectiveness of Technology Platforms on the example of scientific and technical activities of a large research institution.*

**Keywords:** *Technology Platforms, multicriteria estimation, system effectiveness of scientific research.*

---

*Nikolay V. Diligensky (Dr. Sci. (Techn.)), Head of Dept.  
Mihail V. Tsapenko (Ph.D. (Techn.)), Associate professor.  
Andrey N. Davydov (Ph.D. (Techn.)), Head of Dept.*