

ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ*

Н.В. Дилигенский, А.Н. Давыдов, М.В. Цапенко, Д.А. Барболин

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: usat@samgtu.ru

Рассмотрены вопросы создания и использования программно-аналитического инструментария для многокритериального оценивания эффективности научных исследований, выполняемых в Самарском государственном техническом университете.

Ключевые слова: информационные системы, базы данных, многокритериальное оценивание, эффективность выполнения НИР.

Качество образования и результативность научных исследований в высшем учебном заведении являются основными факторами, определяющими востребованность рынком специалистов и перспективных разработок университета. Существенную роль в управлении качеством проводимых научных исследований играют мониторинг, методы и средства оценки как уровня научного потенциала университета в целом, так и результативности научно-исследовательской работы отдельных подразделений, научных коллективов, преподавателей, аспирантов и студентов.

Для решения этой проблемы в Самарском государственном техническом университете (СамГТУ) была разработана информационно-аналитическая система «Наука». Это многоуровневая система с разграничением прав доступа и удаленным доступом через Интернет, которая позволяет автоматизировать процессы сбора, структурирования и хранения информации о научной деятельности организации.

Применение средств анализа данных OLAP позволяет аналитикам, работающим с системой, в оперативном режиме получать структурированную информацию из хранилища данных в необходимом для дальнейшей обработки виде. Вместе с тем дальнейшее многокритериальное оценивание эффективности научных исследований, например путем получения обобщенных DEA-оценок (Data Envelopment Analysis) [1, 2, 3], остается по-прежнему достаточно трудоемким, предполагающим решение множества задач линейного программирования и использование для этого некоторого «внешнего решателя». При этом довольно трудоемким процессом остается как подготовка исходного массива данных для решателя, так и последующая обработка полученных результатов и их наглядное представление [4, 5, 6]. Потоки данных при получении DEA-оценок с использованием информационно-аналитической системы «Наука» и «внешним решателем» представлены на рис. 1.

* Настоящее исследование проведено в рамках выполнения Государственного контракта Минобрнауки России № 16.740.11.0749.

Николай Владимирович Дилигенский (д.т.н., проф.), заведующий кафедрой «Управление и системный анализ в теплоэнергетике».

Андрей Николаевич Давыдов (к.т.н., доц.), начальник управления научных исследований.

Михаил Владимирович Цапенко (к.э.н., доц.), доцент кафедры «Управление и системный анализ в теплоэнергетике».

Дмитрий Алексеевич Барболин, инженер информационно-вычислительного центра.

Для более оперативного и точного многокритериального оценивания эффективности научных исследований разработан и внедрен в информационную систему модуль «Интерфейс аналитика», а также «внутренний решатель» на базе *Solver Foundation* (библиотеки для математического программирования, моделирования и оптимизации) [7]. Разработанный механизм позволяет аналитику самостоятельно формировать необходимый для анализа массив данных и в оперативном режиме получить по нему DEA-оценку (рис. 2).

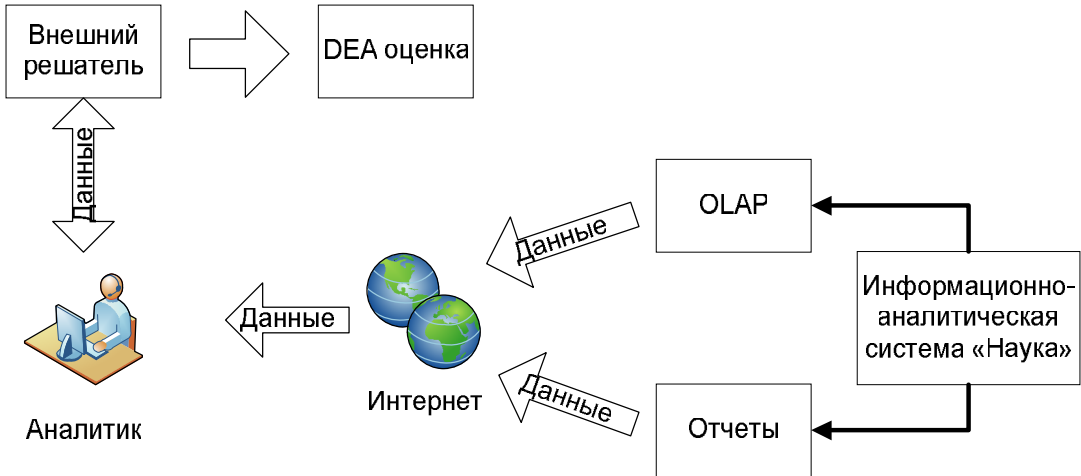


Рис. 1. Поток данных при получении сравнительной DEA-оценки с использованием «внешнего решателя»

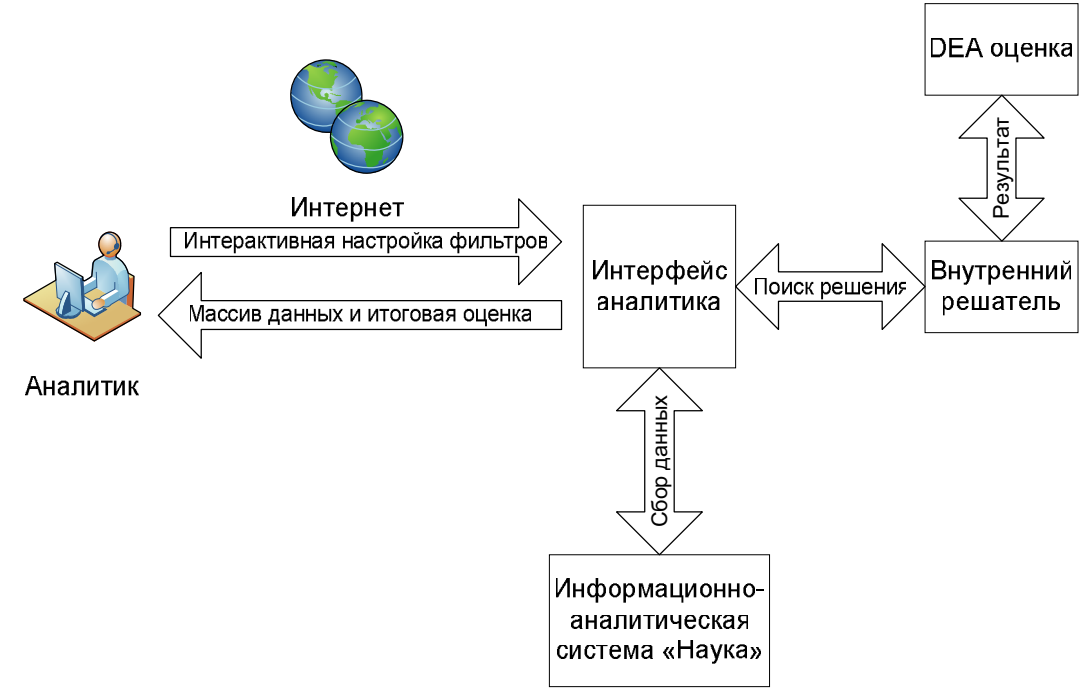


Рис. 2. Поток данных при получении сравнительной DEA-оценки с использованием «интерфейса аналитика»

Для получения DEA-оценки необходимо сформировать исходный массив данных из некоторого множества существующей в хранилище информации. Для этого необходимо определить параметры фильтров, с помощью которых будет выделен требуемый массив данных. Настройка фильтров состоит из нескольких шагов:

- 1) выбор структуры для формирования результатов. Например: факультеты, кафедры, научные коллективы, отдельные ученые, аспиранты и др.;
- 2) формирование совокупности частных или обобщенных показателей, по которым будет проводиться анализ;
- 3) задание временного периода, для которого будет выполнена оценка эффективности.

После настройки необходимых фильтров (структура – показатели – период) система полностью готова для формирования исходного массива данных и расчета DEA-оценок эффективности научных исследований. На рис. 3 показан расчетный цикл формирования набора данных и вычисления DEA-оценки.

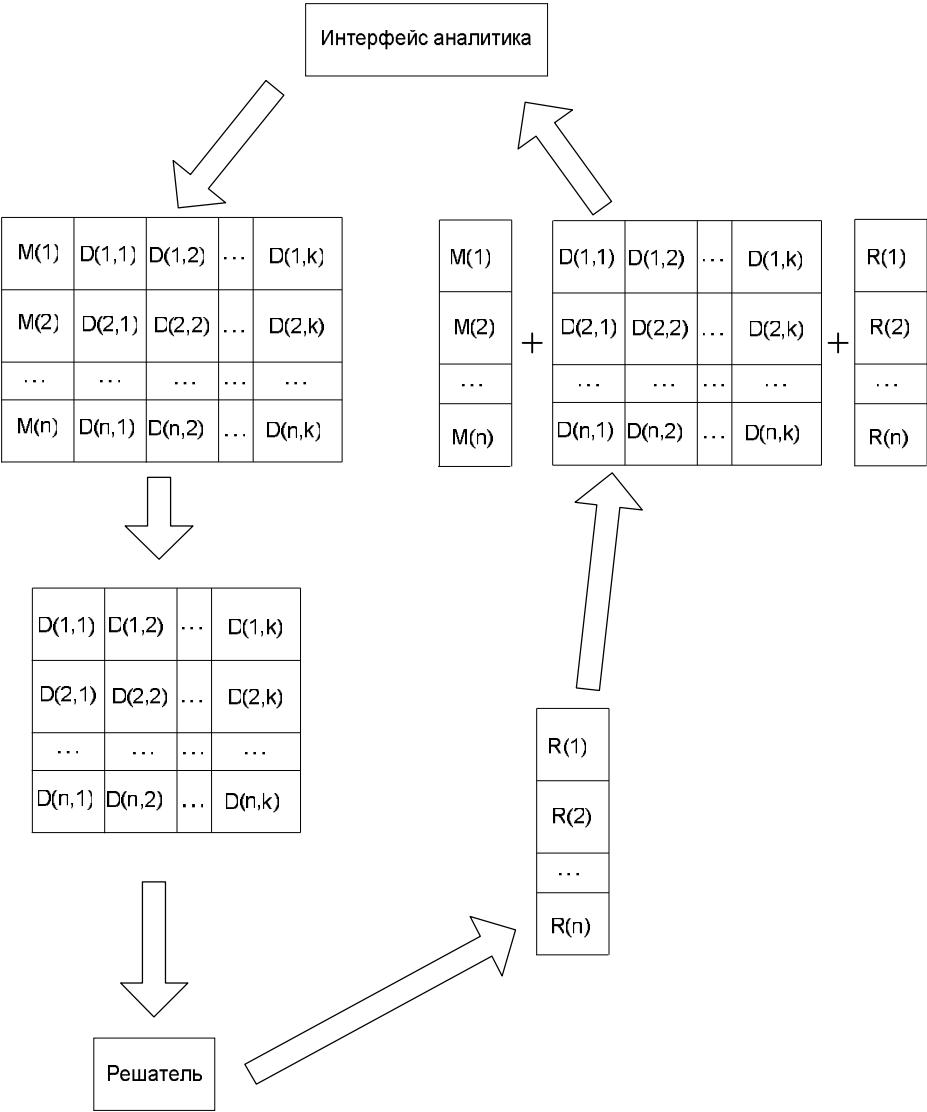


Рис. 3. Расчетный цикл вычисления DEA-оценки эффективности научной деятельности

Исходный массив данных состоит из двух подмножеств: вектора-столбца $M(n)$ – списка из n подразделений (групп авторов или персон), который является маркером для собираемых показателей научной деятельности, а также матрицы численных значений показателей $D(n, k)$, где n – число подразделений (групп авторов или персон); k – число показателей. Для расчета оценки массив $M(n)$ не нужен, поэтому из полученного набора данных выделяется только значимая часть с результатами $D(n, k)$. Полученный результирующий набор отправляется на решение. Поиск решения вынесен в отдельный сервис, принимающий на вход числовую матрицу исходных данных. Размерность матрицы не ограничена и определяется установленными значениями n и k . Полученные результаты DEA-оценок эффективности научной деятельности в виде численного массива $R(n)$ возвращаются сервисом обратно в «интерфейс аналитика», где вместе с исходными массивами структуры и показателей представляются в удобном для аналитика виде.

Проиллюстрируем применение разработанного программно-аналитического инструментария для многокритериального сравнительного оценивания эффективности научно-исследовательских работ, выполненных в 2011 г. в университете в рамках государственного задания. Для расчета сравнительных DEA-оценок выберем три основных группы показателей, по которым Минобрнауки оценивает эффективность выполнения государственного задания вузом в целом.

На рис. 4 и 5 приведены экранная форма и результаты сравнительной оценки НИР по показателям публикаций (статьи, тезисы докладов, монографии, учебники и учебные пособия).

Показатели:

Статьи (Количество)
Тезисы (Количество)
Монографии (Количество)
Учебники и учебные пособия (Количество)

Учебники и учебные пособия

Количество

Добавить

Очистить

НИР

НИР: 517/11; 516/11; 529/11; 515/11; 508/11; 520/11; 527/11; 505/11; 504/11; 514/11; 534/11; 511/11; 523/11; 527/11; 513/11; 559/11; 519/11; 526/11; 528/11; 554/11; 557/11; 506/11; 502/11; 501/11; 553/11; 533/11; 509/11; 555/11; 552/11; 524/11; 550/11; 530/11; 503/11; 549/11; 522/11; 556/11; 510/11; 500/11; 512/11; 531/11; 518/11; 507/11; 532/11; 521/11; 525/11; 551/11; 558/11;

НИР

Участники НИР

Период:

Периоды: 2011 2 полугодие; 2011 1 полугодие;

Периоды

Проанализировать

	Статьи (Количество)	Тезисы (Количество)	Монографии (Количество)	Учебники и учебные пособия (Количество)	Результат
500/11	21	7	0	2	0,692982456140351
501/11	23	1	1	0	0,464285714285714
502/11	11	3	0	2	0,666666666666667
503/11	18	1	2	3	1
504/11	10	0	0	2	0,666666666666667
505/11	38	21	3	2	1
506/11	23	10	0	3	1
507/11	35	17	0	2	0,815789473684211
508/11	25	19	0	3	1
509/11	21	0	0	0	0,375
510/11	4	4	0	0	0,125
511/11	31	13	0	1	0,553571428571429
512/11	13	5	1	2	0,666666666666667
513/11	28	27	0	2	0,927536231884058
514/11	13	1	0	2	0,666666666666667
515/11	19	0	1	0	0,392857142857143
516/11	9	6	2	3	1
517/11	15	10	0	2	0,666666666666667
518/11	10	13	1	3	1
519/11	8	3	1	0	0,333333333333333
520/11	29	0	1	2	0,794117647058823
521/11	8	7	0	0	0,21875
522/11	9	3	0	0	0,160714285714286
523/11	15	6	2	0	0,666666666666667
524/11	18	27	0	0	0,84375

Рис. 4. Экранная форма для оценки эффективности научно-исследовательских работ, выполняемых в рамках государственного задания, по публикациям

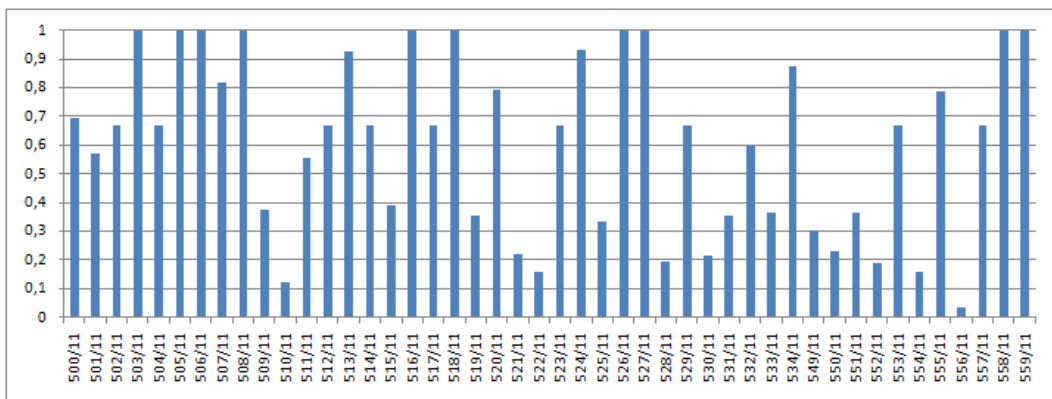


Рис. 5. Результаты сравнительной оценки НИР по публикациям

На рис. 6 приведены результаты сравнительной оценки НИР по участию коллективов в подготовке кадров высшей квалификации (защиты диссертаций, работа в диссертационных советах).

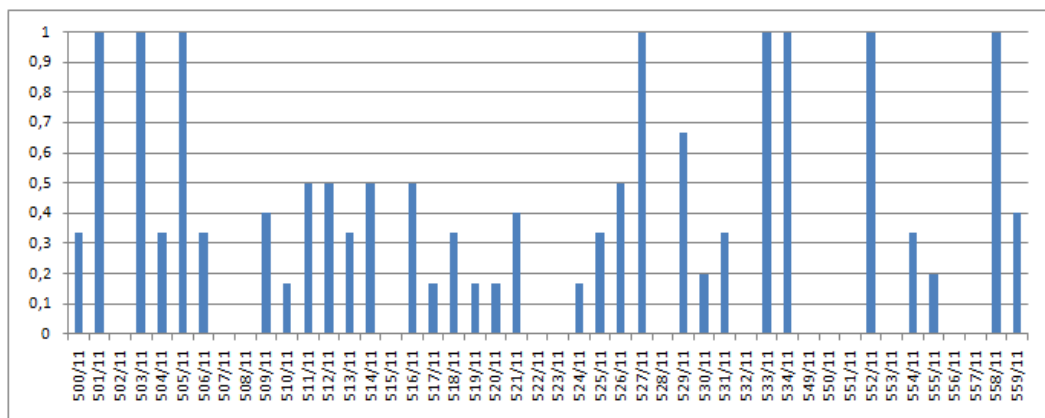


Рис. 6. Результаты сравнительной оценки НИР по участию в подготовке кадров высшей квалификации

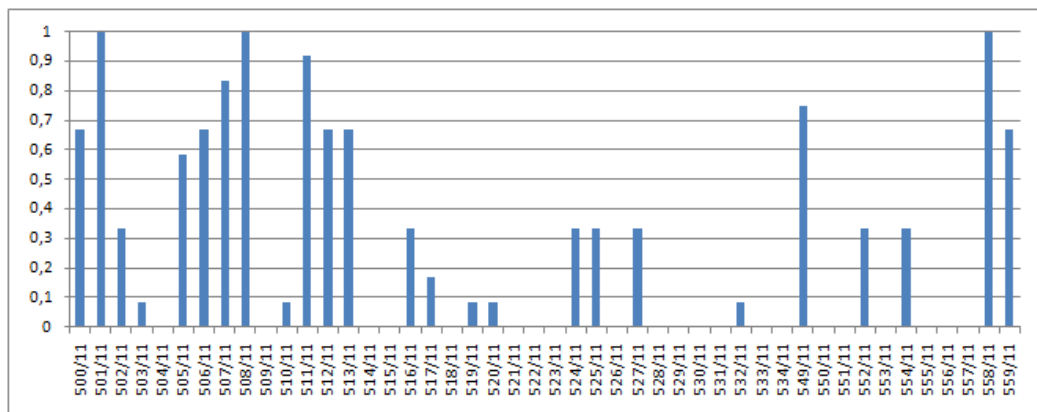


Рис. 7. Результаты сравнительной оценки НИР по результативности патентно-изобретательской деятельности

На рис. 7 приведены результаты сравнительной оценки НИР по результативности патентно-изобретательской деятельности.

Из результатов сравнительного многокритериального анализа видно, что коллективы исполнителей НИР имеют существенно разный уровень эффективности выполнения НИР в рамках государственного задания. Причем для каждой из групп показателей есть коллективы, имеющие максимальную оценку, а по группам показателей «Подготовка кадров высшей квалификации» и «Патентно-изобретательская деятельность» есть коллективы, совсем не имеющие показателей. Среди 46 научно-исследовательских работ имеется всего одна, у которой максимальная оценка по всем трем группам показателей (НИР №558/11). К наименее эффективно выполняемым НИР следует отнести темы №522/11, 528/11, 550/11, 551/11, 556/11. Эти НИР имеют низкую DEA-оценку по показателям группы «Публикации» и совсем не имеют показателей по двум другим группам.

Таким образом, разработанный программно-аналитический инструментарий для многокритериальной оценки эффективности научной деятельности подразделений, научных коллективов и отдельных персон позволяет в интерактивном режиме рассчитывать DEA-оценку эффективности научных исследований на основе информации о показателях, имеющихся в информационно-аналитической системе «Наука». Специально созданный модуль системы «Интерфейс аналитика» существенно упрощает процесс подготовки исходных данных для расчета и позволяет наглядно визуализировать его результаты. В качестве решателя для вычисления DEA-оценки эффективности научной деятельности использовались алгоритмы и процедуры библиотеки математического программирования, моделирования и оптимизации *Solver Foundation* версии 3.1.

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. *Дилигенский 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.
5. *Дилигенский 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.
6. *Дилигенский Н.В., Цапенко М.В., Давыдов А.Н.* Многокритериальная методология выявления перспективных направлений научных исследований // Вестник Самарского государственного технического университета №4 (32). Сер. Технические науки. – Самара, 2011. – С. 26-33.
7. *Макленнен Дж., Танг Ч., Криват Б.* Microsoft SQL Server 2008: Data Mining – интеллектуальный анализ данных. – BHV, 2009. – 720 с.

Статья поступила в редакцию 4 сентября 2011 г.

SOFTWARE AND ANALYTICAL TOOLS FOR MULTICRITERIAL EVALUATION OF SCIENTIFIC RESEARCH EFFICIENCY

N.V. Diligensky, A.N. Davydov, M.V. Tsapenko, D.A. Barbolin

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

This paper discusses the issues of the creation and use of software and analytical tools for multi-criterial evaluation of the effectiveness of scientific research carried out in Samara State Technical University.

Keywords: *information systems, databases, multi-criteria evaluation, the effectiveness of the implementation of research.*

*Nikolay V. Diligensky (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.
Andrey N. Davydov (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.
Michail V. Tsapenko (Ph.D. (Econ.)), Associate professor.
Dmitry A. Barbolin, Engineer.*