

Хацкевич Г.А., доктор экономических наук, профессор, проректор по научной работе Минского института управления

Гедранович А.Б., старший преподаватель Минского института управления

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕСПУБЛИКАНСКОГО КОНКУРСА НАУЧНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ МЕТОДОМ КОНЦЕНТРАЦИИ ДАННЫХ В СРЕДЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Введение

Организация научно-исследовательской работы студентов (НИРС) в вузах – важный этап в подготовке научно-педагогических кадров. Выявление на ранних этапах наиболее талантливых и склонных к исследовательской деятельности студентов позволяет сконцентрировать интеллектуальный потенциал молодежи и направить его на решение актуальных практических и теоретических задач.

Ежегодный Республиканский конкурс научных работ студентов является заключительной и наиболее масштабной стадией НИРС. В 2006 г. Министерством образования Республики Беларусь было создано 29 научных секций, по которым сформированы конкурсные комиссии в 23 базовых вузах. Эти комиссии провели экспертизу 3070 работ студентов из 52 вузов, среди которых 2089 работ были удостоены наград, в т.ч. 62 автора получили звание лауреата [1].

Несмотря на некоторые организационные недочеты, рассмотренные в [2] и [4], Республиканский конкурс научных работ студентов остается единственным общенациональным мероприятием, позволяющим оценить эффективность организации и продуктивность НИРС в вузах.

Целью данной статьи является осуществление анализа, позволяющего оценить степень использования имеющегося у вузов потенциала для организации НИРС и результативности такой работы. Для достижения поставленной цели авторами предлагается использовать метод концентрации данных в среде функционирования (*DEA – Data Envelopment Analysis*) – популярный в последние годы инструментальный для анализа эффективности работы различных организаций и их подразделений: банков, правительств, супермаркетов, университетов, почтовых служб, менеджеров и т.д.

В разделе 1 кратко описываются методология DEA и инструментарий для построения статистических выводов на ее основе, в разделе 2 рассматриваются данные, используемые для построения моделей, в части 3 приводятся основные результаты.

1. Методология анализа

Теоретическая основа современного анализа эффективности, основанная на рассмотрении производства как совокупности процессов, была заложена в работах Купманса [14] и Дебре [10]. Фаррел [12] высказал предложение о введении универсального индекса для измерения эффективности деятельности произвольной производственной единицы (DMU – *Decision Making Unit*) «... от мастерской до целой экономики», которая превращает некоторые входные факторы или ресурсы (*inputs*) в выходные факторы или продукцию (*outputs*).

Множество производства Ψ в терминах Фаррела-Дебре может быть описано следующим образом:

$$\Psi = \{(x, y) \in \mathbf{R}_+^{p+q} \mid x \text{ достаточно для производства } y\},$$

где: $x \in \mathbf{R}_+^p$ – вектор ресурсов размерности p ,

$y \in \mathbf{R}_+^q$ – вектор продукции размерности q .

Купманс ввел понятие входной и выходной идентификации модели деятельности DMU. Входная идентификация подразумевает, что выходные переменные зафиксированы и стоит задача минимизации входов, т.е. решается задача поиска «*функции минимальной стоимости производства*» или «*функции минимального использования ресурсов*». Выходная идентификация модели, напротив, ищет максимум производства при фиксированных ресурсах. Для оценки эффективности организации НИРС в вузах Республики Беларусь лучше подходит выходная идентификация, т.к. ресурсы учреждений образования в краткосрочном периоде, как правило, фиксированы.

Для множества производства Ψ метрика Фаррела для выходной эффективности $\lambda(x, y)$ некоторой производственной единицы определяется следующим образом:

$$\lambda(x, y) = \sup\{\lambda \mid (x, \lambda y) \in \Psi\},$$

где: $\lambda(x, y) = 1$ означает принадлежность DMU производственной границе, а $\lambda(x, y) > 1$ указывает на возможное пропорциональное увеличение продукции в случае устранения неэффективности.

На практике множество Ψ , а следовательно, и метрика $\lambda(x, y)$ неизвестны, поэтому возникает задача их оценки по набору экспериментальных данных χ_n :

$$\chi_n = \{(x_i, y_i), i = \overline{1, n}\},$$

где: n – количество исследуемых производственных единиц.

Существующие подходы к построению производственной границы можно разделить на параметрические и непараметрические, а также стохастические и детерминированные. Параметрические методы требуют априорного задания функциональной зависимости между ресурсами и продуктами производственных единиц, в непараметрических методах такое ограничение отсутствует. В случае стохастической производственной границы допускается присутствие шума и ошибок в данных, детерминированный подход предполагает, что все экспериментальные точки принадлежат множеству производства, т.е.

$(x_i, y_i) \in \Psi, i = \overline{1, n}$, т.е. возможность погрешности измерений, наличия шума и т.д. исключается.

В данной работе применяются непараметрические детерминированные методы, среди основных преимуществ которых можно выделить малое количество ограничений на множество производства (обычно выпуклость и свободная расположенность (*free disposability*)), возможность расчета эффективности в случае нескольких входных и выходных переменных одновременно, выявление наиболее эффективной производственной границы, достижимой на практике, расчет простых индексов эффективности для каждой производственной единицы, наличие входной и выходной идентификации модели.

Одним из наиболее распространенных способов оценки детерминированной производственной границы и метрик Фаррела является метод концентрации данных в среде

функционирования (DEA), описанный Чарнзом, Купером и Родезом в [8]. В рамках данной методики по экспериментальным данным можно построить кусочно-линейную производственную границу, относительно которой измеряется эффективность DMU . В ранней версии модели DEA, которую также называют CCR – по первым буквам фамилий ее авторов, – предполагалось постоянное воздействие масштаба производства на конечный продукт (CRS – *Constant Returns to Scale*). В работе [6] Бэнкером, Чарнзом и Купером модель DEA была модифицирована для учета переменного воздействия масштаба производства (VRS – *Variable Returns to Scale*). Такая версия часто упоминается как ВСС-модель.

Оценку достижимого множества производства для заданных наблюдений $\hat{\Psi}_{DEA}(\chi_n)$ с помощью DEA-модели можно получить из следующего выражения:

$$\hat{\Psi}_{DEA}(\chi_n) = \left\{ (x, y) \in R_+^{p+q} \mid \begin{aligned} &y \leq \sum_{i=1}^n \gamma_i y_i, \\ &x \geq \sum_{i=1}^n \gamma_i x_i, \sum_{i=1}^n \gamma_i = 1, \gamma_i \geq 0, i = \overline{1, n} \end{aligned} \right\}$$

где: γ_i – некоторый весовой коэффициент для i -й производственной единицы, рассчитываемый исходя их экспериментальных данных. В такой записи она соответствует модели с переменным воздействием масштаба производства. CCR-модель отличается от ВСС-модели только отсутствием равенства $\sum_{i=1}^n \gamma_i = 1$. Со- поставление решений двух задач для постоянного и переменного воздействия масштаба производства позволяет судить об оптимальности размера производства (*scale efficiency*) для рассматриваемой единицы.

Для некоторой экспериментальной точки (x_0, y_0) , которая соответствует DMU_0 , входная метрика эффективности Фаррела

$\hat{\lambda}(x_0, y_0)$ запишется как:

$$\hat{\lambda}_0(x_0, y_0) = \max_{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n} \left\{ \lambda \geq 0 \mid (x_0, \lambda y_0) \in \hat{\Psi}_{DEA}(\chi_n) \right\}.$$

Величину $\hat{\lambda}_0(x_0, y_0)$ называют технической эффективностью (*technical efficiency*) для DMU_0 или метрикой Фаррела. В работе [6] показано, что DMU_0 будет эффективным в том случае, если его техническая эффективность равна 1 (т.е. DMU_0 находится на границе производственных возможностей), и ограничения на ресурсы и объем продукции в [4] принимают форму равенства. В случае, когда техническая эффективность больше 1, DMU_0 является неэффективным, а устранение этого недостатка (т.е. перемещение на границу производственных возможностей) ведет к пропорциональному увеличению продукта на величину $\hat{\lambda}_0(x_0, y_0)$.

В случае входной идентификации модели метрика Фаррела $\hat{\theta}_0(x_0, y_0)$ принимает значе-

ния от 0 до 1 и указывает, насколько DMU_0 может пропорционально уменьшить использование своих ресурсов при фиксированном объеме производства. Часто на практике используют метрику Шепарда [16], которая является обратной величиной по отношению к технической эффективности Фаррела.

Метод концентрации данных в среде функционирования в последние годы превратился в популярный инструмент оценки эффективности для различных производственных единиц, в т.ч. университетов, см., например, [13]. Вместе с тем DEA – это не единственный непараметрический детерминированный метод построения производственной границы. Так, широко известен метод свободного расположения (*FDH – Free Disposal Hull*) [11], в последние годы активно разрабатываются робастные методы оценки производственных границ, например, модель ожидаемого максимального выхода порядка m (*order-m*) [7].

Одним из основных недостатков непараметрических детерминированных методов является сложность в построении статистических выводов для оценок эффективности, поскольку их свойства до сих пор целиком не исследованы [18].

Тем не менее существует методика для выявления выбросов в экспериментальных данных [17] с помощью модели *order - m*. Оценки значимости переменных для вложенных DEA-моделей позволяет получить тест Пастора [15]. С помощью бутстреп-методов, разработанных Эфроном [3] и адаптированных Симаром и Уилсоном [18] для DEA-моделей, можно строить доверительные интервалы для метрик эффективности во входной и выходной идентификации. Влияние переменных внешней среды на эффективность производственной единицы позволяет оценить методика, разработанная

Дараио и Симаром [9]. Некоторые из перечисленных инструментов применяются ниже в данной статье.

2. Описание данных

Сводные данные об итогах Республиканского конкурса научных работ студентов приведены в табл. 1. Отдельными графами поданы результаты вузов в конкурсных комиссиях, сформированных на их базе, поскольку, как отмечается в [2] и [4], это может существенно влиять на итоговое распределение победных мест. Данный аспект конкурса будет подробнее проанализирован ниже.

Таблица 1
Итоги Республиканского конкурса научных работ студентов вузов Республики Беларусь

Вуз	«Свои» комиссии	Заявки всего / в «свои» комиссии	Победы всего / в «своих» комиссиях	Баллы, набранные победителями конкурса
1	2	3	4	5
АМВДРБ	0	37/0	14/0	492
АУПРБ	1	13/7	7/5	229
БарГУ	0	44/0	15/0	443
БГАИ	0	18/0	12/0	383
БГАМ	0	20/0	19/0	598
БГАТУ	1	53/28	40/25	1417
БГМУ	1	233/233	189/190	6258
БГПУ	1	100/59	81/52	2813
БГСХА	1	95/72	80/65	2744
БГТУ	2	225/141	190/135	6559
БГУ	2	183/42	128/31	4352
БГУИР	2	122/110	116/109	3901
БГУКИИ	1	44/20	33/13	1046
БГУФК	1	51/51	38/38	1285
БГЭУ	2	108/84	74/61	2791
БелГУТ	1	35/24	29/24	1086
БИП	0	12/0	2/0	67
БНТУ	2	160/37	96/30	3267
БрГТУ	1	53/18	33/18	1193
БрГУ	0	44/11	33/0	1124
БРУ	1	73/0	59/10	2345
БТЭУ	0	25/0	9/0	286
ВА РБ	0	52/0	36/0	1278
ВГАВМ	0	22/0	21/0	823
ВГМУ	0	92/0	51/0	1775
ВГТУ	1	76/31	61/31	2190
ВГУ	1	93/12	69/12	2308
ВФ УО ФПБ МИТСО	0	1/0	1/0	34
ГГМУ	0	12/0	9/0	304
ГГТУ	0	30/0	18/0	581
ГГУ	2	61/11	51/11	1755

1	2	3	4	5
ГрГМУ	0	23/0	17/0	566
ГрГУ	1	102/10	59/10	1931
ГФ УО ФПБ МИТСО	0	13/0	5/0	162
ИНБ	0	1/0	1/0	31
ИПД	0	2/0	1/0	30
ИСЗ	0	6/0	3/0	88
КИИ МЧС	0	4/0	2/0	60
МГВАК	0	8/0	6/0	181
МГВРК	0	6/0	6/0	218
МГЛУ	1	81/77	78/76	2331
МГПУ	0	37/0	20/0	628
МГУП	1	37/24	30/22	1051
МГЭИ	0	16/0	1/0	33
МГЭУ	1	13/8	8/4	283
МИТСО	0	5/0	0/0	0
МИУ	0	242/0	75/0	2446
МогГУ	1	104/13	52/7	1585
ПГУ	0	136/0	81/0	3019
УО ГрГАУ	0	27/0	23/0	811
ЧИУиП	0	3/0	2/0	61
ЧУО ИПиП	0	17/0	5/0	152
ИТОГО	29	3070/1123	2089/979	71394

Результативностью НИРС в вузе являются: в организационном аспекте – количество заявок, а в качественном – количество победителей в конкурсе научных работ студентов. Однако более удачной метрикой, измеряющей общее качество выполнения работы, может служить, на наш взгляд, сумма баллов, полученных победителями конкурса в соответствии с оценками экспертов конкурсных комиссий [1].

Какие ресурсы может задействовать вуз для более качественной и всесторонней организации НИРС? В первую очередь – имеющийся потенциал студентов и преподавателей вуза.

Анализ данных [1] и [2] указывает на то, что в НИРС участвуют преимущественно студенты дневной формы обучения, при этом основная доля заявок приходится на студентов 3–6 курсов – 51,7% и выпускников – 36,0%. Как показывают данные табл. 2, необходимо рассматривать различные категории студентов как отдельные ресурсы. Тем не менее при построении моделей, учитывая специфику статистических данных [5], а также в целях сокращения размерности, выпускники и магистранты были объединены в одну категорию.

Таблица 2

Категории студентов, участвующих в конкурсе научных работ

Категория	Количество заявок	Доля в общем количестве заявок	Численность по всем вузам	Заявок на 100 человек
Студенты 3–6 курсов	1587	51.69%	106204	1.49
Выпускники	1105	35.99%	31821	3.47
Магистранты	186	6.06%	1330	13.98
Студенты 1–2 курсов	164	5.34%	86550	0.19
Нет данных / другое	28	0.91%	–	–
ИТОГО	3070	100.00%	225905	1.36

Вторым ресурсом вузов является профессорско-преподавательский состав. Из табл. 3 видно, что различные категории ППС неодинаково активно участвуют в руководстве НИРС. Так, доктора наук в среднем руководят в 1.7 раза большим числом студенческих научных работ, нежели кандидаты наук и в 4.8 раз больше, чем преподаватели без ученой степени.

Таблица 3

Категории ППС, участвующих в руководстве НИРС

Категория	Количество заявок	Доля в общем количестве заявок	Численность по всем вузам	Заявок на 100 человек
Доктор наук	450	14.66%	1334	33.73
Кандидат наук	1699	55.34%	8498	19.99
Без степени / нет данных	921	30.00%	13139	7.01
ИТОГО	3070	100.00%	22971	13.36

Несмотря на то, что методология DEA позволяет совмещать несколько входных переменных с несколькими выходными, были построены две отдельные модели: одна с «выходом» – количество заявок, другая – сумма баллов победителей. Таким образом можно учесть как эффективность организации НИРС в вузе, так и ее продуктивность. Источником данных о выходных переменных послужила официальная статистика,

содержащаяся на сайте оргкомитета Республиканского конкурса научных работ студентов Республики Беларусь [1].

В табл. 4 приведены описание переменных и некоторые характеристики вузов-участников конкурса. Статистика приведена по 51 учреждению образования. На данном этапе из рассмотрения был исключен Институт национальной безопасности, т.к. статистические данные о нем в сборнике [5] отсутствуют.

Таблица 4

Описание переменных моделей

Название	Описание	Минимум	Максимум	Среднее	Медиана
<i>Ресурсы</i>					
DOCTORS	Численность докторов наук	1	210	26	13
CANDIDATES	Численность кандидатов наук	16	952	162	119
NODEGREE	Численность ППС без ученой степени	26	1041	251	183
STUD12	Численность студентов 1–2 курсов	0	8 091	1 697	1 272
STUD36	Численность студентов 3–6 курсов	163	10 799	2 082	1 443
GRADMAST	Численность выпускников и магистрантов	30	3 201	650	529
<i>Продукты</i>					
ORDERS	Количество заявок	1	243	60	37
SCORE	Общая сумма баллов победителей	0	6 559	1 399	1 046
<i>Переменные внешней среды</i>					
OWN	Доля заявок, направленных в «свой» комиссию	0	1	0.24	0

3. Результаты

Построение моделей и их анализ проводились с помощью библиотеки [20] для статистического пакета [19].

Первым этапом построения моделей эффективности организации и продуктивности НИРС в вузах была процедура отсева выбросов – экспериментальных данных, которые порождены процессом, отличным от исследуемого. Для этого применялась модель *order – m*, предложенная в [7] и адаптированная в [17] для выявления выбросов в данных. При проведении отсева первая и вторая модели строились по полному набору ресурсов.

В результате для первой модели (*MODEL1*), оценивающей качество организации НИРС в вузе, были отсеяны следующие заведения: Витебский и Гомельский филиалы МИТСО, ИПД, командно-инженерный институт МЧС, высший авиационный и радио колледжи, МГЭИ и ЧУО ИПиП. Для этих вузов характерно небольшое количество заявок на конкурс научных работ студентов (см. таблицу 1), что не позволяет делать достоверные статистические выводы. Таким образом, для первой модели анализировались данные 43 вузов.

Для второй модели (*MODEL2*), оценивающей качество научных работ, не были отсеяны (по сравнению с первой моделью) ИПД, МГЭИ и ИПП, но был исключен МИТСО. В итоге для анализа использовались 45 наблюдений.

На этом этапе, помимо отбора значимых экспериментальных точек, также решается задача о поиске «сверхэффективных» производственных единиц [17], которые продемонстрировали объем производства значительно больший, нежели их конкуренты со схожим набором ресурсов. Так, для *MODEL1* – это ВГМУ, МИУ и ПГУ, а для *MODEL2* – ВГМУ, БГТУ и БГУИР.

Следующим этапом в построении обеих моделей была спецификация входных переменных, определяющая их значимость (см. табл. 4). Заметим, что общепринятого теста для проведения этой процедуры не существует, но в нашем исследовании применялся тест

Пастора [15], позволяющий делать выводы о значимости переменных во вложенных моделях. При расчетах использовались рекомендуемые автором теста параметры $\bar{\rho} = 1.1$ и $p_0 = 0.15$. В результате как для (*MODEL1*), так и для (*MODEL2*) были исключены переменные *NODEGREES* и *STUD12* как не влияющие на итоговый выпуск продукции. Надежность теста составила 0.962 и 0.970 для первой и второй моделей соответственно.

Третьим шагом в построении моделей был расчет технической эффективности [5] для качества организации и продуктивности НИРС в вузах. При этом задействовалась модель с постоянной отдачей от масштаба (CCR), т.к. большинство вузов с незначительными для участия в конкурсе ресурсами были отсеяны на втором шаге, а оставшиеся находились в примерно равных условиях.

В работе [18] описана методика построения доверительных интервалов для технической эффективности с помощью бутстрепа. Авторами данная методика была применена для обеих моделей (количество бутстреп-выборок $B = 2000$, доверительный интервал построен для $\alpha = 0.05$). Расчет проводился как для метрики Фаррела, указывающей, во сколько раз вуз может увеличить свою продукцию при достижении производственной границы, так и для метрики Шепарда (обратной величины) – обозначающей долю возможного продукта, получаемую вузом. Так, если техническая эффективность по Фаррелу равна 1, то вуз целиком использует все имеющиеся у него ресурсы для организации (*MODEL1*) и обеспечения продуктивности (*MODEL2*) НИРС. Если метрика Фаррела, например, для первой модели равна 2, то это означает, что при имеющихся ресурсах вуз может увеличить количество заявок в 2 раза, но для этого нужно избавиться от «неэффективности» – организационных и других факторов, препятствующих подготовке студенческих научных работ в вузе. Результаты расчетов приведены в табл. 5 и 6, название вузов указаны в соответствии с [1].

Эффективность организации участия в конкурсе научных работ в вузах *MODEL1*

Вуз	Метрика Фаррела			Метрика Шепарда		
	Техническая эффективность	Нижняя граница	Верхняя граница	Техническая эффективность	Нижняя граница	Верхняя граница
АМВДРБ	3.7538	3.0721	4.6118	0.2664	0.2168	0.3255
АУПРБ	7.2939	6.0265	8.9670	0.1371	0.1115	0.1659
БарГУ	1.0520	1.0000	1.3065	0.9506	0.7654	1.0000
БГАИ	1.9286	1.4504	2.3568	0.5185	0.4243	0.6895
БГАМ	2.7793	2.0609	3.4058	0.3598	0.2936	0.4852
БГАТУ	4.1271	3.2510	5.0821	0.2423	0.1968	0.3076
БГМУ	1.1505	1.0000	1.4182	0.8692	0.7051	1.0000
БГПУ	5.4855	4.3904	6.7220	0.1823	0.1488	0.2278
БГСХА	3.4106	2.6959	4.1203	0.2932	0.2427	0.3709
БГТУ	1.7581	1.4316	2.1625	0.5688	0.4624	0.6985
БГУ	5.5679	4.5605	6.8431	0.1796	0.1461	0.2193
БГУИР	4.2319	2.7949	5.1681	0.2363	0.1935	0.3578
БГУКиИ	3.5088	2.7439	4.3133	0.2850	0.2318	0.3644
БГУФК	1.5883	1.3224	1.9619	0.6296	0.5097	0.7562
БГЭУ	5.0125	4.0395	6.1369	0.1995	0.1629	0.2476
БелГУТ	4.9603	3.8212	6.0452	0.2016	0.1654	0.2617
БИП	9.1158	7.1731	11.0519	0.1097	0.0905	0.1394
БНТУ	7.2674	5.4818	8.9084	0.1376	0.1123	0.1824
БрГТУ	2.8385	2.3832	3.5219	0.3523	0.2839	0.4196
БрГУ	4.2088	3.5541	5.2104	0.2376	0.1919	0.2814
БРУ	3.4880	2.5453	4.1899	0.2867	0.2387	0.3929
БТЭУ	2.7778	2.3691	3.4507	0.3600	0.2898	0.4221
ВАРБ	2.2257	1.8658	2.7446	0.4493	0.3644	0.5360
ВГАВМ	8.3264	6.4405	10.1775	0.1201	0.0983	0.1553
ВГМУ	1.3385	1.1278	1.6526	0.7471	0.6051	0.8867
ВГТУ	1.5228	1.2763	1.8806	0.6567	0.5318	0.7835
ВГУ	2.4888	2.0295	3.0503	0.4018	0.3278	0.4927
ГГМУ	8.1766	6.6885	10.0297	0.1223	0.0997	0.1495
ГГТУ	4.6296	3.8411	5.6912	0.2160	0.1757	0.2603
ГГУ	6.6181	4.9706	8.0472	0.1511	0.1243	0.2012
ГрГМУ	4.9751	4.1779	6.1277	0.2010	0.1632	0.2394
ГрГУ	4.0000	3.1035	4.8504	0.2500	0.2062	0.3222
ИСЗ	9.6432	7.4920	11.7148	0.1037	0.0854	0.1335
МГЛУ	2.8571	2.2969	3.4687	0.3500	0.2883	0.4354
МГПУ	3.4412	2.8916	4.2623	0.2906	0.2346	0.3458
МГУП	3.7538	2.9254	4.5548	0.2664	0.2195	0.3418
МГЭУ	5.2274	4.1608	6.4663	0.1913	0.1546	0.2403
МИТСО	11.5714	8.6414	14.0147	0.0864	0.0714	0.1157
МИУ	1.0000	1.0000	1.1822	1.0000	0.8459	1.0000
МорГУ	1.8918	1.5380	2.3116	0.5286	0.4326	0.6502
ПГУ	1.3615	1.0983	1.6604	0.7345	0.6023	0.9105
УОГрГАУ	5.1440	3.9744	6.2455	0.1944	0.1601	0.2516
ЧИУиП	15.4286	12.6538	18.9355	0.0648	0.0528	0.0790

На рис. 1 и 2 приведены доверительные интервалы метрики Шепарда для *MODEL1* и *MODEL2*. Если для некоторых вузов доверительные интервалы пересекаются, то можно говорить о том, что исходных данных

недостаточно для того, чтобы делать выводы о различии в эффективности этих заведений. Можно также отметить, что интервалы для лидирующих вузов не пересекаются с интервалами для вузов-аутсайдеров.

Продуктивность участия вузов в конкурсе научных работ *MODEL2*

Вуз	Метрика Фаррела			Метрика Шепарда		
	Техническая эффективность	Нижняя граница	Верхняя граница	Техническая эффективность	Нижняя граница	Верхняя граница
АМВДРБ	4.7801	3.9759	5.5950	0.2092	0.1787	0.2515
АУПРБ	7.8555	6.2660	9.2347	0.1273	0.1083	0.1596
БарГУ	1.8776	1.5760	2.2504	0.5326	0.4444	0.6345
БГАИ	1.2300	1.0226	1.4352	0.8130	0.6967	0.9779
БГАМ	1.1773	1.0153	1.3623	0.8494	0.7341	0.9849
БГАТУ	2.1598	1.8738	2.4941	0.4630	0.4009	0.5337
БГМУ	1.0000	1.0000	1.1849	1.0000	0.8439	1.0000
БГПУ	2.8193	2.4570	3.2395	0.3547	0.3087	0.4070
БГСХА	1.6926	1.4658	1.9573	0.5908	0.5109	0.6822
БГТУ	1.0000	1.0000	1.1516	1.0000	0.8684	1.0000
БГУ	3.9714	3.2476	4.6459	0.2518	0.2152	0.3079
БГУИР	1.5108	1.1889	1.7726	0.6619	0.5642	0.8411
БГУКий	2.0636	1.7826	2.3744	0.4846	0.4212	0.5610
БГУФК	1.1084	1.0000	1.3070	0.9022	0.7651	1.0000
БГЭУ	2.9240	2.5214	3.3637	0.3420	0.2973	0.3966
БелГУТ	2.3020	1.9387	2.6712	0.4344	0.3744	0.5158
БИП	22.5217	19.5636	25.8303	0.0444	0.0387	0.0511
БНТУ	4.6361	3.9666	5.3901	0.2157	0.1855	0.2521
БрГТУ	2.2517	1.9177	2.6756	0.4441	0.3738	0.5215
БрГУ	3.1182	2.5709	3.7146	0.3207	0.2692	0.3890
БРУ	1.3235	1.1305	1.5156	0.7556	0.6598	0.8845
БТЭУ	4.5956	3.8284	5.5268	0.2176	0.1809	0.2612
ВАРБ	1.5569	1.3330	1.8540	0.6423	0.5394	0.7502
ВГАВМ	3.1990	2.6497	3.7121	0.3126	0.2694	0.3774
ВГМУ	1.6173	1.1676	1.9561	0.6183	0.5112	0.8565
ВГТУ	1.0000	1.0000	1.1817	1.0000	0.8463	1.0000
ВГУ	1.6496	1.3791	1.9307	0.6062	0.5179	0.7251
ГГМУ	5.0968	4.3595	5.8978	0.1962	0.1696	0.2294
ГГТУ	4.2283	3.5678	4.9839	0.2365	0.2006	0.2803
ГГУ	2.8827	2.5137	3.3377	0.3469	0.2996	0.3978
ГрГМУ	4.2319	3.2383	5.1162	0.2363	0.1955	0.3088
ГрГУ	2.8129	2.4824	3.2308	0.3555	0.3095	0.4028
ИПД	15.1004	12.6703	17.8563	0.0662	0.0560	0.0789
ИСЗ	9.6061	8.1831	11.0678	0.1041	0.0904	0.1222
МГЛУ	1.5158	1.3019	1.7710	0.6597	0.5646	0.7681
МГПУ	3.5932	3.0027	4.2818	0.2783	0.2335	0.3330
МГУП	1.8957	1.6548	2.1859	0.5275	0.4575	0.6043
МГЭИ	12.6194	10.7004	15.0808	0.0792	0.0663	0.0935
МГЭУ	3.3933	2.9304	3.9332	0.2947	0.2542	0.3412
МИУ	1.0000	1.0000	1.1563	1.0000	0.8649	1.0000
МорГУ	2.0691	1.7211	2.4130	0.4833	0.4144	0.5810
ПГУ	1.0000	1.0000	1.1567	1.0000	0.8645	1.0000
УО ГрГАУ	2.3568	2.0605	2.7058	0.4243	0.3696	0.4853
ЧИУиП	12.3595	10.4726	14.5778	0.0809	0.0686	0.0955
ЧУО ИПиП	3.9620	3.3813	4.6892	0.2524	0.2133	0.2957

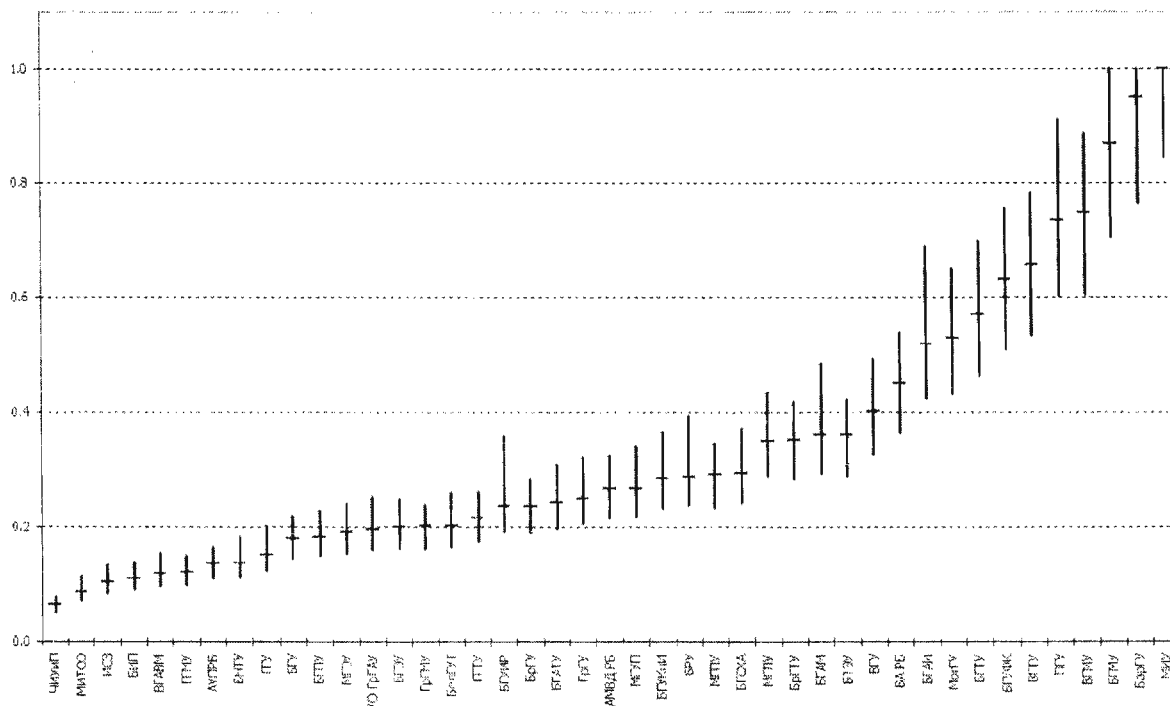


Рис. 1. Доверительные интервалы метрики Шепарда для *MODEL1*

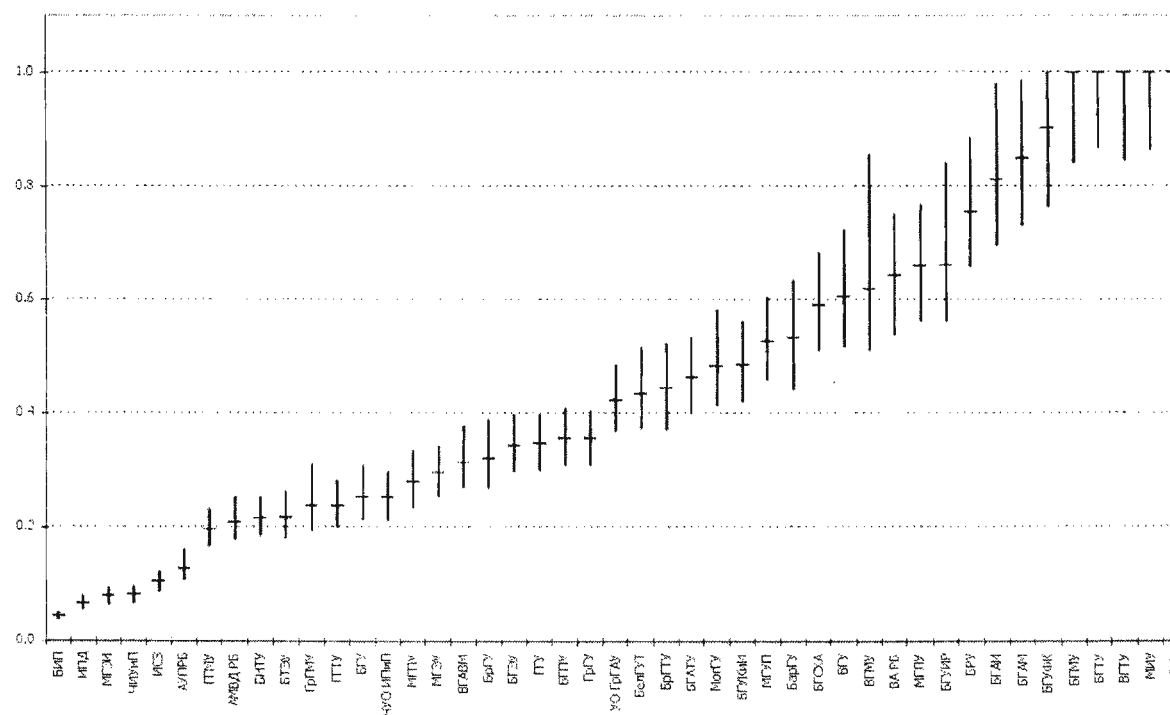


Рис. 2. Доверительные интервалы метрики Шепарда для *MODEL2*

Заключительным этапом исследования стало выявление взаимосвязи между результативностью вуза и наличием «своих» конкурсных комиссий. Из табл. 1 можно заметить, что доля победителей среди участников конкурса на «своих» комиссиях состави-

ла 87.2%, в то время, как на «чужих» – всего 57%. Для более глубокого анализа была использована методика, описанная в [1], где в качестве переменной внешней среды была использована OWN – доля заявок, направленных в «свои» комиссии. Расчет проводился

для второй модели, т.к. именно она отслеживает предвзятое отношение к сторонним участникам конкурса.

На рис. 3 по оси OX отложена переменная OWN , а по оси ординат – отношение метрики Фаррела в случае учета влияния переменной внешней среды к метрике Фаррела, когда внешняя среда игнорируется. Для построения производственных границ для этих ситуаций использовался метод FDH. На график

нанесены точки, соответствующие вузам, в которых были организованы конкурсные комиссии. Сглаженная кривая непараметрической регрессии, полученная из подбора треугольного ядра распределения с полосой пропускания $h = 0.3000$, возрастает по мере роста OWN . Такое поведение кривой указывает на то, что переменная внешней среды существенно влияет на продукт в $MODEL2$, т.е. количество баллов, полученных победителями ($SCORE$).

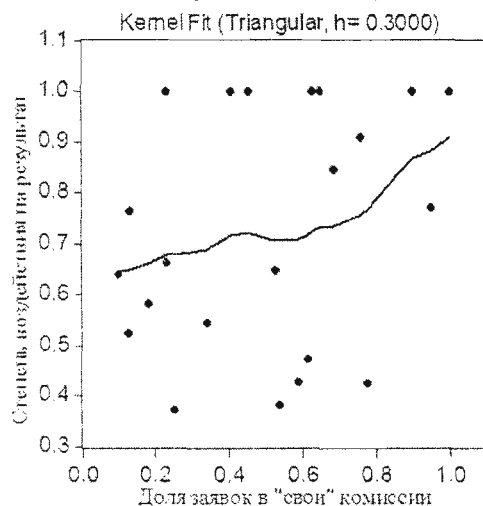


Рис. 3. Влияние доли заявок в «своих» комиссиях на результативность $MODEL2$

Заключение

В целом эффективность организации участия в Республиканском конкурсе научных работ студентов вузов Республики Беларусь и ее продуктивность, как показал анализ результатов, достаточно низкая. Значительная часть вузов не использует в полную меру имеющиеся у них ресурсы. Это существенно снижает масштабность конкурса и НИРС в целом, что, в свою очередь, не способствует выявлению новых талантов и привлечению молодежи в науку. Если бы все учреждения образования достигли производственной границы, то, ориентируясь на метрику эффективности Фаррела для $MODEL1$ (см. табл. 5), количество заявок на конкурс составило бы 9966, т.е. более, чем в 3 раза превзошло показатель 2006 г. Таким образом, можно

констатировать, что потенциал конкурса еще далеко не исчерпан, его дальнейшая судьба во многом зависит от того, насколько эффективно вузы смогут задействовать имеющиеся у них ресурсы.

Анализ переменных внешней среды показал, что организация конкурсных комиссий в вузах-участниках приводит к искажениям результатов в силу субъективных факторов. Возможно, следует внести коррективы в положение о проведении конкурса в соответствии с предложениями, высказанными, например, в [4].

Дальнейшие исследования организации и проведения НИРС в вузах Республики Беларусь видятся в рассмотрении динамики конкурса за последние годы и выявлении ключевых факторов, влияющих на результативность проводимой работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт организационного комитета конкурса научных работ студентов вузов Республики Беларусь. <http://www.sws.bsu.by>, 2007.
2. Жук А.И., Захаров А.Г. О проблемах организации научно-исследовательской работы студентов // Высшая школа. 2005. №3(47). С. 13–19.

3. Эфрон Б. *Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа* // Финансы и статистика. М., 1988.
4. Хацкевич Г.А. О проблемах организации и проведения республиканского конкурса научных работ студентов Республики Беларусь // Инновационные образовательные технологии. 2006. 2(6). С. 60–66.
5. Ажаронак І.Д. *Вышэйшыя навучальныя ўстановы Рэспублікі Беларусь па стану на пачатак 2006/2007 навучальнага года (статыстычны даведнік)*. Мінск: Галоўны інфармацыйна-аналітычны цэнтр Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь, 2006.
6. Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis // *Management Science*. 1984. №30(9). С. 1078–1092.
7. Cazals C., Florens J.P., Simar L. Nonparametric frontier estimation: a robust approach // *Journal of Econometrics*. 2002. №106(1). С. 1–25.
8. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units // *European Journal of Operational Research*. 1978. №2(6). С. 429–444.
9. Daraio C, Simar L. Introducing Environmental Variables in Nonparametric Frontier Models: a Probabilistic Approach // *Journal of Productivity Analysis*. 2005. №24(1). С. 93–121.
10. Debreu G. The coefficient of resource utilization // *Econometrica*. 1951. №19(3). С. 273–292.
11. Deprins D., Simar L., Tulkens H. *The Performance of Public Enterprise: Concepts and measurements*, chapter Measuring labour efficiency in post offices. Amsterdam, North-Holland, 1984. С. 243–267.
12. Farrell M.J. The Measurement of Productive Efficiency // *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. 1957. №120(3). С. 253–290.
13. Johnes J. Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education // *Economics of Education Review*. 2006. №25(3). С. 273–288.
14. Koopmans T.T. *Activity Analysis of Production and Allocation*, chapter An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. Cowles Commission for Research in Economics. John-Wiley and Sons, New York, 1951.
15. Pastor J.A.T., Ruiz J.A.L., Sirvent I. A Statistical Test For Nested Radial Dea Models // *Operations Research*. 2002. №50(4). С. 728–735.
16. Shephard R.W. *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press, 1970.
17. Simar L. Detecting Outliers in Frontier Models: A Simple Approach // *Journal of Productivity Analysis*. 2003. №20(3). С. 391–424.
18. Simar L., Wilson P.W. Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art // *Journal of Productivity Analysis*. 2000. №13(1). С. 49–78.
19. Team R Development Core. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2006.
20. Wilson Paul W. *FEAR: Frontier Efficiency Analysis with R*, 2006. R package version 1.0.

РЕЗЮМЕ

Авторами исследуются эффективность организации научно-исследовательской работы студентов в вузах Республики Беларусь и ее продуктивность, для чего применяется метод концентрации данных в среде функционирования (DEA). В качестве исходных данных используются результаты Республиканского конкурса научных работ студентов вузов Республики Беларусь 2006 г.

SUMMARY

The authors examine the effectiveness of organizing students scientific and research work in the universities of the Republic of Belarus and its productivity. The method used is data concentration in the environment of functioning (DEA). The results of the 2006 National research papers contest of students from Belarusian universities were used as raw data.