

## Учебное заведение: эффективность функционирования

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

Гедранович А.Б., старший преподаватель Минского института управления

# ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕСПУБЛИКАНСКОГО КОНКУРСА НАУЧНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В ПЕРИОД С 2004 ПО 2006 ГОД

### Введение

Республиканский конкурс научных работ студентов вузов является заключительной и наиболее важной стадией проведения научно-исследовательской работы студентов (НИРС), позволяющей количественно оценить эффективность организации подготовки научных кадров в вузах на начальном этапе. В последнее десятилетие отмечается рост интереса студентов к научной и творческой деятельности в целом, и к конкурсу научных работ в частности [4].

В данной статье авторами предпринимается попытка провести динамический анализ результатов конкурса за последние 3 года и выделить основные факторы, влияющие на продуктивность вузов в конкурсе. В этих целях предлагается использовать индексы Малмквиста, позволяющие отследить как изменения в производительности в целом, так и по ее составляющим: технической эффективности, технологии производства и масштабу производства.

В разделе 1 описывается методика анализа, основанная на использовании индексов производительности Малмквиста и их декомпозиции, раздел 2 посвящен описанию исходных данных, в 3-й части приводятся основные результаты.

### 1. Методика анализа

В 1953 году шведский экономист и статистик Малмквист (*Malmquist*) ввел количественный индекс для анализа потребления [14]. В основе индекса лежали функции рассогнания или калибровочные функции, которые служили для построения кривой разности между потребительскими корзинами в том случае, когда одна из них использовалась в качестве эталона.

Позже Кейвс (*Caves*), Кристенсен (*Christensen*) и Дейверт (*Diewert*) адаптировали идеи Малмквиста к анализу продуктивности [9], и назвали разработанный индекс в честь шведского ученого. Сегодня индексы Малмквиста используются, преимущественно, для динамического анализа, при этом в качестве эталона принимается базовый период, относительно которого отслеживаются изменения в производительности исследуемых объектов.

Предположим, что существует технология производства, относящаяся к периоду  $t$  и задаваемая множеством  $\Psi^t$ , которая позволяет преобразовывать  $p$  различных ресурсов в  $q$  различных продуктов.

$$\Psi^t = \left\{ (x^t, y^t) \in R_+^{p+q} \mid x^t \text{ достаточно для производства } y^t \right\}, (1)$$

где:  $\Psi^t$  – это множество производства, описывающее технологию производства в период  $t$ ;  $x^t \in R_+^p$  – вектор ресурсов, используемых в период  $t$ ;  $y^t \in R_+^q$  – вектор продукции, изготавливаемой в период  $t$ .

На практике множество производства оценивается с помощью той или иной методики по набору экспериментальных данных  $\chi_n^t$ :

$$\chi_n^t = \left\{ (x_i^t, y_i^t), i = \overline{1, n} \right\}, (2)$$

где:  $\chi_n^t$  – это набор экспериментальных данных, состоящий из  $n$  измерений, относящихся к периоду  $t$ ;  $x_i^t$  – вектор ресурсов для  $i$ -й производственной единицы в период  $t$ ;  $y_i^t$  – вектор продукции для  $i$ -й производственной единицы в период  $t$ ;  $n$  – количество исследуемых производственных единиц.

В настоящей статье для оценки множества производства по экспериментальным данным авторами применяется метод концентрации данных в среде функционирования (*DEA – Data Envelopment Analysis*) [6, 7, 10].

В качестве функции расстояния при расчете индексов Малмквиста часто используется метрика Фаррела (*Farrel*) [12] или обратная по отношению к ней метрика Шепарда (*Shephard*) [18]. Обе метрики дают количе-

ственную оценку технической эффективности производственной единицы (*DMU – Decision Making Unit*), т.е. ее способности преобразовывать некоторые ресурсы в продукты. Так, в случае выходной спецификации, предполагая постоянное воздействие масштаба производства на конечный продукт (*CRS – Constant Returns to Scale*) [6], функция расстояния на основе метрики Шепарда для  $DMU_0$  запишется следующим образом:

$$D'_{0,CRS}(x'_0, y'_0) = \left[ \max_{\lambda} \left\{ \lambda \geq 1 \mid (x'_0, \lambda y'_0) \in \hat{\Psi}'_{DEA,CRS}(x'_n) \right\} \right]^{-1}, (3)$$

где:  $D'_0(x'_0, y'_0)$  – это функция расстояния (метрика Шепарда) для  $DMU_0$  в период  $t$  при *CRS*;  $x'_0$  – вектор ресурсов для  $DMU_0$  в период  $t$ ;  $y'_0$  – вектор продукции для  $DMU_0$  в период  $t$ ;  $\lambda$  – изменяемая переменная в оптимизационной задаче;  $\hat{\Psi}'_{DEA,CRS}$  – множество производства, описывающее технологию производства в период  $t$ , оцененное с помощью *DEA* при *CRS*;  $\chi'_n$  – набор экспериментальных данных, состоящий из  $n$  измерений, относящихся к периоду  $t$ .

Аналогично, запись  $D'^{t+1}_{0,CRS}(x'^{t+1}_0, y'^{t+1}_0)$  будет означать функцию расстояния для  $DMU_0$ , использующего вектор ресурсов  $x'^{t+1}_0$  и производящего продукцию  $y'^{t+1}_0$  в период  $t+1$  при *CRS*. При этом технология производства будет описываться новым множеством производства  $\hat{\Psi}^{t+1}_{DEA,CRS}$ .

Для того, чтобы отследить изменения в продуктивности производственной единицы во времени вводятся функции расстояния для смежных периодов:

$$D'^{t+1}_{0,CRS}(x'^{t+1}_0, y'^{t+1}_0) = \left[ \max_{\lambda} \left\{ \lambda \geq 1 \mid (x'^{t+1}_0, \lambda y'^{t+1}_0) \in \hat{\Psi}^{t+1}_{DEA,CRS}(x'^t_n) \right\} \right]^{-1}, (4)$$

где:  $D'^{t+1}_{0,CRS}(x'^{t+1}_0, y'^{t+1}_0)$  – это функция расстояния (метрика Шепарда), оценивающая производительность  $DMU_0$ , с ресурсами и продукцией

в период  $t + 1$ , относительно производственной границы в период  $t$  при  $CRS$ ;  $x_0^{t+1}$  — вектор ресурсов для  $DMU_0$  в период  $t + 1$ ;  $y_0^{t+1}$  — вектор продукции для  $DMU_0$  в период  $t + 1$ ;  $\lambda$  — изменяемая переменная в оптимизационной задаче;  $\hat{\Psi}_{DEA,CRS}^t$  — множество производства, описывающее технологию производства в период  $t$ , оцененное с помощью  $DEA$  при  $CRS$ ;  $\chi_n^t$  — набор экспериментальных данных, состоящий из  $n$  измерений, относящихся к периоду  $t$ .

$$D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^t, y_0^t) = \left[ \max_{\lambda} \left\{ \lambda \geq 1 \mid (x_0^t, \lambda y_0^t) \in \hat{\Psi}_{DEA,CRS}^{t+1}(\chi_m^{t+1}) \right\} \right]^{-1} \quad (5)$$

где:  $D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^t, y_0^t)$  — это функция расстояния (метрика Шепарда), оценивающая производительность  $DMU_0$  с ресурсами и продукцией в период  $t$  относительно производственной границы в период  $t + 1$  при  $CRS$ ;  $x_0^t$  — вектор ресурсов для  $DMU_0$  в период  $t$ ;  $y_0^t$  — вектор продукции для  $DMU_0$  в период  $t$ ;  $\lambda$  — изменяемая переменная в оптимизационной задаче;  $\hat{\Psi}_{DEA,CRS}^{t+1}$  — множество производства, описывающее технологию производства в период  $t + 1$ , оцененное с помощью  $DEA$  при  $CRS$ ;  $\chi_m^{t+1}$  — набор экспериментальных данных, состоящий из  $m$  измерений, относящихся к периоду  $t + 1$ .

Отметим, что функции расстояния (4) и (5), в отличие от (3), могут превышать 1. Это будет означать, что  $DMU_0$  достигла более высокой продуктивности, нежели какая-либо производственная единица в смежном периоде.

В [9] предложены два индекса, отслеживающие изменения производительности в смежных периодах:

$$M_0^t = \frac{D_{0,CRS}^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D_{0,CRS}^t(x_0^t, y_0^t)} \quad (6)$$

и

$$M_0^{t+1} = \frac{D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^t, y_0^t)} \quad (7)$$

где:  $M_0^t$  и  $M_0^{t+1}$  — это индексы изменения в производительности для  $DMU_0$  относительно технологии, существующей в периоды  $t$  и  $t + 1$  соответственно;  $D_{0,CRS}^t(x_0^t, y_0^t)$  и  $D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$  — функции расстояния вида (3) для периодов  $t$  и  $t + 1$  соответственно;  $D_{0,CRS}^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$  — функция расстояния вида (4);  $D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^t, y_0^t)$  — функция расстояния вида (5).

Индексы (6) и (7) принимают одинаковые значения в случае, когда для производства одного продукта используется только один ресурс. Однако это не всегда верно, если используется несколько ресурсов и/или производится несколько продуктов. Исходя из этого, Фаре (Färe), Гросскопф (Grosskopf), Норрис (Norris) и Жанг (Zhang) в работе [11] предложили рассчитывать индекс производительности Малмквиста как среднее геометрическое этих двух индексов:

$$MI_0^{t,t+1} = \sqrt{M_0^t \cdot M_0^{t+1}} = \sqrt{\frac{D_{0,CRS}^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D_{0,CRS}^t(x_0^t, y_0^t)} \cdot \frac{D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^t, y_0^t)}} \quad (8)$$

где:  $MI_0^{t,t+1}$  — это индекс производительности Малмквиста, учитывающий изменения в производительности  $DMU_0$  между периодами  $t$  и  $t + 1$ ;  $M_0^t$  и  $M_0^{t+1}$  — индексы изменения в производительности для  $DMU_0$  вида (6) и (7) соответственно.

Индекс Малмквиста показывает, насколько изменилась производительность  $DMU_0$  с периода  $t$  по период  $t + 1$ . Если  $MI_0^{t,t+1} > 1$ , то это свидетельствует об увеличении производительности,  $MI_0^{t,t+1} < 1$  указывает на обратное. В работе [9] предложена первая декомпозиция индекса производительности Малмквиста, разделяющая его на две

составляющие: изменение в технической эффективности и изменение в технологии производства:

$$MI_0^{t,t+1} = \underbrace{\frac{D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D_{0,CRS}^t(x_0^t, y_0^t)}}_{EFF_0^{t,t+1}} \times \sqrt{\frac{D_{0,CRS}^t(x_0^t, y_0^t) \cdot D_{0,CRS}^t(x_0^t, y_0^t)}{D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) \cdot D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^t, y_0^t)}}}, \quad (9)$$

где:  $EFF_0^{t,t+1}$  – это компонент, оценивающий изменения в технической эффективности  $DMU_0$  с периода  $t$  по  $t+1$  при  $CRS$ ;  $TECH_0^{t,t+1}$  – компонент, оценивающий изменения в технологии производства с периода  $t$  по  $t+1$ .

Значения  $EFF_0^{t,t+1} > 1$  указывают на то, что в периоде  $t+1$   $DMU_0$  приблизилась к производственной границе,  $EFF_0^{t,t+1} < 1$  свидетельствуют об удалении от производственной границы. Если компонент  $TECH_0^{t,t+1} > 1$ , то в технологии производства, используемой  $DMU_0$ , произошли изменения, позволяющие увеличить объем производимой продукции. И, напротив, значения  $TECH_0^{t,t+1} < 1$  указывают на ухудшение технологии производства в  $DMU_0$ .

Эффективность функционирования производственной единицы зависит не только от технологии, но и от масштаба производства. В рамках методики  $DEA$  об оптимальности объема производства (*scale efficiency*) можно судить по соотношению функций расстояний (метрик Шепарда) для постоянного ( $CRS$ ) и переменного ( $VRS - Variable Returns to Scale$ ) воздействия масштаба производства на конечный продукт. Известно, что по своей конструкции множество производства, оцененное с учетом переменного воздействия масштаба, совпадает или включается в множество производства, оцененным с учетом постоянного воздействия

масштаба  $\hat{\Psi}_{DEA,VRS}^t \subseteq \hat{\Psi}_{DEA,CRS}^t$ , а значение функции расстояния при  $VRS$  всегда не меньше значения функции расстояния при  $CRS$   $D_{0,VRS}^t \geq D_{0,CRS}^t$  [8]. Таким образом, если верно

выражение  $D_{0,CRS}^t/D_{0,VRS}^t = 1$ , то это свидетельствует о том, что  $DMU_0$  уже производит продукцию в оптимальном масштабе ( $MPSS - Most Productive Scale Size$ ), в противном случае – возможно увеличение эффективности за счет изменения масштаба производства.

В работе [11] была предложена декомпозиция компонента  $EFF_0^{t,t+1}$  индекса (9), позволяющая отследить те изменения в общей производительности, которые были получены за счет изменения в масштабе производства:

$$EFF_0^{t,t+1} = \underbrace{\frac{D_{0,VRS}^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D_{0,VRS}^t(x_0^t, y_0^t)}}_{PURE\_EFF_0^{t,t+1}} \times \underbrace{\frac{D_{0,CRS}^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})/D_{0,VRS}^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D_{0,CRS}^t(x_0^t, y_0^t)/D_{0,VRS}^t(x_0^t, y_0^t)}}_{SCALE_0^{t,t+1}}, \quad (10)$$

где:  $PURE\_EFF_0^{t,t+1}$  – это компонент, оценивающий изменения в технической эффективности  $DMU_0$  с периода  $t$  по  $t+1$  при  $VRS$ ;  $SCALE_0^{t,t+1}$  – компонент, оценивающий изменения в масштабе производства с периода  $t$  по  $t+1$ .

В числителе и знаменателе  $SCALE_0^{t,t+1}$  находится оценка оптимальности объема производства для  $DMU_0$  в периоды  $t+1$  и  $t$  соответственно. Очевидно, что все выражение может принять значение больше единицы в том случае, если производственная единица изменит объем своего производства по направлению к  $MPSS$ , в противном случае  $SCALE_0^{t,t+1}$  примет значение меньше или равное единице.

Таким образом, декомпозиция индекса производительности Малмквиста (8), предложенная в [11], предполагает расчет изменений для технической эффективности, технологии производства и масштаба производства, что в совокупности и обеспечивает итоговое изменение в производительности:

$$MI_0^{t,t+1} = PURE\_EFF_0^{t,t+1} \cdot TECH_0^{t,t+1} \cdot SCALE_0^{t,t+1}. \quad (11)$$

Однако данная декомпозиция не единственная, широко используются и альтернативные разложения, см., например, [13, 16, 17]. Построения статистических выводов для оценок

индекса производительности Малквиста и его компонентов возможно с помощью алгоритма на основе бутстреп-методов, предложенного Симаром (*Simar*) и Уилсоном (*Wilson*) [20].

**2. Описание данных**

В качестве источников данных использовались статистические сборники [1–3] и официальный сайт организационного комитета Республиканского конкурса научных работ студентов вузов Республики Беларусь [5].

С 2004 по 2006 годы количество заявок на конкурсе возросло с 2293 до 3070, вместе с тем

следует отметить и возросшие требования к предъявляемым работам, что выражается в снижении доли победителей среди участников за указанные годы с 74,48% до 68,01%. Количество вузов и филиалов, принимающих участие в конкурсе, также увеличилось с 47 до 51, таким образом в 2006 году не подали заявок всего 3 государственные и 1 частный вуз, 5 филиалов государственные и 3 филиала частных вузов, а также 2 духовные семинарии. В таблице 1 приведено количество заявок и побед вузов-участников по годам.

Таблица 1

**Результаты участия вузов в Республиканском конкурсе научных работ студентов с 2004 по 2006 год**

Вуз	2004		2005		2006	
	Заявки	Победы	Заявки	Победы	Заявки	Победы
АМВДРБ	10	5	9	3	37	14
АУПРБ	18	12	18	9	13	7
БарГУ	12	5	34	17	44	15
БГАИ	12	6	7	4	18	12
БГАМ	15	13	26	19	20	19
БГАТУ	23	18	30	23	53	40
БГМУ	141	105	161	125	233	189
БГПУ	73	51	79	68	100	81
БГСХА	66	58	88	75	95	80
БГТУ	252	225	213	182	225	190
БГУ	111	91	150	116	183	128
БГУИР	105	94	139	115	122	116
БГУКий	23	19	51	48	44	33
БГУФК	70	37	47	26	51	38
БГЭУ	128	100	179	140	108	74
БГУТ	51	48	51	50	35	29
БИП	7	5	9	-	12	2
БНТУ	81	54	140	99	160	96
БрГГУ	15	11	30	23	53	33
БрГУ	43	32	38	29	44	33
БРУ	71	53	80	64	73	59
БТЭУПК	10	7	26	19	25	9
ВАРБ	32	31	41	33	52	36
ВГАВМ	31	26	22	22	22	21
ВГМУ	135	74	139	82	92	51
ВГТУ	32	30	37	34	76	61
ВГУ	98	70	102	62	93	69
ВФМИТСО	4	3	4	3	1	1
ГГМУ	20	11	33	15	12	9
ГГТУ	22	14	30	23	30	18
ГГУ	50	35	73	56	61	51
ГрГАУ	20	20	24	19	27	23
ГрГМУ	23	15	21	12	23	17
ГрГУ	72	44	98	46	102	59
ГФМИТСО	7	5	7	5	13	5
ИПД	-	-	3	2	2	1
ИПП	2	2	22	11	17	5
ИСЗ	-	-	5	3	6	3
КИИМЧС	-	-	3	2	4	2
МГВАК	-	-	-	-	8	6
МГВРК	12	10	12	9	6	6
МГЛЮ	77	65	84	68	81	78
МГПУ	28	14	29	21	37	20
МГУП	40	37	39	29	37	30
МГЭИ	19	8	18	1	16	1
МГЭУ	7	6	15	5	13	8
МИТСО	3	1	1	1	5	1
МИУ	49	31	213	72	243	75
МорГУ	79	49	92	54	104	52
ПГУ	90	65	124	96	136	81
ЧИУиП	4	1	3	1	3	2
ИТОГО	2293	1716	2899	2041	3070	2088

Авторами исследуются два аспекта проведения конкурса научных работ студентов: организационный и качественный, для чего строятся две модели – *MODEL1* и *MODEL2* соответственно. В первом случае показателем производительности служит количество поданных заявок (*ORDERS*), во втором – численность победителей (*WINS*). В работе [6] было вынесено предложение о новой метрике – количество баллов, набранных победителями (*SCORE*), однако подобная отчетность за 2004 и 2005 годы на официальном сайте организаторов конкурса [5] отсутствует. Тем не менее, коэффициент корреляции Пирсона для *WINS* и *SCORE*, по данным 2006 года, составил 99,7%, что позволяет считать их взаимозаменяемыми.

Рассматривать абсолютные показатели производительности вузов было бы не совсем корректно, поскольку по состоянию на начало 2006/2007 учебного года учреждения образования Республики Беларусь существенно

разнятся как по располагаемым ресурсам, так и по масштабам подготовки специалистов. Поэтому необходимо соотносить результативные показатели вузов с располагаемыми ими ресурсами.

Для успешного участия вуза в конкурсе научных работ студентов необходимо задействовать, как минимум, два важных ресурса: студентов и профессорско-преподавательский состав (ППС). В работе [6] было установлено, что разные категории студентов и ППС неодинаково влияют на результативные показатели конкурса. Также, тест Пастора [15] указал на то, что результаты конкурса достоверно объясняются следующими переменными: численность докторов наук (*DOCTORS*) и кандидатов наук (*CANDIDATES*), численность студентов 3–6 курсов (*STUD36*) и численность выпускников и магистрантов (*GRADMAST*). В таблице приведена описательная статистика для этих переменных с 2004 по 2006 год для всех вузов-участников конкурса.

Таблица 2

Описательная статистика для используемых переменных

	<i>DOCTORS</i>	<i>CANDIDATES</i>	<i>STUD36</i>	<i>GRADMAST</i>	<i>ORDERS</i>	<i>WINS</i>
2004						
Минимум	0	15	144	31	2	1
Максимум	196	866	9905	2801	252	225
Среднее	25	157	2007	589	49	37
Медиана	13	118	1654	446	31	26
2005						
Минимум	0	14	153	49	1	0
Максимум	217	946	10197	2991	213	182
Среднее	26	163	2035	619	58	41
Медиана	14	120	1661	516	34	23
2006						
Минимум	1	16	163	30	1	0
Максимум	210	952	10799	3201	243	190
Среднее	26	162	2082	650	60	41
Медиана	13	119	1443	529	37	29

Известно, что результаты, получаемые в рамках методики *DEA*, подвержены влиянию выбросов (*outliers*) – экспериментальных данных, порожденных процессом, отличным от исследуемого. Для проведения отсева выбросов использовалась процедура, предложенная

Симаром в [19], – в итоге из рассмотрения были исключены некоторые вузы. В таблице приведены учреждения образования, отдельно для *MODEL1* и *MODEL2*, данные, которые были признаны резко выделяющимися и искажающими результат.

Таблица 3

Вузы, исключенные из рассмотрения при построении моделей

<i>MODEL1</i>	<i>MODEL2</i>	<i>MODEL1</i>	<i>MODEL2</i>	<i>MODEL1</i>	<i>MODEL2</i>
АМВДРБ	АМВДРБ	ИПД	АМВДРБ	ВФ МИТСО	ВФ МИТСО
ВФ МИТСО	ВФ МИТСО	КИИ МЧС	БИП	ГФ МИТСО	ГФ МИТСО
ИПП	ИПП	МГВРК	КИИ МЧС	ИПД	КИИ МЧС
МГВРК	МГВРК	МИТСО	МГВРК	ИПП	МГВАК
МИТСО	МИТСО		МГЭИ	КИИ МЧС	МГВРК
ЧИУиП			МИТСО	МГВАК	МИТСО
				МГВРК	
				МГЭИ	

Стоит отметить, что исключенные в результате процедуры отсева вузы можно охарактеризовать небольшим количеством заявок и побед на конкурсе научных работ студентов, а также специфическим набором ресурсов (например, в КИИ МЧС в 2004 и 2005 годах не было ни одного доктора наук), что приводило к искажениям в оценке множества производства.

### 3. Результаты

Построение моделей и их анализ проводились с помощью библиотеки *FEAR* [22] для статистического пакета *R Statistics* [21].

Расчет индексов производительности Малмквиста (11) и их декомпозиция возможна для любых двух периодов, характеризующих схожей технологией производства, при этом они не обязательно должны быть смежными. Авторами рассчитывались индексы Малмквиста для изменений, произошедших с 2004 по 2005 год, с 2005 по 2006 год, а также за весь рассматриваемый период с 2004 по 2006 год. Индексы не были рассчитаны для тех вузов, данные о которых отсутствовали в одном из периодов (см. таблицу 3).

Для первой модели (*MODEL1*), которая отслеживает качество организации НИРС в вузах, в роли технологии выступают мероприятия по обеспечению участия студентов и ППС в совместной научно-исследовательской работе. Сюда можно отнести систему стимулов и поощрений со стороны руководства вузов для активных участников НИРС, а также другие, в том числе и нематериальные, блага. Технической эффективностью для этой модели оценивается способность организации преобразовывать свои ресурсы, т.е. знания и способности студентов и ППС, в конечные исследования и разработки, которые впоследствии выставляются на конкурс. Важную роль играет и масштаб производства: при подготовке небольшого количества конкурсных работ вуз просто недополучает возможную продукцию – при этом существует угроза того, что ряд талантливых студентов не

смогут раскрыть свой потенциал; подготовка большого количества конкурсных работ может привести к тому, что часть усилий преподавателей будет затрачена впустую – очевидно, что не все студенты способны к исследованиям.

Вторая модель (*MODEL2*) позволяет дать оценку качеству выставляемых на конкурс работ. Под технологией производства в данной модели подразумевается совместная работа студентов и ППС в научных лабораториях, семинарах, кружках и временных научных коллективах. Масштабы данной работы тесно связаны с организацией НИРС, оцениваемой в *MODEL1*, однако значительную роль здесь играет не административный, а научный потенциал учреждения. Техническая эффективность для *MODEL2* также подчеркивает качественную (а не количественную, как для первой модели) составляющую подготовки конкурсных работ. Об оптимальности масштаба производства в данной модели можно судить по доле победителей среди конкурсантов от вуза. Если эта доля невысока – значит нужно уменьшить количество предоставляемых работ, но больше внимания уделить их подготовке; и напротив – очень высокая доля победителей может выступать свидетельством упущенных возможностей по подготовке дополнительных работ и, соответственно, привлечению большей численности студентов к участию в НИРС.

В таблице 4 приведены оцененные значения индекса производительности Малмквиста и его декомпозиция (11) для *MODEL1* по годам (с 2004 по 2005 и с 2005 по 2006). В таблице 5 приведены те же оценки для всего анализируемого периода с 2004 по 2006 год, а также значения нижней и верхней границ доверительного интервала для индекса Малмквиста. Аналогичные расчеты для *MODEL2* представлены в таблицах 6 и 7.

При построении доверительных интервалов использовались процедуры, описанные в [20] для количества бутстреп-выборок равного 2000 и уровня значимости  $\alpha = 0,05$ .

Таблица 4

Индексы производительности Малмквиста для *MODEL1* по годам и их декомпозиция

Вуз	2004–2005				2005–2006			
	MI	PURE EFF	TECH	SCALE	MI	PURE EFF	TECH	SCALE
АМВД РБ	-	-	-	-	3,0833	0,2701	1,3581	8,4052
АУПРБ	0,7738	0,5575	1,5651	0,8869	0,7094	0,6816	1,0524	0,9889
БарГУ	2,3098	1,0000	1,4140	1,6335	1,6176	1,0000	1,3581	1,1911
БГАИ	0,6026	1,0000	0,7334	0,8216	0,8571	1,0000	1,3581	0,6311
БГАМ	1,8722	1,1081	2,3664	0,7140	0,7970	1,3565	1,3109	0,4482
БГАТУ	1,1010	0,6325	1,6670	1,0442	1,7255	1,5568	1,1725	0,9453
БГМУ	1,0093	1,2303	1,0964	0,7482	1,4233	1,2686	1,2168	0,9221
БГПУ	1,1025	1,2804	0,8096	1,0635	1,2820	1,1820	1,1528	0,9408
БГСХА	0,9147	1,0000	0,7914	1,1559	1,4128	1,0000	1,3589	1,0396
БГТУ	0,7137	1,0000	0,7137	1,0000	1,4380	1,0000	1,4380	1,0000
БГУ	1,1537	1,5990	0,7515	0,9600	1,3535	1,1208	1,1965	1,0092
БГУИР	1,3208	1,7160	0,8137	0,9459	1,0458	1,0517	1,0884	0,9136
БГУКиИ	1,8833	1,5539	1,2007	1,0094	0,6916	0,4551	1,7248	0,8812
БГУФК	1,3104	1,0000	1,4253	0,9194	0,9301	1,0000	1,3581	0,6848
БГЭУ	1,3558	1,6545	0,8153	1,0051	0,5582	0,5649	1,1589	0,8526
БГУТ	0,9983	0,6617	1,4996	1,0061	0,6863	0,5040	1,3581	1,0026
БИП	2,5477	6,7204	0,9670	0,3920	1,3333	1,0000	3,4964	0,3813
БНТУ	2,8085	2,2828	0,7693	1,5993	1,1106	0,9331	1,2114	0,9825
БрГТУ	1,8505	1,3267	1,4009	0,9957	1,9026	1,4024	1,3581	0,9989
БрГУ	0,8822	0,5932	1,4039	1,0594	1,2303	0,9062	1,3581	0,9997
БРУ	0,9091	0,5384	1,6055	1,0516	0,9125	0,7032	1,3581	0,9555
БТЭУПК	1,3315	0,5519	1,3809	1,7471	1,1656	1,8119	1,6464	0,3907
ВА РБ	1,5536	1,0703	1,4304	1,0148	1,1415	0,8178	1,3581	1,0278
ВГАВМ	0,5958	0,4405	1,3282	1,0184	1,0260	0,6792	1,4908	1,0134
ВГМУ	0,6999	1,0000	0,6999	1,0000	0,5692	0,4991	1,3091	0,8713
ВГТУ	1,1544	0,7761	1,4075	1,0567	1,8486	1,3320	1,3581	1,0219
ВГУ	1,0791	0,7064	1,4353	1,0644	0,8206	0,6027	1,3581	1,0025
ВГМУ	1,1195	1,0000	0,8360	1,3392	0,2893	1,0000	2,5134	0,1151
ВГТУ	1,3546	0,9390	1,4038	1,0276	0,9167	0,6676	1,3581	1,0110
ВГУ	4,6800	3,4188	1,2341	1,1093	0,5609	0,6355	1,3392	0,6590
ГрГАУ	1,7031	1,6116	1,2859	0,8218	0,9094	0,4732	2,0412	0,9415
ГрГМУ	0,5736	0,8790	0,6469	1,0088	0,9188	0,8988	1,5393	0,6641
ГрГУ	1,2934	1,6129	0,7205	1,1129	0,8945	0,6585	1,2213	1,1123
ГФ МИТСО	1,3124	0,5686	1,1525	2,0026	-	-	-	-
ИСЗ	-	-	-	-	0,9600	0,8008	1,3581	0,8827
МГЛУ	1,0642	0,6877	1,4841	1,0426	0,9643	0,7092	1,3581	1,0011
МГПУ	1,0289	0,7349	1,3890	1,0080	1,2759	0,9351	1,3581	1,0047
МГУП	0,8868	0,5761	1,5079	1,0208	0,9487	0,8668	1,3581	0,8059
МГЭИ	1,2710	0,8346	1,5561	0,9787	-	-	-	-
МГЭУ	1,8871	1,8504	2,2557	0,4521	0,7251	0,5421	0,9944	1,3450
МИУ	4,0446	1,7120	2,3602	1,0009	1,9657	1,0000	1,9657	1,0000
МогГУ	1,0340	0,7262	1,4205	1,0023	1,1304	0,8317	1,3581	1,0008
ПГУ	1,2974	0,9149	1,4263	0,9942	1,0968	0,8058	1,3581	1,0022
ЧИУиП	-	-	-	-	0,2500	0,2401	1,3581	0,7665
Среднее	1,4240	1,2455	1,2725	1,0448	1,1066	0,8753	1,4392	1,0670



Таблица 5

**Индексы производительности Малмквиста для *MODEL1* за весь период,  
их декомпозиция и доверительные интервалы**

Вуз	2004–2006				Доверительный интервал для MI	
	MI	PURE_EFF	TECH	SCALE	Нижняя граница	Верхняя граница
АУПРБ	0,5587	0,3800	1,6764	0,8770	0,5424	0,5774
БарГУ	3,5524	1,0000	1,8258	1,9456	3,4457	3,8285
БГАИ	0,7411	1,0000	1,4293	0,5185	0,5600	0,9507
БГАМ	1,4155	1,5031	2,9429	0,3200	1,3386	1,6310
БГАТУ	1,9903	0,9847	2,0476	0,9871	1,8590	2,1635
БГМУ	1,4596	1,5608	1,3555	0,6899	1,4136	1,5027
БГПУ	1,4383	1,5135	0,9498	1,0006	1,3472	1,6809
БГСХА	1,4394	1,0000	1,1978	1,2017	1,4180	1,4851
БГТУ	1,0562	1,0000	1,0562	1,0000	0,7731	1,1700
БГУ	1,5593	1,7922	0,8980	0,9689	1,5540	1,5732
БГУИР	1,4210	1,8047	0,9112	0,8642	1,3967	1,6502
БГУКиИ	1,5637	0,7071	2,4863	0,8895	1,4473	2,0112
БГУФК	1,2748	1,0000	2,0247	0,6296	1,1059	1,8140
БГЭУ	0,7541	0,9346	0,9415	0,8570	0,7535	0,7926
БГУТ	0,6875	0,3335	2,0437	1,0087	0,6295	0,7409
БИП	2,3244	6,7204	2,3135	0,1495	1,8365	2,3660
БНТУ	3,0951	2,1301	0,9247	1,5713	2,6040	3,6969
БрГТУ	3,5175	1,8605	1,9009	0,9946	3,4764	3,7126
БрГУ	1,0857	0,5375	1,9073	1,0590	1,0842	1,1581
БРУ	0,8278	0,3786	2,1758	1,0048	0,7360	0,8411
БТЭУПК	1,4896	1,0000	2,1820	0,6827	0,1406	1,4902
ВА РБ	1,7739	0,8752	1,9433	1,0430	1,7613	1,8636
ВГАВМ	0,6339	0,2992	2,0530	1,0320	0,6232	0,6945
ВГМУ	0,5246	0,4991	1,2064	0,8713	0,5026	0,7706
ВГТУ	2,1420	1,0338	1,9188	1,0799	2,0503	2,1481
ВГУ	0,8942	0,4258	1,9685	1,0670	0,8790	0,9144
ГГМУ	0,3611	1,0000	2,3430	0,1541	0,3313	0,5384
ГГТУ	1,2559	0,6269	1,9284	1,0389	1,1634	1,2613
ГГУ	2,0819	2,1726	1,3107	0,7310	0,7998	2,4506
ГрГАУ	1,3500	0,7626	2,2880	0,7738	1,3457	1,3780
ГрГМУ	0,7528	0,7900	1,4221	0,6700	0,6936	1,0863
ГрГУ	1,2270	1,0621	0,9332	1,2379	1,2172	1,6282
МГЛУ	1,0301	0,4877	2,0234	1,0438	1,0125	1,1128
МГПУ	1,3162	0,6872	1,8914	1,0127	1,3048	1,3968
МГУП	0,8571	0,4993	2,0865	0,8227	0,7320	0,8681
МГЭУ	1,4435	1,0031	2,3665	0,6081	1,3187	1,4881
МИУ	5,3156	1,7120	3,1019	1,0009	3,1952	5,4547
МорГУ	1,1672	0,6040	1,9264	1,0031	1,0896	1,1725
ПГУ	1,4323	0,7372	1,9498	0,9964	1,3533	1,4590
Среднее	1,5080	1,1390	1,7911	0,9079	1,3035	1,6544

Индексы производительности Малмквиста для *MODEL2* по годам и их декомпозиция

Вуз	2004–2005				2005–2006			
	MI	PURE EFF	TECH	SCALE	MI	PURE EFF	TECH	SCALE
АУПРБ	0,5730	0,6206	0,8946	1,0320	1,4202	0,7468	2,1607	0,8801
БарГУ	2,9960	1,0000	1,3358	2,2428	3,0176	1,0000	2,0677	1,4594
БГАИ	0,6804	1,0000	1,0206	0,6667	1,7527	1,0000	2,2534	0,7778
БГАМ	1,4914	1,1310	1,0746	1,2271	1,0112	0,8793	3,3047	0,3480
БГАТУ	1,1374	1,1090	0,9944	1,0313	2,1897	0,8252	2,7149	0,9773
БГМУ	1,0935	1,4001	0,8635	0,9044	1,6974	1,2781	2,0191	0,6577
БГПУ	1,4036	1,6642	0,7607	1,1088	1,4909	1,1628	1,4269	0,8986
БГСХА	0,8922	1,0000	0,7175	1,2434	1,6546	1,0000	1,6848	0,9821
БГТУ	0,6831	1,0000	0,6831	1,0000	1,7014	1,0000	1,7014	1,0000
БГУ	1,1505	1,5759	0,7651	0,9542	1,5776	1,2366	1,3744	0,9282
БГУИР	1,2392	1,6641	0,7569	0,9838	1,2965	1,1139	1,3649	0,8527
БГУКиИ	2,4445	1,6941	1,1706	1,2327	0,7665	0,2736	3,3927	0,8258
БГУФК	1,1403	1,0000	1,1153	1,0224	1,5880	1,0000	2,0419	0,7777
БГЭУ	1,3716	1,8069	0,7571	1,0025	0,7099	0,5914	1,4082	0,8525
БГУТ	1,0830	0,8238	1,2570	1,0458	0,7081	0,2952	2,3794	1,0081
БНТУ	3,7745	3,3183	0,7860	1,4471	1,3871	0,8585	1,5975	1,0115
БрГТУ	1,9404	1,4089	1,3785	0,9991	2,4816	1,2921	1,9286	0,9959
БрГУ	0,9042	0,6661	1,3764	0,9863	1,6121	0,8036	1,9286	1,0402
БРУ	1,0129	0,8705	1,0874	1,0700	1,1232	0,4046	2,8398	0,9775
БТЭУПК	1,3844	0,7214	1,3675	1,4033	1,8343	1,3862	2,7212	0,4863
ВА РБ	1,2902	0,9495	1,3452	1,0101	1,3867	0,6498	1,9724	1,0819
ВГАВМ	0,7851	0,7288	1,0266	1,0494	0,9641	0,2982	3,0775	1,0506
ВГМУ	0,8051	1,0000	0,8051	1,0000	0,9085	0,4990	2,0979	0,8679
ВГТУ	1,1333	0,8111	1,3808	1,0120	2,0118	0,9409	1,9286	1,1086
ВГУ	0,8950	0,7008	1,3345	0,9571	1,3716	0,6443	1,9762	1,0772
ГГМУ	1,3636	1,0000	0,8691	1,5690	0,4010	1,0000	4,0778	0,0983
ГГТУ	1,6403	1,1803	1,3799	1,0071	1,2029	0,5955	1,9402	1,0411
ГГУ	3,6028	4,1597	0,8656	1,0007	0,7023	0,6610	1,6732	0,6350
ГрГАУ	1,5427	1,3620	1,0533	1,0754	1,1455	0,2990	4,3001	0,8910
ГрГМУ	0,5939	0,7790	0,7404	1,0298	1,4091	0,8527	2,5716	0,6426
ГрГУ	0,9973	1,9540	0,6822	0,7482	1,9415	0,7897	1,4751	1,6666
ГФ МИТСО	1,2798	0,7085	1,2146	1,4871	-	-	-	-
ИПД	-	-	-	-	0,8400	5,5617	4,5165	0,0334
ИПП	-	-	-	-	2,5758	1,3037	1,9286	1,0245
ИСЗ	-	-	-	-	1,7154	0,8701	2,0677	0,9535
МГЛУ	1,0100	0,8352	1,2619	0,9583	1,1756	0,5292	2,0872	1,0644
МГПУ	1,4977	1,0839	1,3742	1,0055	1,7619	0,8982	1,9286	1,0172
МГУП	0,7102	0,5954	1,1440	1,0426	1,3665	0,5704	2,7606	0,8678
МГЭУ	0,7585	0,8208	1,0428	0,8861	2,0852	0,9369	2,8333	0,7855
МИУ	2,3993	1,7200	1,0585	1,3179	4,3816	1,0000	4,3816	1,0000
МорГУ	0,9808	0,7332	1,3934	0,9600	1,9259	0,9591	1,9286	1,0412
ПГУ	1,3771	1,0000	1,3771	1,0000	1,4617	0,7372	1,9899	0,9964
ЧИУиП	1,0000	1,5006	1,0000	0,6664	0,7500	0,2982	1,9286	1,3041
Среднее	1,3515	1,2274	1,0628	1,0847	1,5358	0,9296	2,3274	0,9044

Таблица 7

**Индексы производительности Малмквиста для *MODEL2* за весь период,  
их декомпозиция и доверительные интервалы**

Вуз	2004–2006				Доверительный интервал для MI	
	MI	PURE_EFF	TECH	SCALE	Нижняя граница	Верхняя граница
АУПРБ	0,8246	0,4635	1,9588	0,9083	0,7993	0,8628
БарГУ	8,6216	1,0000	2,6341	3,2730	8,4538	9,3693
БГАИ	1,2369	1,0000	2,3855	0,5185	0,8558	1,4353
БГАМ	1,5765	0,9945	3,7123	0,4270	1,5484	1,7683
БГАТУ	2,4053	0,9152	2,6075	1,0079	2,0910	2,5306
БГМУ	1,8945	1,7895	1,7798	0,5949	1,8083	1,9422
БГПУ	2,0337	1,9351	1,0549	0,9963	2,0044	2,4074
БГСХА	1,6379	1,0000	1,3413	1,2212	1,6127	1,7155
БГТУ	1,1822	1,0000	1,1822	1,0000	0,8645	1,3324
БГУ	1,8093	1,9488	1,0483	0,8857	1,7986	1,8370
БГУИР	1,5891	1,8537	1,0219	0,8389	1,5566	1,8447
БГУКиИ	1,7052	0,4635	3,6141	1,0179	1,5385	2,1615
БГУФК	2,3265	1,0000	2,9258	0,7952	2,3170	3,2811
БГЭУ	0,9659	1,0686	1,0576	0,8546	0,9624	1,0439
БГУТ	0,7403	0,2432	2,8874	1,0542	0,6926	0,8033
БИП	3,6598	6,8166	3,6083	0,1488	2,8015	3,9605
БНТУ	4,8389	2,8488	1,1605	1,4637	4,1873	5,8634
БрГТУ	4,8098	1,8204	2,6555	0,9950	4,7667	5,1020
БрГУ	1,4601	0,5352	2,6589	1,0260	1,4594	1,5640
БРУ	1,1229	0,3523	3,0478	1,0459	1,0155	1,1533
БТЭУПК	2,2127	1,0000	3,2424	0,6824	1,2528	2,8965
ВАРБ	1,8227	0,6170	2,7033	1,0928	1,8018	1,9096
ВГАВМ	0,7408	0,2173	3,0917	1,1025	0,7262	0,8127
ВГМУ	0,8551	0,4990	1,9745	0,8679	0,7685	1,2684
ВГТУ	2,2819	0,7632	2,6651	1,1219	2,1805	2,2841
ВГУ	1,2550	0,4515	2,6957	1,0310	1,2356	1,2946
ГГМУ	0,6103	1,0000	3,9551	0,1543	0,5603	0,9150
ГГТУ	1,9734	0,7029	2,6778	1,0485	1,8331	1,9820
ГГУ	2,7645	2,7496	1,5823	0,6354	1,0055	3,2213
ГрГАУ	1,3500	0,4072	3,4599	0,9581	1,3450	1,3791
ГрГМУ	1,0743	0,6642	2,4442	0,6617	0,9714	1,5867
ГрГУ	2,0180	1,5431	1,0487	1,2470	1,9982	2,6888
МГЛУ	1,2317	0,4419	2,7322	1,0201	1,2196	1,3452
МГПУ	2,6388	0,9735	2,6503	1,0228	2,6223	2,8142
МГУП	0,9335	0,3396	3,0381	0,9048	0,8062	0,9545
МГЭИ	5,8314	2,4254	2,7962	0,8599	5,5415	8,0139
МГЭУ	1,5955	0,7690	2,9806	0,6961	1,3613	1,6311
МИУ	9,6235	1,7200	4,2456	1,3179	8,5045	10,4133
МорГУ	1,8843	0,7032	2,6807	0,9995	1,7588	1,8958
ПГУ	1,9932	0,7372	2,7135	0,9964	1,8947	2,0415
ЧИУиП	0,8545	0,4475	2,1973	0,8691	0,7590	0,9590
Среднее	2,2436	1,1761	2,4858	0,9601	2,0312	2,5436

Качество организации НИРС в вузах за рассматриваемый период, насколько об этом возможно судить из результатов, полученных по *MODEL1*, возросло. В то же время можно отметить, что эти положительные изменения были вызваны, в первую очередь, изменениями

в технологии производства (среднее значение компонента *TECH* за 2004–2006 годы равно 1,7911). Руководство вузов стало уделять больше внимания конкурсу научных работ студентов и представленности своего учреждения на республиканском уровне.

Наибольшие изменения в производительности по первой модели произошли в период с 2004 по 2005 год, когда возросла техническая эффективность ( $PURE\_EFF=1,2455$ ) и улучшилась технология производства. С 2005 по 2006 год, несмотря на общее увеличение производительности ( $MI=1,1066$ ), техническая эффективность снизилась, что свидетельствует о недопроизводстве, т.е. применительно к *MODEL1* – меньшему количеству заявок на конкурс, нежели это позволяют ресурсы. Подобный результат отмечался и при анализе итогов Республиканского конкурса научных работ студентов за 2006 год [6].

Масштаб производства в организации проведения конкурса как в целом по стране, так и в большинстве вузов близок к оптимальному. Можно отметить лишь несколько учреждений,

которые за счет изменения масштаба производства значительно увеличили или уменьшили общую производительность (см. таблицы 4 и 5 графу *SCALE*).

На рисунке 1 приведены доверительные интервалы для индекса производительности Малмквиста (11) за период с 2004 по 2006 год. Можно отметить группу вузов в правой части графика с индексами выше 1,5 – эти учреждения образования продемонстрировали наибольший рост количества заявок на конкурс за рассматриваемый период. В то же время у вузов, традиционно активно участвующих в Республиканском конкурсе, таких как БГТУ и БГМУ, рост производительности был ниже, что вполне объяснимо – они уже функционируют на уровне, близком к границе производственных возможностей.

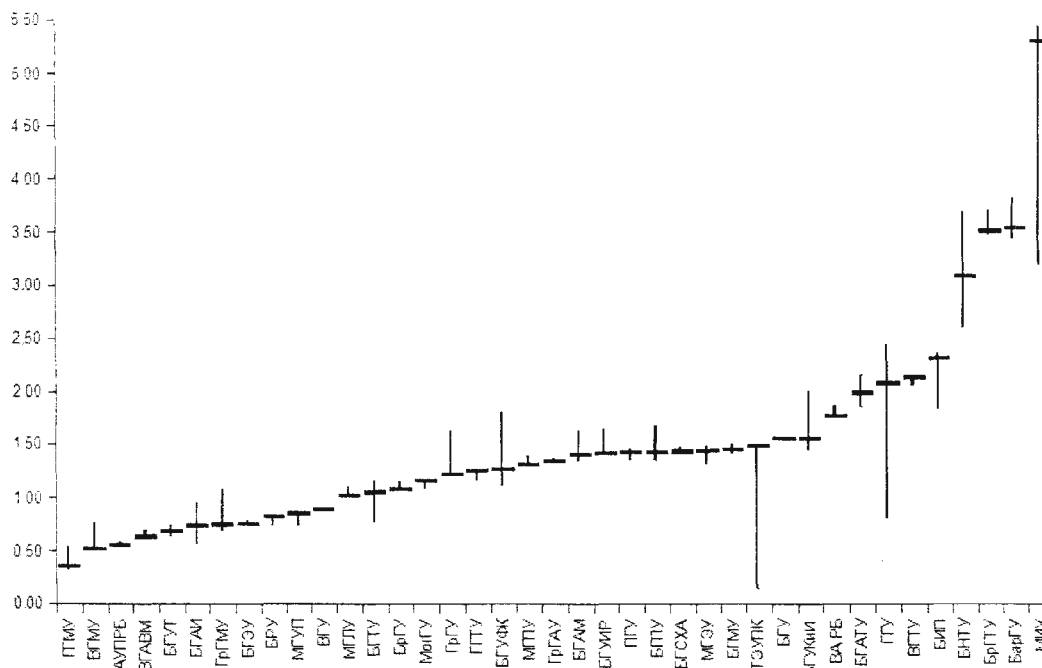


Рис. 1. Доверительные интервалы для индекса производительности Малмквиста (*MODEL1*) за период с 2004 по 2006 год

Результаты второй модели, в целом, схожи. Можно отметить большой рост производительности за весь исследуемый период ( $MI=2,2436$ ), а также высокую роль изменений в технологии подготовки научных студенческих работ ( $TECH=2,4858$ ). В отличие от *MODEL1*, изменения в производительности с 2005 по 2006 год выдались более высокими, нежели за предыдущий период. На эти же годы приходится наиболее мощное изменение в технологии.

Большинство вузов в *MODEL2* функционировали при масштабе, близком к оптимальному, и не смогли увеличить общую продуктивность за счет изменений в размерах производства. Исключение составляет БарГТУ, для которого изменение масштаба подготовки научных студенческих работ стало ключевым фактором, позволяющим улучшить их качество.

На рисунке 2, изображающем индексы производительности Малмквиста для *MODEL2*

и их доверительные интервалы, можно выделить два участка: медленно возрастающий и резко возрастающий. Во второй части графика находятся вузы, которые в последние годы значительно увеличили свое представительство среди победителей Республикан-

ского конкурса научных студенческих работ. Как было сказано выше, сделано это было, в первую очередь, благодаря изменению технологии, т.е. различного рода воздействию (в т.ч. и административному) на организационную среду конкурса в вузе.

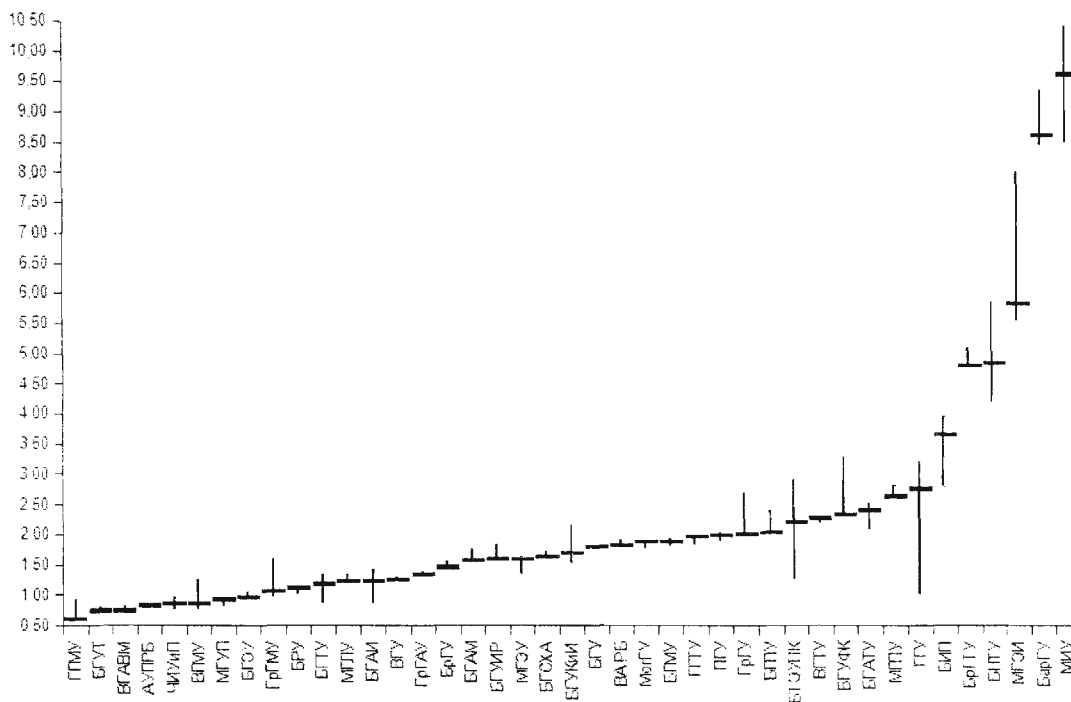


Рис. 2. Доверительные интервалы для индекса производительности Малмквиста (MODEL2) за период с 2004 по 2006 год

**Заключение**

В статье [6] был проведен анализ итогов Республиканского конкурса научных работ студентов вузов Республики Беларусь за 2006 год, одним из наиболее важных результатов которой стало выявление недопроизводства «продуктов» НИРС, исходя из располагаемых вузами ресурсов.

Для проведения динамического анализа результатов конкурса научных работ в настоящей статье был применен подход, основанный на индексах производительности Малмквиста. Такая методика позволяет отследить как сдвиги в общей производительности вузов, так и изменения в ее составляющих: технической эффективности, технологии производства и масштаба производства.

В целом, с 2004 по 2006 год вузы увеличили свою производительность в организации конкурса и подготовке научных студенческих работ. Основные изменения были

произведены за счет улучшения технологии производства, в то время как масштаб производства для большинства вузов был близок к оптимальному, а техническая эффективность увеличилась незначительно.

По двум целевым показателям: количество заявок и численность победителей, выявились группы вузов, продемонстрировавших наибольший прирост в производительности за исследуемый период. Анализ показал, что ключевым фактором этих изменений стали улучшения в технологии проведения НИРС в вузах.

Как показано в [6], текущие ресурсы учреждений высшего образования позволяют организовать и подготовить количество научных студенческих работ более, чем в 3 раза превышающее показатель 2006 года. Результаты данного исследования указывают, что наиболее вероятным источником этих изменений может стать улучшение организационной инфраструктуры конкурса в вузах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вышэйшыя навучальныя ўстановы Рэспублікі Беларусь па стану на пачатак 2004/2005 навучальнага года: стат. даведнік / ГІАЦ Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь. Мінск: Галоўны інфармацыйна-аналітычны цэнтр Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь, 2004. 130 с.
2. Вышэйшыя навучальныя ўстановы Рэспублікі Беларусь па стану на пачатак 2005/2006 навучальнага года: стат. даведнік / ГІАЦ Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь. Мінск: Галоўны інфармацыйна-аналітычны цэнтр Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь, 2005. 127 с.
3. Вышэйшыя навучальныя ўстановы Рэспублікі Беларусь па стану на пачатак 2006/2007 навучальнага года: стат. даведнік / ГІАЦ Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь. Мінск: Галоўны інфармацыйна-аналітычны цэнтр Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь, 2006. 129 с.
4. Жук А.И. О проблемах организации научно-исследовательской работы студентов / А.И. Жук, А.Г. Захаров // Вышэйшая школа. 2005. №3(47). С. 13-19.
5. Сайт организационного комитета Республиканского конкурса научных работ студентов вузов Республики Беларусь // [Электронный ресурс] / Отдел НИРС БГУ. Режим доступа: <http://www.sws.bsu.by>. Дата доступа: 15.06.2007.
6. Хацкевич Г.А. Анализ результатов Республиканского конкурса научных работ студентов вузов Республики Беларусь методом концентрации данных в среде функционирования / Г.А. Хацкевич, А.Б. Гедранович // Инновационные образовательные технологии. 2007. №2(10). С. 69–80.
7. Banker R.D. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis / R.D. Banker, A. Charnes and W.W. Cooper // Management Science. 1984. №30(9). P. 1078–1092.
8. Banker R.D. Returns to scale in different DEA models / R.D. Banker, W.W. Cooper, L.M. Seiford, R.M. Thrall and J. Zhu // European Journal of Operational Research. 2004. №154(2). P. 345–362.
9. Caves D.W. The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity / D.W. Caves, L.R. Christensen and W.E. Diewert // Econometrica. 1982. №50(6). P. 1393–1414.
10. Charnes A. Measuring the efficiency of decision making units / A. Charnes, W.W. Cooper and E. Rhodes // European Journal of Operational Research. 1978. №2(6). P. 429–444.
11. Fare R. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries / R. Fare, S. Grosskopf, M. Norris and Z. Zhang // The American Economic Review. 1994. №84(1). P. 66–83.
12. Farrell M.J. The Measurement of Productive Efficiency / M.J. Farrell // Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General). 1957. №120(3). P. 253–290.
13. Grifell-Tatje E. A generalized Malmquist productivity index / E. Grifell-Tatje and C.A.K. Lovell // TOP. 1999. №7(1). P. 81–101.
14. Malmquist S. Index numbers and indifference curves / S. Malmquist // Trabajos de Estadística. 1953. №4(1). P. 209–242.
15. Pastor J.A.T. A Statistical Test For Nested Radial Dea Models / J.A.T. Pastor, J.A.L. Ruiz and I. Sirvent // Operations Research. 2002. №50(4). P. 728–735.
16. Pastor J.T. A global Malmquist productivity index / J.T. Pastor and C.A.K. Lovell // Economics Letters. 2005. №88. P. 266–271.
17. Ray S.C. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries: Comment / S.C. Ray and E. Desli // The American Economic Review. 1997. №87(5). P. 1033–1039.
18. Shephard R.W. Theory of Cost and Production Functions / R.W. Shephard. Princeton: Princeton University Press, 1970.
19. Simar L. Detecting Outliers in Frontier Models: A Simple Approach / L. Simar // Journal of Productivity Analysis. 2003. №20(3). P. 391–424.
20. Simar L. Estimating and bootstrapping Malmquist indices / L. Simar and P.W. Wilson // European Journal of Operational Research. 1999. №115(3). P. 459–471.
21. Team R Development Core. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2006.
22. Wilson P.W. FEAR: A software package for frontier efficiency analysis with R / P.W. Wilson // Socio-Economic Planning Sciences. 2007, forthcoming.

## РЕЗЮМЕ

В статье применяется подход, основанный на индексах производительности Малмквиста и их декомпозиции для проведения динамического анализа результатов Республиканского конкурса научных работ студентов вузов Республики Беларусь с 2004 по 2006 год. Выявлено увеличение производительности вузов за исследуемый период, в первую очередь, благодаря изменениям в технологии организации НИРС внутри учреждений образования. В то же время, повышение технической эффективности и сдвиги в масштабе производства не внесли значительного вклада в увеличение общей продуктивности вузов.

## SUMMARY

An approach based on Malmquist productivity indexes and their decomposition is used for carrying out a dynamic analysis of the results of the National research papers contest of the students of Belarusian higher educational establishments for the period of 2004–2006. An increase in the productivity of higher educational establishments for this period which is caused mainly by changes in the technology of organizing students' research work in educational institutions is revealed. At the same time, an increase in technical efficiency and improvements in the scale of productivity have not made a major contribution to the increase of overall productivity of higher educational establishments.