

МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2003
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2003
Proceedings of the Thirty Second Spring Conference of
the Union of Bulgarian Mathematicians
Sunny Beach, April 5–8, 2003

ИЗМЕРВАНЕ НА УЧИЛИЩНАТА ЕФЕКТИВНОСТ ПО
МАТЕМАТИКА*

Кирил Г. Банков

Разглежда се начин за измерване на училищната ефективност в обучението по математика, който е приложен в международното изследване TIMSS. Описана е накратко методиката на работа, която използва съвременни статистически процедури. Дадени са основните резултати на международно ниво.

1. Увод. Въпросите за училищната ефективност са важни при вземане на решения за подобряване на качеството на образованието. Затова през последните години се обръща голямо внимание на изследвания в тази област. Те имат за цел да изучат начините, по които училището изпълнява ролята си на институция за обучение и кои са факторите, от които зависи успешното изпълнение на тази роля.

На пръв поглед нещата изглеждат прости: ефективни са онези училища, чиито ученици имат високи постижения. Ясно е обаче, че постиженията на учениците зависят от много и различни фактори и те трябва да се вземат предвид, когато се оценява ефективността на училището. Например, училища с голям процент ученици, които имат предварителна подготовка в семейството си, с добро финансово подпомагане от общините и с налични учебно-технически средства, са в сравнително добра позиция. Училища, които нямат тези предимства, срещат значително по-големи трудности в обучението. Изследванията на училищната ефективност се стремят да разделят факторите от организационно и педагогическо естество от тези, отнасящи се до подготовката и възможностите на учениците, които те имат *a priori*, т.е. преди тяхното постъпване в училище.

Нагледно казано, може да се окаже, че някое училище е по-ефективно от друго, въпреки че средните постижения на учениците от второто са по-добри. Причината за това е, че при първоначално дадените условия първото училище има по-ефективни начини и процедури за обучение отколкото второто. С други думи, второто училище има много по-добри дадености *a priori* и разчита на тях, докато първото успешно се справя с неудобствата на не особено добрите първоначални условия.

За анализ на данните се използват съвременни статистически процедури, включително и многостепенен анализ [4]. Той позволява да се отделят съществени фактори, които обуславят по-високи постижения на учениците.

В този материал се съдържа описание на методика за измерване на училищната ефективност, както и основните изводи от такова изследване по математика, проведено в рамките на TIMSS [3].

*Тази работа е спонсорирана от фонд „Научни изследвания“ на СУ „Св. Кл. Охридски“.

2. Данните, с които разполагаме. Международното изследване на обучението по математика и природни науки TIMSS е известно на читателите от публикации, свързани с измерване на постиженията на учениците (напр. [2]). Тук ще дадем само основната информация, за събраните данни, тъй като тя е важна, за да се разбере методът на работа.

TIMSS изследва обучението по математика и природни науки в около 50 образователни системи по света. Обект на изследване са учениците от възраст, съответстваща на 8. клас в българското училище. За да се осигури представителност и сравнимост на резултатите, всяка страна участва с извадка от около 150–170 училища. Във всяко от избраните училища се подлага на изследване една паралелка и така извадката предполага йерархична структура, а именно най-напред се избират училища, а след това – паралелки [1].

Измерването на ученическите постижения в TIMSS се прави с тестове за постижения, които са комбинирани по математика и природни науки. Неразделна част от инструментариума са въпросниците, които са четири вида. Въпросниците за учениците извличат информация за наличните образователни ресурси на учениците в къщи, отношението им към математиката и природните науки, както и тяхното мнение за редица педагогически дейности в училището и класа. Въпросниците за учителите по математика и природни науки дават информация за образованието им, подготовката да преподават различни теми от учебното съдържание, организацията на учебния процес в класа, използването на технологии, както и целите на домашни работи и изпитването. Въпросниците за директорите на училища събират информация за географския район на училището, организацията и структурата на обучението и наличните ресурси.

3. Методика на работа. Първата стъпка при анализа на данни е да се отделят онези променливи, които имат значителна корелация с ученическите постижения. Някои еднотипни променливи могат да се обединят в така наречените индекси. Това става чрез анализ на главните компоненти. След това училищата във всяка участваща държава се подреждат по средната стойност на ученическите постижения по математика. Училищата в горната една-трета образуват групата на „силните“ училища, а тези в долната една-трета – групата на „слабите“ училища. Идеята е да се провери колко добре избраните променливи и индекси разграничават „силните“ от „слабите“ училища.

За всяка от избраните променливи или индекси се избира точка, която най-добре разграничава двете групи училища. След това за всяка държава с t -тест се проверява дали има статистически значима разлика между двете групи училища и честотата на съответната променлива или индекс. Избират се само онези променливи и индекси, за които разликата е значима за повечето държави. Например, във въпросника учениците са дали информация за броя на книгите в къщи, като са посочили един от следните отговори „от 0 до 10 книги“, „от 11 до 25 книги“, „от 26 до 100 книги“, „от 101 до 200 книги“ и „повече от 200 книги“. Точката, която най-добре разграничава двете групи училища, е „100 книги“. След това за всяка държава се анализира разликата в процента ученици от „слабите“ училища, имащи в къщи поне 100 книги, и този от „силните“ училища.

Определянето на фактори, които характеризират „силните“ и „слабите“ учили-

ща, е важно за по-задълбочен анализ. Както вече беше споменато, средното постижение на учениците от дадено училище зависи от началните дадености на учениците. Ако тези начални дадености бяха еднакви, тогава ефективността на училището би се измервала просто с ученическите постижения. Различните дадености обаче, трябва да се вземат пред вид, когато се оценява приносът, който училището има в обучението на учениците. Затова следващата стъпка е прилагане на многостепенен анализ, за да се изследва връзката на някои ученически и училищни фактори с постиженията на учениците, като едновременно се вземат пред вид различията, дължащи се на началните дадености на учениците.

Използвани са три двустепенни йерархични модела. Първият модел изследва как ученическите постижения се различават между училищата за всички държави. Вторият установява каква част от различията в ученическите постижения се дължи на различия в семейната среда. Третият модел изследва как различията в някои битови и училищни фактори влияят на ученическите постижения, като се вземе предвид семейната среда на ученика. Следва математическото описание на трите модела.

Първи модел. *Училищно ниво:* $Y_{ij} = \beta_{0j} + e_{ik}$, където Y_{ij} е постижението (брой точки) на i -тия ученик в j -тото училище; β_{0j} е средната стойност на постиженията на учениците в j -тото училище; e_{ik} е нормално разпределена случайна грешка с постоянна дисперсия.

Между училищно ниво: $\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$, където β_{0j} е средната стойност на постиженията на учениците в j -тото училище; γ_{00} е международната средна стойност на ученическите постижения; U_{0j} е нормално разпределена случайна грешка с постоянна дисперсия.

Втори модел. *Училищно ниво:* $Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}H_{ij} + e_{ik}$, където β_{0j} е пресечната точка на регресионната права между семейната среда и постиженията на учениците в j -тото училище; β_{1j} е наклонът на тази регресионната права; H_{ij} е индексът на семейната среда на i -тия ученик в j -тото училище.

Между училищно ниво: $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{1j}W_{1j} + U_{0j}$, където γ_{1j} е коефициентът на регресия на училищно ниво; W_{1j} е средната стойност на индекса на семейната среда за учениците от j -тото училище.

Трети модел. В него са направени седем варианта за анализ, а именно:

1. Характеристики на паралелката – използвани са следните пет характеристики за моделиране на ученическите постижения: честота на домашната работа по математика, обем на домашната работа по математика, проверка на домашната работа от учителя, социален климат в паралелката и брой на учениците в паралелката.

2. Вариант 1 плюс характеристики на учителя – към характеристиките от първия вариант е добавен опитът на учителя по математика.

3. Вариант 2 плюс социален климат в училище – добавени са факторите административни нарушения от учениците и лошо поведение.

4. Вариант 3 плюс географско положение на училището – взема се предвид още географският район на училището (урбанизиран, селски или изолиран).

5. Вариант 4 плюс фактори като лична амбиция на ученика за по-високо образование и родителски натиск за това.

6. Вариант 5 плюс фактора семейна среда.

7. Само фактора семейна среда.

Уравнението за *училищното ниво* е същото като при втория модел. *Между училищното ниво* се моделира с уравненията $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{1j}W_{1j} + \gamma_{2j}W_{2j} + \dots + U_{0j}$ и $\beta_{1j} = \gamma_{10}$, където $\gamma_{1j}, \gamma_{2j}, \dots$ са коефициентите на регресия на училищно ниво и W_{1j}, W_{2j}, \dots са средните стойности на съответните променливи или индекси за j -тото училище.

4. Основни резултати. Във всички държави променливите и индексите, които най-добре разграничават „силните“ и „слабите“ училища, са свързани със семейната среда. Те са социално-икономическият статус на семейството и родителската подкрепа за по-високо образование. Учениците от „силните“ училища обикновено имат много книги в къщи, по-добри учебни пособия, по-високо образование родители. Те самите имат високи амбиции за образование, желание да постъпят в университет и са силно подкрепяни от родителите си в тези стремежи.

Оказва се, че факторите, свързани с училището, по-слабо разграничават „силните“ от „слабите“ училища. От значение се оказват големината и географският район на училището, социалният климат в него и ангажираността на учениците в математически дейности. Интересно е, че за различните държави тези фактори имат различна разграничителна сила.

Резултатите от многостепенния анализ показват, че силата, с която училищните фактори влияят на ученическите постижения, варира много в различните държави. Също така голяма вариативност има в различията между училищата по отношение на семейната среда на учениците. Следователно тези фактори са свързани със социалния живот и бита на конкретната държава и това трябва да се взема пред вид при всеки опит за сравняване с други държави.

Сравнително малко характеристики на паралелката оказват влияние върху постиженията на учениците. Най-значимата от тях е редовното задаване на домашна работа. Учениците, които прекарват редовно голяма част от времето върху домашна работа, имат по-високи постижения, дори и след като се „премахне“ влиянието на семейната среда. Факторите, свързани с характеристиките на учителя, социалния климат в паралелката, както и нейната големина, оказват по-слабо влияние върху ученическите постижения.

Описаният тук анализ е малка част от усилията, които се полагат, за да се разбере кои фактори оказват положително влияние върху динамичния процес на обучението. Вероятно заслужават внимание анализи, свързани с културните различия между отделните държави и влиянието на тези различия върху ученическите постижения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] К. БАНКОВ. Конструирание на извадки за международни и национални педагогически изследвания. *Математика и математическо образование*, **27** (1998), 298–302.
- [2] К. БАНКОВ. Международно оценяване на обучението по математика в средното училище. *Математика и математическо образование*, **30** (2001), 42–50.
- [3] М. О. MARTIN, et al. *Effective schools in science and mathematics*. IEA, Boston College, 2000.
- [4] T. SNIJDERS, R. BOSKERS. *Multilevel analysis: an introduction to basic and advanced multilevel modeling*. London: Sage 1999.

Кирил Банков
Факултет по математика и информатика
СУ „Св. Климент Охридски“
Бул. „Джеймс Баучер“ 5
1164 София
e-mail: kbankov@fmi.uni-sofia.bg

MEASUREMENT OF SCHOOL EFFECTIVENESS IN MATHEMATICS

Kiril G. Bankov

The paper deals with a measurement of school effectiveness in mathematics conducted as a part of the International study TIMSS. The methodology uses several statistical procedures including the multilevel analysis. It is briefly described in the paper and some results are summarized.