

MATEMATIKA И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2005
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2005
*Proceedings of the Thirty Fourth Spring Conference of
the Union of Bulgarian Mathematicians
Borovets, April 6–9, 2005*

**ВЪНШНО ОЦЕНЯВАНЕ НА ДЪРЖАВНИТЕ
ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИЗИСКВАНИЯ ЗА УЧЕБНО
СЪДЪРЖАНИЕ ПО МАТЕМАТИКА***

Чавдар Лозанов, Кирил Банков

През 2004 година колектив от Софийски университет “Св. Климент Охридски” разработи проект за стратегия за външно оценяване на ДООИ за УС за двата основни предмета математика и български език и литература. Тук е разгледана разработката на частта по математика. Целта на този научно-изследователски проект е да представи обща картина за състоянието в страната по отношение на постижимостта на ДООИ за УС, а не да оцени конкретни ученици, паралелки или училища.

Българската образователна система и в частност средното образование в България остро се нуждаят от система за външно оценяване на постиженията на учениците както в края на всеки етап и образователна степен, така и при завършване на средното образование. С една такава система ще се преодолее субективизмът в оценката на индивидуалните постижения на учениците. Ще се създадат условия за реална оценка на степента на постигане от учениците на Държавните образователни изисквания за учебно съдържание (ДООИ за УС), както и на възможностите за тяхната корекция. Такава система ще осигури на учениците справедлива оценка на постигнатите от тях резултати в процеса на обучението им в българското училище. От друга страна, ще осигури на образователната администрация на всички равнища достоверна информация за съответствието между реалните знания и умения на българските ученици и определените в ДООИ за УС знания и умения, които те трябва да са придобили след завършването на определен етап или образователна степен. Тази постановка е в съответствие с Наредба № 2 на МОН от 18.05.2000 г. за учебното съдържание, където според §1 “Държавните образователни изисквания за учебно съдържание се прилагат в съответствие с въвеждането на учебния план и се изменят след оценяване на тяхната приложимост”.

От друга страна, наскоро обявените резултати на TIMSS показват сериозен спад на ученическите постижения по математика и природни науки ([2] и [3]). Таблица 1 показва разпределението на тестовия бал за държавите участващи в международното сравнително изследване TIMSS–2003.

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

Таблица 1 – ученически постижения в TIMSS-2003.

Математика		Природни науки	
Държава	Тестов бал	Държава	Тестов бал
Сингапур	605	Сингапур	578
Корея	589	Тайван	571
Хонг Конг	586	Корея	558
Тайван	585	Хонг Конг	556
Япония	570	Естония	552
Белгия (фл.)	537	Япония	552
Холандия	536	Англия	544
Естония	531	Унгария	543
Унгария	529	Холандия	536
Малайзия	508	САЩ	527
Латвия	508	Австралия	527
Русия	508	Швеция	524
Словакия	508	Словения	520
Австралия	505	Нова Зеландия	520
САЩ	504	Литва	519
Литва	502	Словакия	517
Швеция	499	Белия (фл.)	516
Англия	498	Русия	514
Шотландия	498	Латвия	512
Израел	496	Шотландия	512
Нова Зеландия	494	Малайзия	510
Словения	493	Норвегия	494
Италия	484	Италия	491
Армения	487	Израел	488
Сърбия	477	България	479
България	476	Йордания	475
Румъния	475	<i>Международно средно</i>	474
<i>Международно средно</i>	467	Молдова	472
Норвегия	461	Румъния	470
Молдова	460	Сърбия	468
Кипър	459	Армения	461
Македония	435	Иран	453
Либия	433	Македония	449
Йордания	424	Кипър	441
Иран	411	Бахрейн	438
Индонезия	411	Палестина	435
Тунис	410	Египет	421
Египет	406	Индонезия	420
Бахрейн	401	Чили	413
Палестина	390	Тунис	404
Чили	387	Саудитска Арабия	398
Марко	387	Мароко	396

Математика		Природни науки	
Държава	Тестов бал	Държава	Тестов бал
Филипини	378	Ливан	393
Ботсвана	366	Филипини	377
Саудитска Арабия	332	Ботсвана	365
Гана	276	Гана	255
Южна Африка	264	Южна Африка	244

Интересно е да сравним резултатите на България за проведените през последните 10 години изследвания на TIMSS. В TIMSS-1995 България е на 9-то място по математика и на 5-то място по природни науки, като това представяне е изключително високо и по двете дисциплини. В TIMSS-1999 България е на 17-то място по математика и на 16-то по природни науки. Въпреки очевидния спад, страната ни все още е значително по-добре от “златната среда” – международната средна стойност за всички участващи държави. В TIMSS-2003 мястото ни е 25-то по математика и 24-то по природни науки. Тези тенденции са показани на таблица 2.

Таблица 2 – тенденции в ученическите постижения за България

		TIMSS-1995	TIMSS-1999	TIMSS-2003
Математика	Разлика в бала		От 1995 до 1999: –34	От 1995 до 2003: –51
	Място	9	17	25
Природни науки	Разлика в бала		От 1995 до 1999: –39	От 1995 до 2003: –66
	Място	5	16	24

Най-тревожната констатация от TIMSS-2003 е, че **няма друга държава с такъв голям спад на постиженията както по математика, така и по природни науки**. Това е причина за изключително голямо безпокойство и е сигурен индикатор, че нещо не е наред с обучението по тези предмети.

Резултатите от TIMSS са друга сериозна причина за необходимостта от задълбочено, сериозно и обективно изследване на реалното състояние на обучението по математика в българското училище.

През 2004 година колектив от Софийски университет “Св. Климент Охридски” разработи проект за стратегия за външно оценяване на ДООИ за УС за двата основни предмета математика и български език и литература [1]. Проектът беше финансиран от Институт “Отворено общество”. В този доклад ще разгледаме частта по математика.

Разработеният проект дава възможност на Министерството на образованието и науката да осъществи **оценяване на приложимостта на ДООИ за УС**, като предлага то да стане от външна независима организация. В този смисъл това е научно-изследователски проект, който няма за цел да оцени конкретни ученици, паралелки или училища, а да представи обща картина за състоянието в страната по отношение на постижимостта на ДООИ за УС за следните две групи ученици:

- Учениците в края на началния етап (IV клас);
- Учениците в края на основната образователна степен (VIII клас).

Въз основа на резултатите могат да се анализират, коригират, прецизират и операционализират държавните образователни изисквания за учебно съдържание.

Предлаганата стратегия е приложима за всяка културно-образователна област и за който и да е етап или образователна степен. Резултатите от проекта са интелектуален продукт, който е систематизиран и подробно документиран.

В проекта са разработени:

- Исторически преглед на опитите за външно оценяване в България;
- Национални и международни примери за външно оценяване;
- Изследователски дизайн за външно оценяване;
- Методически указания за технологията на външното оценяване;
- Изследователски цикъл, осигуряващ съпоставимост на резултатите с международни изследвания като TIMSS, PIRLS и PISA.
- Примерни рамки за оценяване на постиженията на учениците по отношение на ДОО за УС по “Математика, информатика и информационни технологии” в края на началния етап и в края на основната образователна степен;
- Тестови спецификации за измерителен инструментариум;
- Тестов дизайн за пилотно и основно изследване;
- Банки от тестови задачи за проверка на степента на постижение на ДОО за УС за всеки от двата етапа на основната образователна степен;
- Допълнителен измерителен инструментариум за изследване на учебната среда;
- Начини за представяне на резултатите от външното оценяване;

В таблица 3 са дадени основните параметри на общия модел за външно оценяване, които са използвани от колектива при разработването на проекта.

Таблица 3. Концептуален модел за външно оценяване

Тип оценяване	Външно програмно оценяване на резултатите от обучението.
Потребители	Вземащите управленски решения в областта на образованието (МОН); Педагогическата общност; ВУ; др.
Цел на оценяването	Да се провери степента на постигане на ДОО за УС.
Изследователски проблем	Степента, в която учениците от IV и VIII клас са усвоили знанията и уменията, предвидени в ДОО за УС по математика.
Целеви групи	Ученици; Родители; Учители; Директори.
Предмет на оценяване	Знания, умения и отношения; Учебна среда.
Учебна документация	ДОО за УС за начален етап и основна образователна степен; Учебни програми; Учебници.
Стандарти за качество на оценяването	Полезност; Приложимост; Адекватност; Точност.
Периодичност	Двугодишен цикъл.
Извадка	Много-стъпкова стратифицирана клъстерна извадка.
Методи за събиране на данните	Дидактически тестове; Анкети; Въпросници.
Изследователски дизайн	Непълнен свързан тестов дизайн.
Методи за анализ на данните	Еднопараметричен логистичен модел; Дисперсионен анализ; Корелационен анализ.
Програмно осигуряване	SPSS; OPLM.
Крайни продукти	Стандартизирани дидактически тестове; Програми за квалификация на учителите.

Ще се спрем по-подробно на разработената **рамка за оценяване и тестовите спецификации** по математика. При изготвянето на тази рамка и на тестовите спецификации са използвани като пример съответните документи от утвърдени международни изследвания в тази област като TIMSS, PIRLS и PISA, което осъществява необходимата съпоставимост на резултатите. Тематично рамката за оценяване е базирана на ДОО за УС.

Таблица 4. Тематична рамка за оценяване – начален етап

ЯДРА. <i>Процентно разпределение на задачите</i>	<i>Степен на образование: Основна; Етап: Начален</i> ЗНАНИЯ И УМЕНИЯ (СТАНДАРТИ) (в края на IV клас) В резултат на обучението по математика в края на началния етап на основната образователна степен ученикът:
Числа 45%	Умее да: • Чете и пише естествени числа и познава десетичната позиционна бройна система; • Сравнява и нарежда естествени числа; • Събира и изважда естествени числа, умножава и дели с едноцифрено и с двуцифрено число, разбира връзките между компонентите на аритметичните действия. • Знае възприетия ред на действията, ролята на скобите и може да пресмята числови изрази, съдържащи до три действия. • Познава римската бройна система. • Има представа за дробите половинка, третинка, четвъртинка и десетинка
Равнинни фигури 15%	• Познава геометричните фигури (права и крива линия, лъч, отсечка, ъгъл, триъгълник, правоъгълник, квадрат, окръжност) и елементите им. Може да: • определя вида на фигурите (ъгъл и триъгълник); • чертае отсечка по дадена дължина и ъгъл по дадена градусна мярка; • чертае триъгълник, квадрат и правоъгълник върху квадратна мрежа.
Измерване 25%	• Знае мерните единици 1. дължина (мм, см, дм, м, км), 2. маса (грам, килограм, тон); 3. време (секунда, минута, час, денонощие, седмица, месец, година, век); 4. пари (стотинка, лев); 5. ъгъл (градус) и връзките между производните им. • Познава мерните единици за лице (кв.мм, кв.см, кв.дм, кв.м, кв.км, декар)

	Умее да: • измерва отсечки и ъгли; • извършва действия с изучените еднородни мерни единици (без тези за време); • намира обиколката на триъгълник и правоъгълник и лице на правоъгълник.
Моделиране 15%	• Умее да моделира с числови изрази ситуации, описани с отношенията “с повече”, “с по-малко”, “пъти по-голямо” и “пъти по-малко”. • Знае да описва ситуации от заобикаляния го реален свят с математически модел (задачи от покупко-продажби, обиколки и лица на фигури). • Може да интерпретира съдържателно получените резултати при решаване на даден проблем. • Умее да прави правдоподобни предположения по събрани данни от заобикаляния го реален свят.

Таблица 5. Тематична рамка за оценяване – прогимназиален етап

ЯДРА. <i>Процентно разпределение на задачите</i>	<i>Степен на образование: Основна; Етап: Прогимназиален</i> ЗНАНИЯ И УМЕНИЯ (СТАНДАРТИ) (в края на VIII) В резултат на обучението по математика в края на прогимназиалния етап на основната образователна степен ученикът:
Числа Алгебра 30%	Умее да: • сравнява рационални числа и извършва операциите събиране, изваждане, умножение, деление и степенуване (с естествен показател, идея за цял степенен показател); • пресмята числови изрази в множеството на рационалните числа, съдържащи до четири действия; • извършва операции (събиране, изваждане, умножение, деление и степенуване с естествен показател) с рационални изрази и тъждествени преобразувания с тях; • решава линейни уравнения и неравенства с едно неизвестно, системи линейни уравнения с две неизвестни, системи линейни неравенства с едно неизвестно, рационални уравнения и неравенства, свеждащи се до линейни и модулни уравнения от вида $ax + b = c$. • Познава ирационални числа, записани с квадратен корен, може да ги сравнява и извършва операции с тях. Умее да решава квадратни уравнения с рационални коефициенти по формулата за намиране на корените им.

Фигури и тела 25%	- Знае основните геометрични фигури (триъгълник, четириъгълник, правилен многоъгълник и окръжност), техните елементи, видове и свойства. Умее да: - прилага признаците за еднакви триъгълници и видовете четириъгълници; - построява геометричните обекти, описани в основните построятелни задачи. Познава: - видовете права призма, правилна пирамида, прав кръгов цилиндър, прав кръгов конус, знае елементите и развивките им; - сфера и кълбо и знае елементите им.
Функции Измерване 20%	Умее да: - построява точка по дадени координати и определя координати на точка спрямо декартова координатна система в равнината; - построява образ на точка, отсечка и окръжност при еднаквост; - представя таблично и графично функции от вида $y = ax + b$ и $y = ax^2$; - пресмята обиколка и лице на основни равнинни фигури; - пресмята лице на повърхнина и обем на ръбести и валчести тела. Знае да определя по вид и намира: - ъгли, получени при пресичане на прави в равнината; - ъгли, свързани с окръжност. - Разбира връзките между производните на мерните единици и умее да преминава от една мерна единица в друга.
Логически знания Елементи от вероятности и статистика 15%	- Разбира на конкретно ниво смисъла на логическите съюзи “и”, “или”, “ако... , то...” и на релациите следване ($\Rightarrow$) и еквивалентност ($\Leftrightarrow$). - Умее да образува на конкретно ниво отрицание на твърдение, съдържащо логическите съюзи “и”/“или”. - Разбира смисъла на думите определение, аксиома, теорема, теорема-свойство, теорема-признак. - Умее да разграничава условие от заключение на теорема. - Умее да преценява вярност и рационалност в конкретна ситуация

Известна свобода има при определяне на **познавателните области**, които не са прецизирани в ДООИ. По математика те са 4, като отговарят на така наречените когнитивни равнища и са определени по сравнително широко възприети стандартни начини.

Таблица 6. Познавателни области

ПОЗНАВАТЕЛНИ ОБЛАСТИ	%	ДЕЙНОСТИ – 4. Клас	%	ДЕЙНОСТИ – 8. Клас
А Познаване на факти	15	Назовава, възпроизвежда факти, определения, свойства, правила; Разпознава математическата символика; Разпознава фигури.	10	Познава, възпроизвежда понятия, определения, свойства, правила, фигури; Разпознава математическата символика; Разпознава идентичност на запис.
В Изпълнение на алгоритми	40	Притежава основни изчислителни умения – реализира образец-алгоритъм; Чертае като ползва чертожни инструменти; Измерва като ползва уреди за измерване.	35	Притежава основни изчислителни умения – реализира образец-алгоритъм; Ползва калкулатор; Чертае като ползва чертожни инструменти; Измерва като ползва уреди за измерване.
С Разбиране и приложение	35	Разбира смисъла на аритметичните операции и свойствата им; Реализира алгоритми без зададен образец (рационално смятане и др.); Сравнява математически обекти; Разпознава цялостен математически текст; Съставя модели по текст; Решава задачи от практиката.	40	Разбира смисъла на аритметичните операции и свойствата им, математическите формули; Реализира алгоритми без зададен образец (рационално смятане и др.); Осъзнава връзките и сравнява математически обекти; Разпознава цялостен математически текст; Съставя модели по текст; Решава задачи от практиката.
Д Аргументация и комуникативност	10	Ползва/чете и обработва данни; Интерпретира информация; Формулира правдоподобни предположения; Прави проверка, преценка.	15	Ползва/чете и обработва данни; Интерпретира и представя информация; Поддържа по логически критерии; Формулира хипотези, проверява логическа смисленост; Прави проверка, преценка.

За всяко ядро от учебното съдържание е разработена **банка от примерни задачи**. Тези задачи поясняват предложените спецификации и в този смисъл операционализират ДООИ за УС. Към всяка задача има карта на задачата, която е изготвена по метода на експертната оценка. По долу са дадени няколко примера от разработените банки задачи:

Задачи от банка “Числа” – 4. клас

1. В кой от случаите е записан сборът на числата 361 и 2166?
 а) $2166 - 361$ б) 2166.361 в) $2166 : 361$ г) $2166 + 361$

Ядро: числа	Време: 1,5 мин.
Трудност: 95%	Познавателна област: А

2. Ако $28 + \square = 64$, то $\square$ е числото:
 а) 46 б) 36 в) 92 г) 64

Ядро: числа	Време: 1,5 мин.
Трудност: 90%	Познавателна област: А

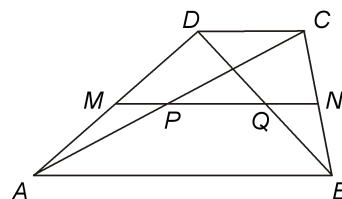
3. Ако $45 - \square = 33$, то $\square$ е числото:
 а) 22 б) 78 в) 12 г) 88

Ядро: числа	Време: 1,5 мин.
Трудност: 90%	Познавателна област: А

Задачи от банка “Фигури и тела” – 8. клас

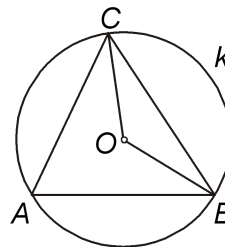
1. На чертежа MN е средната основа на трапеца $ABCD$. Ако $DC = 3$ см и $PQ = 4,5$, то дължината е
 а) 12 см б) 6 см в) 9 см г) 7,5 см

Ядро: Фигури и тела	Време: 1,5 мин.
Трудност: 70%	Познавателна област: В



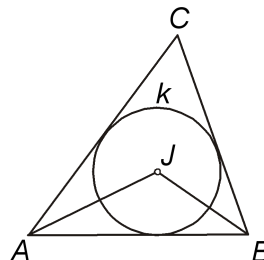
2. На чертежа точката O е центърът на окръжността k . Ако $S_{BAC} = 70^\circ$, то S_{BOC} е:
 а) 105° б) 110° в) 145° г) 140°

Ядро: Фигури и тела	Време: 1 мин.
Трудност: 80%	Познавателна област: В



3. На чертежа точката J е центърът на окръжността k . Ако $S_{ACB} = 80^\circ$, то S_{AJB} е:
 а) 130° б) 160° в) 100° г) 120°

Ядро: Фигури и тела	Време: 1,5 мин.
Трудност: 65%	Познавателна област: С

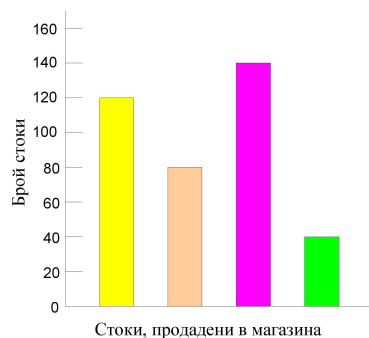


Задачи от банка логически знания, елементи от вероятности и статистика

1. Диаграмата показва броя химикалки, моливи, линии и гумички, продадени в магазин за една седмица. Наименованията на стоките са показани на диаграмата. Най-много от всички стоки са се продавали химикални, а най-малко – гумички. Продадените моливи са повече от отколкото линиите. Колко молива са били продадени? (TIMSS-2003)

а) 40 б) 80 в) 120 г) 140

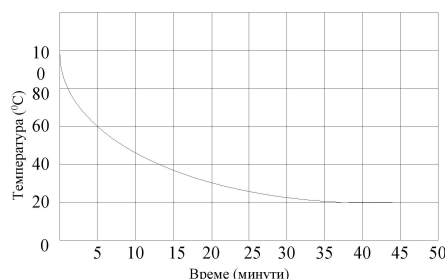
Ядро: ЛВС	Време: 2 мин
Трудност: 80%	Познавателна област: А



2. Мензура с кипнала вода е оставена да изстине. Температурата на водата се записва на интервали от по пет минути и е начертана графика температура – време. Приблизително колко минути са били необходими на водата за да изстине с 20 градуса? (TIMSS-2003)

а) 3 б) 8 в) 37 г) 50

Ядро: ЛВС	Време: 2 мин
Трудност: 75%	Познавателна област: В



Въз основа на банките задачи са изработени **субтестове** по ядрата за учебно съдържание, като са спазени следните изисквания:

- Всеки субтест съответства на ядро от учебното съдържание;
- Броят задачи в субтеста е съобразен с определеното време за решаване – 40 минути;
- Задачите в субтеста са разпределени така, че да покриват всички познавателни области.

Изготвени са и две примерни тестови книжки като са спазени изискванията на изследователския дизайн:

- Тестова книжка за 4. клас, съдържаща 2 субтеста;
- Тестова книжка за 8. клас, съдържаща 3 субтеста.

Всяка тестова книжка е съпроводена с подробни инструкции за работа на учениците.

Работният колектив достигна до следните важни изводи, които се отнасят пряко до външното оценяване на българското образование:

- Обществото трябва да е информирано какво ще се преподава в училище и какви знания трябва да владеят учениците, обучаващи се в различни образователни степени;
- Обучаваните и техните родители трябва да са наясно с методите за оценяване на успеха от обучението, за да могат адекватно да се подготвят;

- Преподавателите и обучаваните трябва да разполагат с подробна информация относно учебното съдържание, стандартите и методиката на оценяване;
- Нужни са условия за съпоставимост на качеството на българското образование с това на останалите европейски страни.

Ние виждаме като **приоритетни области** в стратегията за външно оценяване в България:

- Разработване на Държавни изисквания за оценяване в средното образование;
- Създаването на независим национален център за измерване и оценяване в образованието.
- Конструирание на качествен измерителен инструментариум, който да се използва не само за нуждите на външното оценяване, но впоследствие и от учителите за надеждна и валидна оценка на знанията и уменията на учениците.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Колектив. Разработване на стратегия за външно оценяване на степента на постигане на държавните образователни изисквания за учебно съдържание в края на началния етап (IV клас) и в края на основната образователна степен (VIII клас) по културно-образователните области “Български език и литература” и “Математика, информатика и информационни технологии”, Институт “Отворено общество”, 2004.
- [2] I. MULLIS, M. MARTN, E. GONZALEZ, S. CHROSTOWSKI. “TIMSS 2003 International Mathematics Report”, IEA, 2004.
- [3] I. MULLIS, M. MARTN, E. GONZALEZ, S. CHROSTOWSKI. “TIMSS 2003 International Science Report”, IEA, 2004.

Факултет по математика и информатика
 СУ “Св. Кл. Охридски”
 Бул. “Джеймс Баучер” 5
 1164 София

EXTERNAL ASSESSMENT OF THE NATIONAL EDUCATION CONTENT STANDARDS ON MATHEMATICS

Chavdar Lozanov, Kiril Bankov

In 2004, a group of researches of Sofia University developed a project for External Assessment of the National Education Content Standards on Mathematics and Bulgarian language and literature. This article deals with the part concerning mathematics. The goal of this research project is to present the general current situation of students' achievement with respect to the Education Content Standards.