

А Н А Л И З

**НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ВЪНШНО ОЦЕНЯВАНЕ
ПО ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ
ВЪРХУ ЯДРО НА УЧЕБНО СЪДЪРЖАНИЕ „СВЕТЛИНА“**

Автори: Валентина Иванова – главен експерт, ЦКОКО
Доц. Максим Максимов – СУ „Св. Климент Охридски“

София, 2007 г.

Целта на външното оценяване по физика и астрономия, проведено през юни 2007 година, е да се провери степента на постигане на заложените в Държавните образователни изисквания (ДОИ) за учебно съдържание знания и умения върху ядрото на учебно съдържание „Светлина” – задължителна подготовка.

Инструментариумът на оценяването включва тест от 20 тестови задачи със структуриран отговор. Тестът е разработен в два варианта. Времето за работа по теста е един учебен час. Всяка задача се оценява с една точка, т.е. максималният тестов бал е двадесет точки. Задачите в теста са апробирани и техните характеристики отговарят на психометричните стандарти за трудност, дискриминативна сила и ефективност на дистракторите.

Представителна извадка

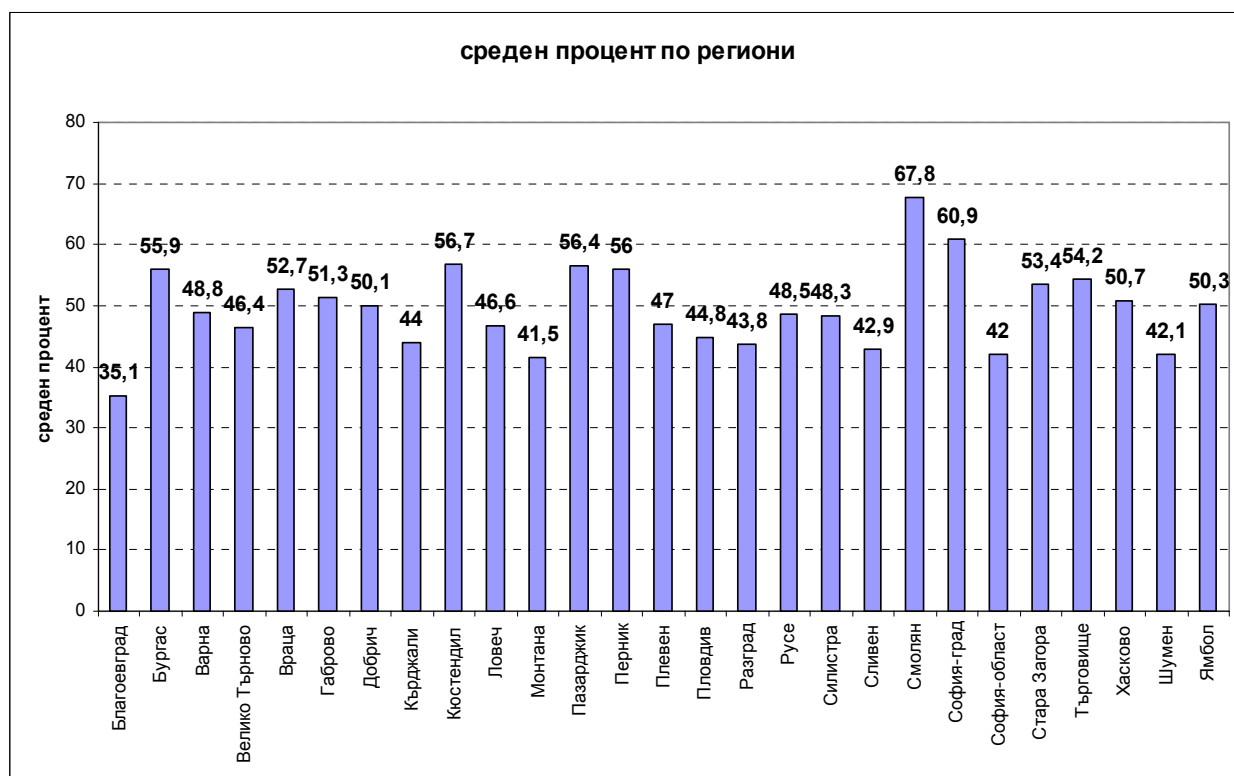
Външното оценяване по физика и астрономия се проведе с 2285 ученици от 108 паралелки в 27 региона. В *таблица 1* е показано разпределението на паралелките по вид училище.

Профилирани гимназии – профил „природоматематически“ (МГ), профил „чуждоезиков“ (ЕГ), профил „хуманитарен“ (ХГ), средни общообразователни училища (СОУ), професионални гимназии (ПГ), гимназии (Г).

вид училище	брой паралелки
МГ	26
ЕГ	20
ХГ	6
СОУ	26
ПГ	27
Г	3

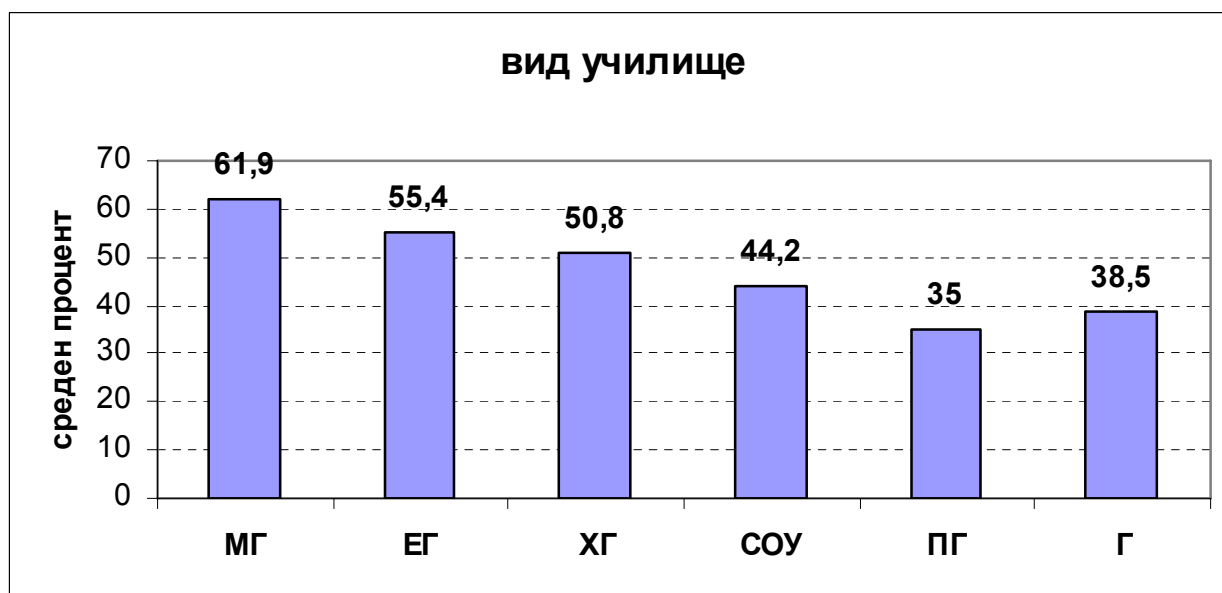
Таблица 1.

На *фиг. 1* са представени средните тестови балове в проценти на учениците от различните региони.



Фиг. 1.

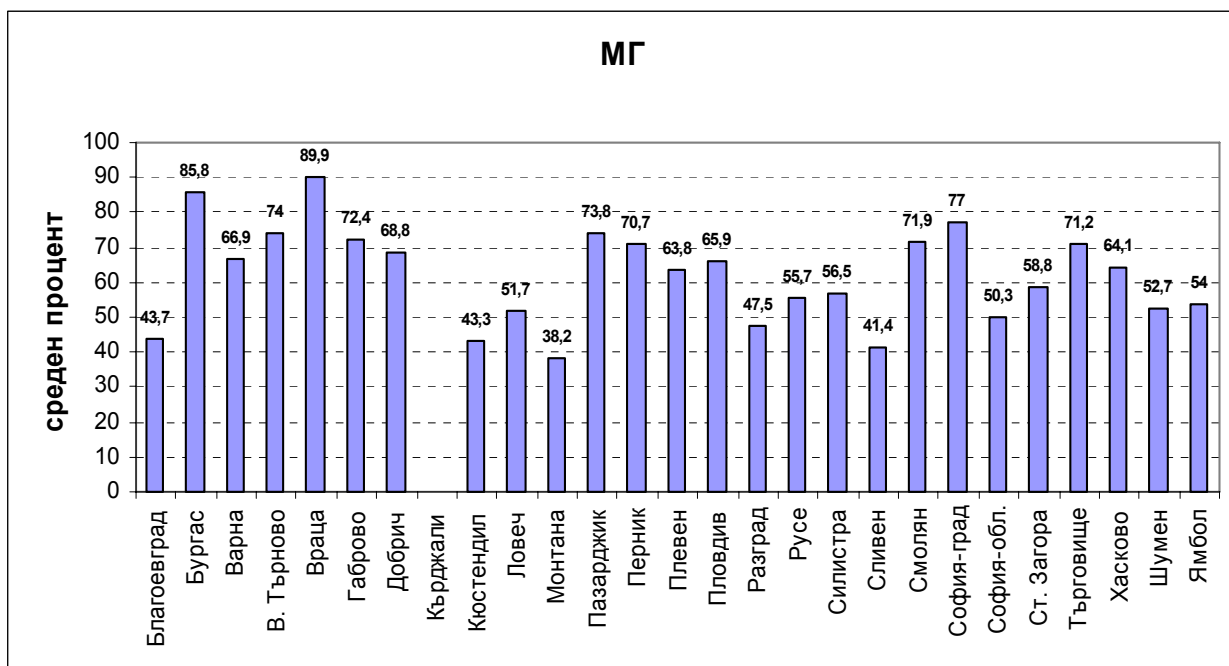
На *фиг. 2* са представени средните тестови балове в проценти на учениците според вида на училището, в което учат.



Фиг. 2.

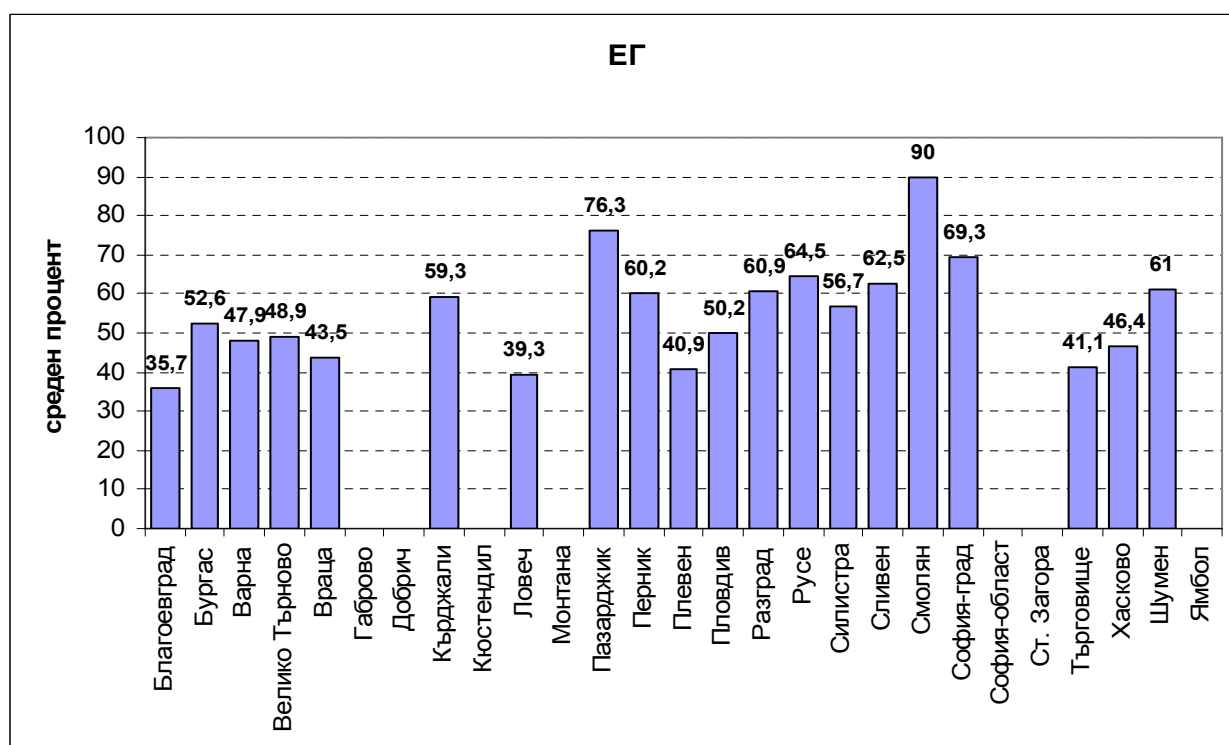
От диаграмата се вижда, че най-високи са постиженията на учениците от математическите гимназии, а най-ниски – на учениците от професионалните гимназии.

На следващите четири фигури са представени постиженията на учениците в проценти според вида на училищата.



Фиг. 3.

От математическите гимназии с най-висок резултат са Враца 89,9% и Бургас – 85,8%. С най-нисък бал са Монтана 38,2% и Сливен 41,4%.

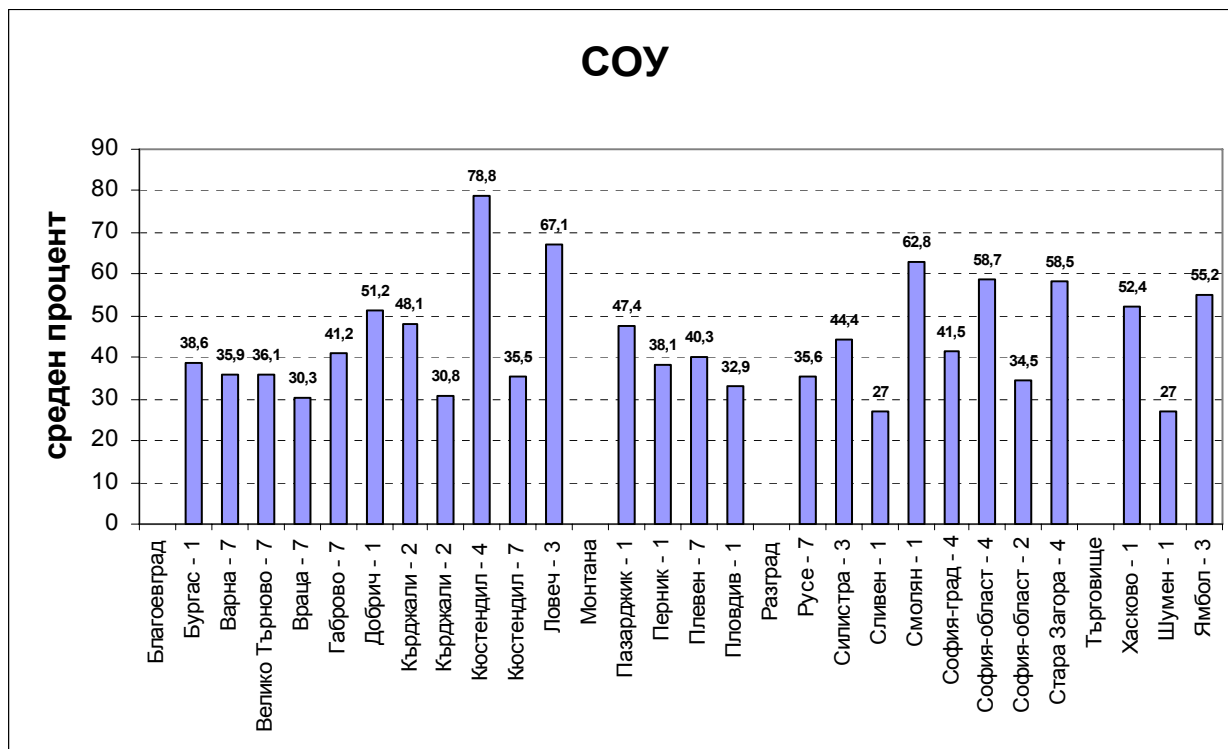


Фиг. 4.

Както се вижда от *фиг. 4.* учениците от езиковите гимназии в Смолян (90%) и Пазарджик (76,3%) са постигнали най-добри резултати. С най-ниски резултати са в Благоевград (35,7%) и Ловеч (39,3%).

От сравняването на двете диаграми се налага изводът, че има региони, в които учениците в езиковите гимназии се справят по-добре от учениците в математическите гимназии. Например в регионите Сливен, Разград и Смолян.

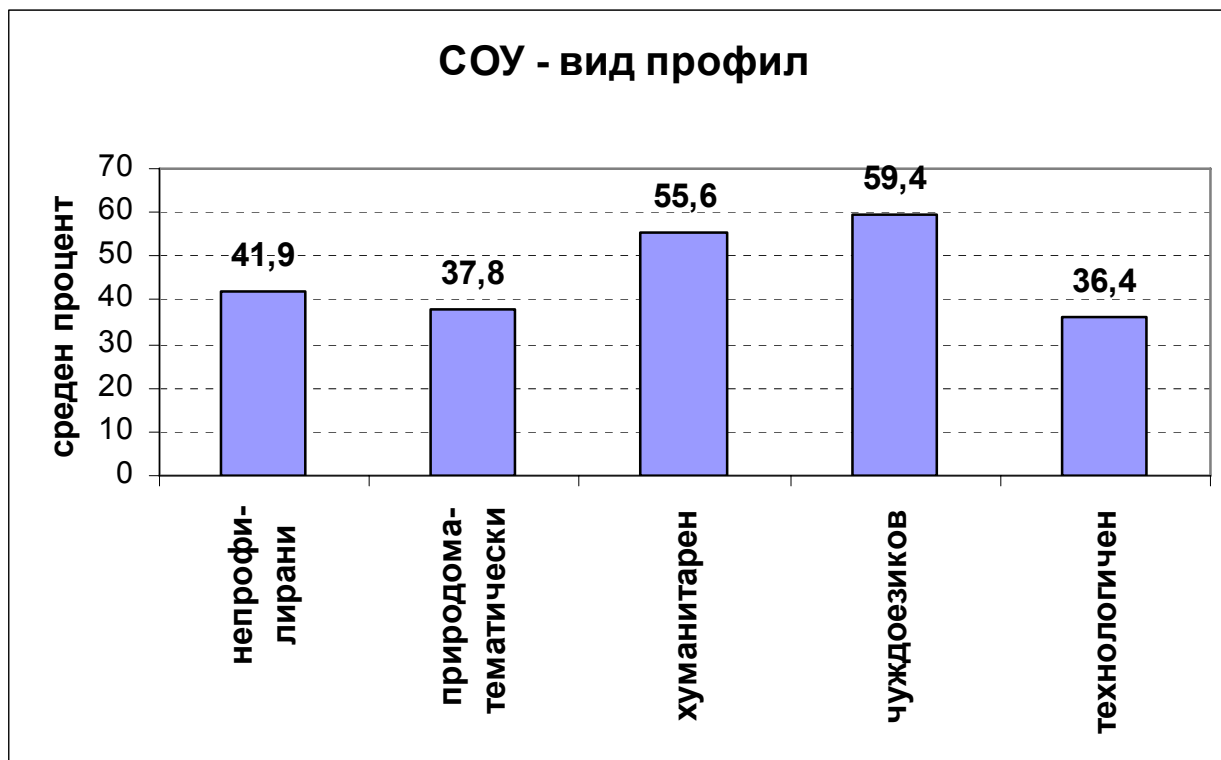
На следващата фигура са представени средните тестови балове на учениците в проценти по региони за СОУ. След всеки регион е поставен номер, който показва съответното СОУ от даден регион с какъв вид профил е участвало в оценяването (1 – непрофилиран, 2 – природоматематически, 3 – хуманитарен, 4 – чуждоезиков, 7 – технологичен).



Фиг. 5.

Постиженията на учениците от СОУ са в доста голям диапазон. Най-добрите резултати са в Кюстендил – 78,8% и Ловеч – 67,1%. Най-ниските са в Сливен и Шумен – 27% и Враца – 30,3%.

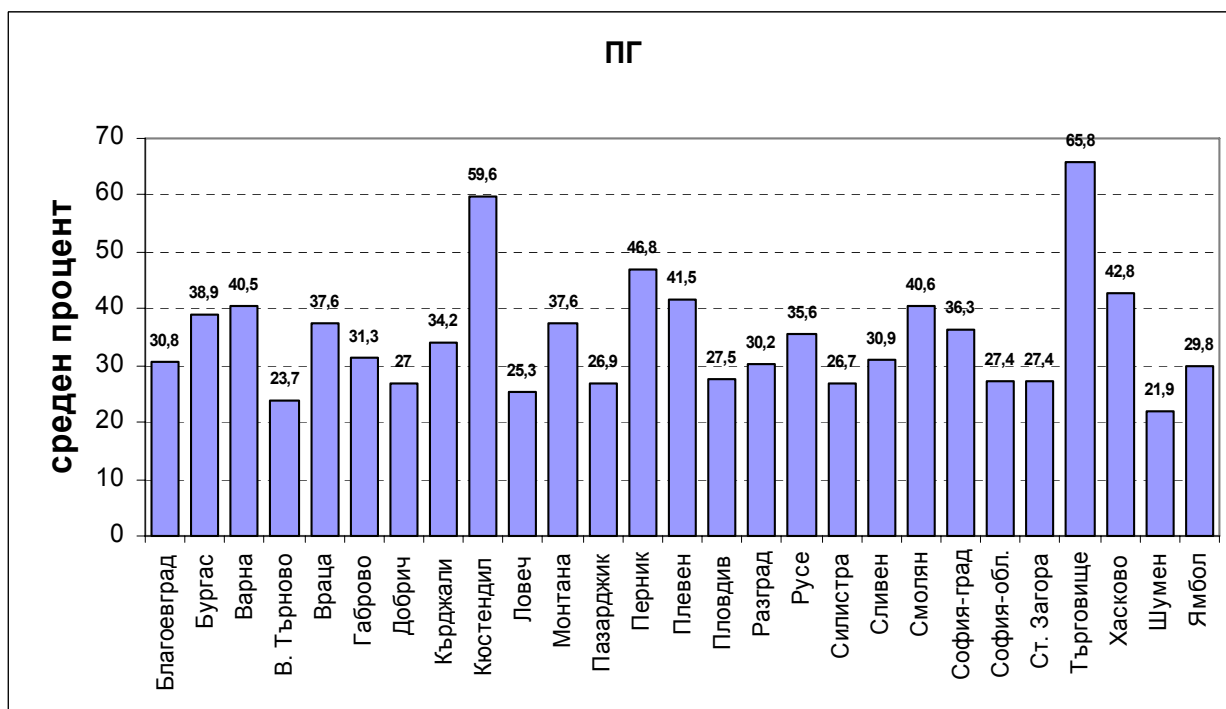
На *фиг. 6.* са представени средните тестови балове на учениците според вида на профила в СОУ.



Фиг. 6.

Прави впечатление, че най-добре са се справили с теста учениците от чуждоезиковия профил. Изненадващо ниски са резултатите на учениците от технологичния и природоматематическия профил.

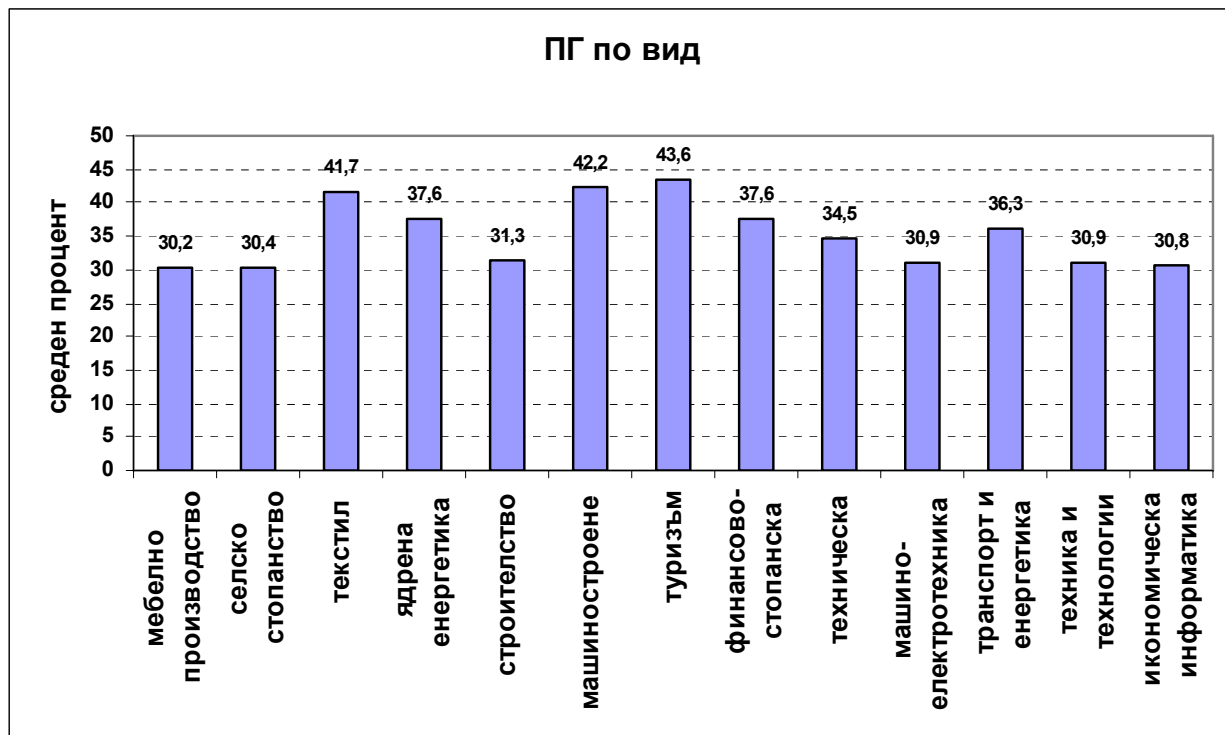
На *фиг. 7.* са представени средните тестови балове на учениците в проценти по региони за професионалните гимназии.



Фиг. 7.
ЦКОКО

Средният тестов бал на учениците от професионалните гимназии е 35%. Открояват се постиженията на учениците от Търговище (65,8%) и Кюстендил (59,6%). С най-ниски резултати са ПГ от Шумен (21,9%) и Велико Търново (23,7%).

На *фиг. 8.* са представени средните тестови балове на учениците в проценти според направлението на професионалните гимназии.



Фиг. 8.

Резултатите са доста хомогенни. С най-добри постижения са ПГ с направления – туризъм (43,6%) и машиностроене, а с най-ниски – мебелно производство (30,2%) и селско стопанство (30,4%).

Общи характеристики на теста:

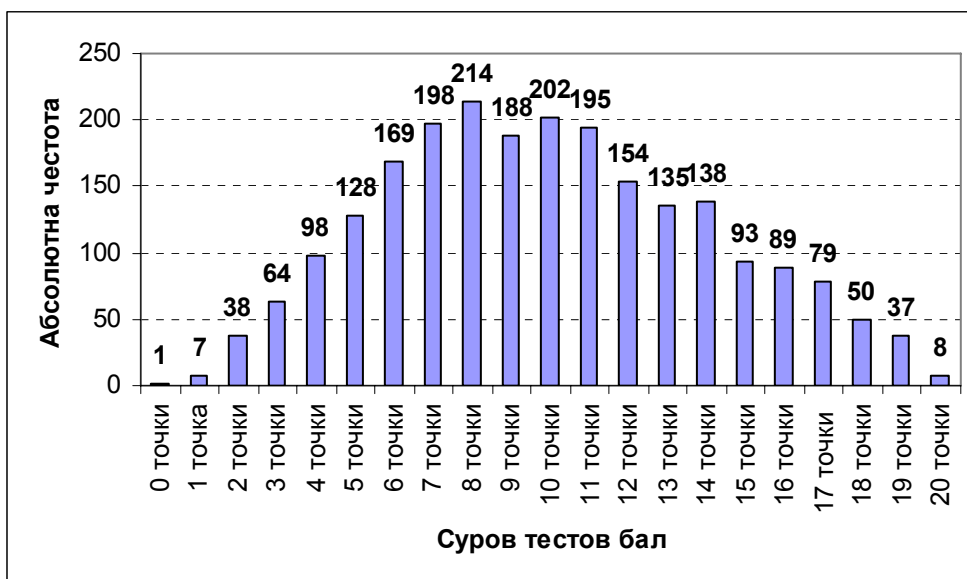
- Средната стойност на баловете /среден брой точки/ е 10,1. Най-често срещаният бал е 8 точки.
- Стандартното отклонение е 4,14.
- Медианата на разпределението е 9 точки (за първи вариант) и 10 (за втори).
- Коефициентът на надеждност е 0,77 за 1 вариант и 0,75 за 2 вариант.

В *таблица 2* са представени характеристиките на двата варианта.

	Общ брой ученици	Брой ученици с макс. бал	Брой ученици с мин. бал	Среден тестов бал в проценти	75-ти проц. в точки	Медиана (50-ти проц.) в точки	25-ти проц. в точки	коефициент на надеждност α на Кромбах
Вар. 1	1140	2	0	47,4	13	9	6	0,77
Вар. 2	1145	6	1	53,1	13	10	8	0,75

Таблица 2.

Трудността на теста, определена по средния тестов бал и максималния брой точки, е 50,3%. Отгук следва изводът, че **тестът е средно труден**. Този извод се потвърждава и от диаграмата *абсолютна честота – бал*, представена на *фиг. 9*. Тя показва нормално разпределение на резултатите.



Фиг. 9. Стълбова диаграма абсолютна честота – бал. На вертикалата и над стълбчетата е означен общият брой (за двата теста) на учениците, постигнали съответния тестов бал.

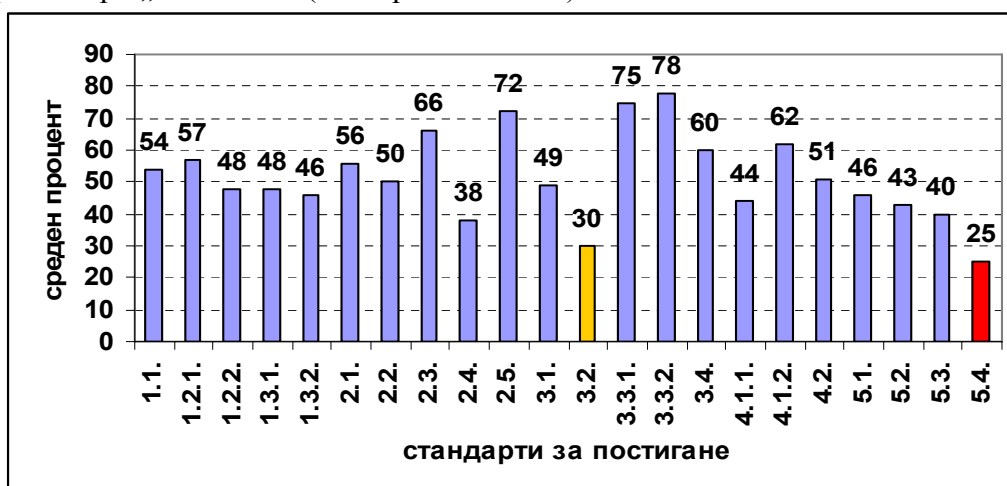
Анализ на резултатите от външното оценяване

Учениците с бал до 5 точки са 333 (14%). Те са показали незадоволителен резултат на теста и не покриват задължителния общообразователен минимум, определен от ДООИ за учебно съдържание.

Учениците с бал от 6 до 11 точки са 1155 (51%). Резултатите на тези ученици са задоволителни – те покриват минималните изисквания на стандартите.

Учениците с бал от 12 до 20 точки са 797 (35%). Те са показали добри резултати в теста. Само 8 от тях обаче са с максимален бал от 20 точки.

На *фиг. 10* е показано колко процента от учениците са покрили съответния стандарт от ядро „Светлина” (вж. Приложение 1).



Фиг. 10. Среден процент (за двата варианта на теста) на учениците, решили задачите, проверяващи постигането на съответните стандарти (Приложение 1) от учебното ядро „Светлина”.

Учениците са се справили най-добре с тестовите задачи, проверяващи следните стандарти (вж. Приложение 1): **3.3.1.** (75 %), **3.3.2.** (78 %), **2.5.** (72 %) и **2.3.** (66 %).

Тестовите задачи, с които е проверено постигането на тези стандарти, са на равнище *знание*. Те не изискват прилагане на физични закономерности и извършване на пресмятания.

Учениците са показали най-слаби резултати при следните стандарти:

Стандарт 5.4. Ученикът трябва да знае, че при микрочастиците се наблюдават вълнови явления, като дифракция на електрони.

Тестови задачи	Отговори (със знака „*” е означен верният отговор)	Брой на учениците, посочили съответния отговор	Проценти
1. Откриването на кое от следните явления е първото пряко експериментално доказателство за вълновите свойства на микрочастиците?	*а) дифракция на електрони	292	25,6
	б) дифракция на светлината	334	29,3
	в) топлинно излъчване	216	19,0
	г) фотоефект	294	25,8
	<i>без посочен отговор</i>	4	0,3
2. Според хипотезата на Дьо Бройл:	а) светлината проявява корпускуларни свойства	122	10,7
	б) светлината проявява вълнови свойства	277	24,2
	в) светлината има двойствена природа (вълна-частица)	455	39,7
	*г) микрочастиците имат двойствена природа (вълна-частица)	287	25,1
	<i>без посочен отговор</i>	4	0,3

Двете тестови задачи оценяват знанията на учениците – тяхната способност да *назовават* и *разпознават* основни физични явления и физични теории. Резултатите показват, че само 25% от учениците са решили тези задачи. Това е най-слабият резултат от теста, въпреки че задачите са на най-елементарното равнище – репродукция на знания.

Може да се направи изводът, че по-голямата част от учениците (над 75%, като се отчетат онези, които случайно са посочили верния отговор) не са запознати с явлението дифракция на електрони и не го свързват с вълновите свойства на микрочастиците. Затова те търсят верния отговор сред познатите им светлинни явления (дифракция на светлината, фотоефект). По същата причина най-много ученици неправилно свързват хипотезата на Дьо Броил с двойствената природа на светлината.

В учебната програма (и в учебниците) за 10. клас темата за вълновите свойства на частиците е последна в учебното ядро „Светлина”. Тя се изучава в самия край на 10-ти (или 11-ти) клас. Затова е възможно част от учителите, поради недостиг на учебно време, да са пропуснали тази тема.

Включването на стандартите за вълновите свойства на частиците към ядрото на учебно съдържание „Светлина” цели да се достигнат елементи на синтезиране.

Синтезирането позволява да се обединят множество компоненти в ново цяло. В случая това означава да се потърси общото между лъченията (светлината) и частиците: както светлината, така и частиците имат двойствена природа (корпускулярно-вълнов дуализъм). Резултатите от теста обаче показват, че тази цел не е постигната. Затова трябва да се помисли при преработването на ДОО за учебно съдържание темата за вълновите свойства на частиците да се върне на своето обичайно място – в учебното ядро „От атома до космоса” (след квантовия модел на Бор за водородния атом).

Стандарт 3.2. Ученикът трябва да прилага законите на Вин и на Стефан за излъчването на абсолютно черно тяло.

Тестови задачи	Отговори (със знака „*“ е означен верният отговор)	Брой на учениците, посочили съответния отговор	Проценти
1. Максимумът в спектъра на излъчване на абсолютно черно тяло с температура T е при дължина на вълната $\lambda_{\max} = 600$ nm. При каква дължина на вълната ще бъде максимумът на излъчването, ако температурата на тялото е $\frac{T}{2}$?	а) 300 nm б) 600 nm в) 750 nm *г) 1200 nm <i>без посочен отговор</i>	542 114 69 404 16	47,3 10,0 6,0 35,3 1,4
2. Мощността на топлинното излъчване на абсолютно черно тяло с температура T е $P = 81$ W. Колко вата е мощността на топлинното излъчване на същото тяло при температура $\frac{2}{3} T$?	а) 81 W б) 54 W в) 36 W *г) 16 W <i>без посочен отговор</i>	93 538 208 274 27	8,2 47,2 18,2 24,0 2,4

Двете задачи оценяват способността на учениците да **прилагат** придобитите знания. Средният резултат от тези две задачи е 30% (вж. *фиг.10*).

За решаването на първата задача учениците трябва да знаят характера на зависимостта на максимума в спектъра на излъчване на абсолютно черно тяло от температурата (закон на Вин): $\lambda_{\max} \propto \frac{1}{T}$ (обратнопропорционална зависимост). Когато температурата намалява 2 пъти, дължината на вълната, съответстваща на максимума в спектъра на излъчване, нараства 2 пъти: от 600 nm става 1200 nm. Както се вижда от таблицата обаче, най-много ученици (47,3%) са посочили отговор а) 300 nm, който съответства на линейна зависимост (права пропорционалност) на λ_{\max} от температурата T . Може да се предположи, че значителна част от учениците, посочили този отговор, знаят математическия запис на закона на Вин $\lambda_{\max} T = const$, но не осмислят характера на зависимостта между двете величини (обратна пропорционалност).

Втората задача изисква от учениците да приложат закона на Стефан, според който мощността на топлинното излъчване е право пропорционална на четвъртата степен на абсолютната температура: $P \propto T^4$. Следователно, когато температурата намалява $\frac{2}{3}$ пъти, мощността намалява $(\frac{2}{3})^4 = \frac{16}{81}$ пъти, т.е. става $(\frac{16}{81}) 81$ W = 16

W. Резултатите от теста показват, че повечето ученици (около 90%) знаят, че мощността на топлинното излъчване намалява при понижаване на температурата. По-голямата част от тях обаче не могат да приложат правилно закона на Стефан. Най-често срещаният отговор (54 W) съответства на линейна зависимост на мощността от температурата, каквато в случая няма.

Общият извод, който може да се направи, е, че повечето ученици не умеят да прилагат характера на зависимостта между физични величини (права или обратна пропорционалност, степенна зависимост) за решаване на конкретни задачи. Придобиването на това умение, което е много важно за успешното решаване на тестови задачи от различни области на физиката, изисква повече практическа работа. Учителят трябва да обясни, с помощта на подходящи примери, каквито има в повечето учебни пособия по физика, как учениците да използват характера на зависимостта между физичните величини за решаване на подобни задачи само с най-елементарни числени пресмятания.

Заклучение

От проведеното външно оценяване по физика и астрономия върху ядро на учебно съдържание „Светлина” могат да се направят следните **изводи и препоръки**:

1. По-голямата част от учениците са покрили задължителния общообразователен минимум, определен от ДОИ за учебно съдържание. Относителният дял на учениците с високи постижения обаче е нисък.
2. Необходими са някои промени в ДОИ за учебно съдържание, които биха довели до по-добро структуриране на учебния материал.
3. Резултатите от проведеното външно оценяване показват, че учителите трябва да обърнат по-голямо внимание за изграждане на практически умения у учениците. Голяма част от учениците не могат да приложат изучените физични закономерности при решаване на конкретни задачи. Срещат затруднения и при извършване на елементарни математически пресмятания. За решаването на този проблем е необходима както мотивация и системна работа на ученици и учители, така и достатъчно учебно време. Броят на часовете по физика и астрономия обаче е недостатъчен за постигане на високи резултати от голяма част от учениците.

Приложение 1.

Ядро на учебно съдържание	Очаквани резултати на ниво учебна програма	Очаквани резултати по теми: Ученикът трябва да:	Познавателно равнище
III. Светлина	1. Разпространение, отражение и пречупване на светлината	1.1. Знае, че в различни среди светлината има различна скорост и характеризира средите с показател на пречупване	знание
		1.2.1. Чертае хода на светлинните лъчи 1.2.2. Прилага законите за отражение и пречупване (закон на Снелиус)	приложение приложение
		1.3.1. Определя граничния ъгъл на пълно вътрешно отражение 1.3.2. Дава примери за приложението на това явление	приложение приложение
	2. Вълнови явления при светлината	2.1. Познава спектъра на видимата светлина и свързва цвета с различни характеристики на светлинните вълни	знание
		2.2. Знае, че показателят на пречупване зависи от дължината на вълната	знание
		2.3. Описва качествено опита на Юнг за наблюдаване интерференцията на светлината, свързва го с кохерентността на вълната	знание
		2.4. Описва качествено дифракцията на светлината от дифракционна решетка и получаването на дифракционен спектър	знание
		2.5. Знае основните елементи и предназначението на светлинните уреди	знание
	3. Видове лъчения и техните източници	3.1. Описва спектрите на излъчване и техните източници	знание
		3.2. Прилага законите на Вин и на Стефан за излъчване на абсолютно черно тяло	приложение
		3.3. Посочва: 3.3.1. луминесцентни източници на светлина 3.3.2. приложения на луминесценцията	знание приложение
		3.4. Илюстрира с примери приложението на лазерното лъчение в технологиите и медицината	разбиране
	4. Инфрачервени, ултравиолетови и рентгенови лъчи	4.1. Разграничава инфрачервените и ултравиолетовите лъчи по някои техни свойства и практическо приложение	разбиране
		4.2. Описва получаването, някои свойства и приложения на рентгеновите лъчи	знание
	5. Светлинни кванти и вълнови свойства на частиците	5.1. Знае, че светлината се излъчва и поглъща на кванти	знание
		5.2. Описва принципа на действие на фотоклетката и приложението на фотоприемниците	знание
		5.3. Прилага уравнението на Айнщайн за фотоэффекта	приложение
		5.4. Знае, че при микрочастиците се наблюдават вълнови явления като дифракция на електрони и неутрони от кристали, която е и доказателството за притежаването на тези свойства	знание