

(региональные, национальные, международные), направленные на повышение качества общего среднего образования.

**Ключевые слова:** мониторинг, качество образования, TIMSS, ВНО, ГИА.

**Pastuchova N. L. Monitoring of quality of education: multivector of measuring.**

*Examining monitoring quality of education at the level of educational establishment, city (district), region, should be recognized as different approaches to procedures for conducting monitoring studies, and to a system of indicators, to inform the public, governments, customers and consumers of educational services. The article analyzes the results of monitoring studies in various formats (regional, national, international), aimed at improving the quality of secondary education.*

**Keywords:** monitoring, quality of education, TIMSS, ЗНО, ДПА.

**Подласов С. О., Матвійчук О. В.**  
**Національний технічний університет України**  
**“Київський політехнічний інститут”**  
**(Київ, Україна)**

## **СТРУКТУРА ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВХІДНОГО КОНТРОЛЮ**

*Представлені результати аналізу вхідного тестування з фізики студентів першого курсу технічного університету. Аналіз проведений на основі Item Response Theory за допомогою обчислення інформаційної функції. Зроблені висновки стосовно структури знань та вмінь студентів та стисло описана структура компенсаційно-вирівнювального курсу.*

**Ключові слова:** вхідне тестування, Item Response Theory, інформаційна функція, наступність навчання фізики.

Засвоєння знань і способів діяльності людиною найбільш ефективно відбувається тоді, коли ці знання й уміння знаходяться в області її найближчого розвитку. Саме тому при вивченні курсу загальної фізики за програмою технічного університету, яке найчастіше починається з першого семестру першого курсу, принципове значення має рівень володіння студентами базовими знаннями, які вони набули у школі і проявили при зовнішньому незалежному оцінюванні (ЗНО). Однак досвід роботи показує, що результати ЗНО далеко не завжди адекватно відображають актуальний рівень і структуру знань та вмінь кожного конкретного студента, його готовність та спроможність до подальшого навчання на більш високому рівні. Це визначає необхідність вхідного контролю залишкових знань як однієї з форм реалізації принципу наступності при переході від середньої до вищої школи. Результати вхідного контролю дозволяють планувати цілеспрямовану роботу по спрощенню адаптації студентів до умов вивчення курсу фізики у ВТНЗ. Слід підкреслити, що вхідний контроль є важливим не тільки для викладачів, але й для студентів, оскільки він дозволяє самому студенту порівняти вимоги до його знань та вмінь у ВТНЗ з їх дійсним рівнем і на основі цього корегувати свою пізнавальну діяльність і досягти необхідного рівня підготовки.

Проблемі якості фізико-математичної підготовки випускників шкіл присвячені науково-методичні роботи М. Башмакова, М. Бурди, М. Жалдака, О. Кузнецової, С. Меньяйлова, З. Сліпкань, В. Сергієнка та інших. Однак залишається не вирішеною проблема діагностики структури базових залишкових знань студентів, котрі приступають до вивчення курсу фізики вищого технічного навчального закладу.

**Мета роботи** полягає в аналізі результатів вхідного контролю студентів за допомогою сучасних математичних методів обробки статистичних даних і розробці засобів по усуненню виявлених недоліків їх базової підготовки.

Вхідний контроль залишкових знань студентів проводять у різних формах, але, з нашої точки зору, найбільш доцільною є тестова форма. Її використання дозволяє без зайвих втрат часу одержати об'єктивні дані про знання студентів з широкого кола питань.

Інтерпретація результатів тестування може проводитися на основі класичних, або сучасних математичних методів.

Класичні методи тестології ґрунтуються на припущенні, що результати тестування підпорядковані нормальному розподілу. Відповідно до цього вводяться такі параметри тесту як середнє арифметичне  $\bar{X}$ , дисперсія  $S_x^2$  або стандартне відхилення  $S_x = \sqrt{S_x^2}$ , асиметрія  $A_s$  та ексцес  $E_s$ . [1].

У сучасних методах тестології вважається, що рівень підготовленості студента та рівень складності завдання є латентними параметрами, які можуть бути визначені при аналізі статистичних даних тестування. Ці методи можна вважати поширенням методів квантової статистики на педагогічні дослідження і їх називають *латентно-структурним аналізом* (LSA) [2]. Одним із напрямів такого аналізу є математичні методи параметризації тестових завдань, запропоновані G. Rash, які носять назву Item Response Theory (IRT) [3]. У цій теорії вводяться латентні параметри: підготовленість студента  $\theta_i$ , ( $i=1, N$ ) ( $N$  – кількість студентів) та складність завдання тесту  $\beta_j$ , ( $j=1, K$ ) ( $K$  – кількість завдань у тесті) і складена функція, яка дозволяє обчислити ймовірність правильної відповіді  $i$ -того студента на  $j$ -те завдання тесту

$$P(\theta, \beta) = \frac{1}{1 + \exp(1,7(\theta_i - \beta_j))}.$$

За результатами тестування складається дихотомічна таблиця (0 – завдання не виконано, 1 – завдання виконано) і обчислюються латентні параметри, які виражені в логітах (рівень підготовленості студента – логарифм відношення частки неправильно виконаних завдань до частки правильно виконаних завдань, рівень складності завдання – логарифм відношення частки правильно виконаних завдань до частки неправильно виконаних завдань [4]). Для наочності часто будують характеристичні криві складності завдання та рівня підготовленості студента, тобто залежності ймовірності правильної відповіді студента від рівня складності завдання, чи від рівня підготовленості самого студента.

В однопараметричній моделі Г. Раша диференціювальна здатність усіх завдань вважається однаковою. Це заважає відбору найбільш ефективних завдань при конструюванні тесту. Тому модель Г. Раша була уточнена А. Бірнбаумом [5] (двохпараметрична модель), який ввів додатковий параметр  $a_j$ , ( $j=1, K$ ) – диференціювальну здатність завдання. Цей параметр вказує на міру структурованості знань студента і також обчислюється за статистичними даними. При цьому ймовірність правильної відповіді студента визначається функцією

$$P(\theta, \beta) = \frac{1}{1 + \exp(1,7a_j(\theta_i - \beta_j))}.$$

Головним недоліком IRT вважається те, що при інтерпретації статистичних даних тестування всі використані завдання апріорно вважаються валідними. В. С. Аванесов запропонував ввести додатковий параметр, який можна назвати внутрішньою валідністю

завдання, однак широкого практичного застосування він не знайшов у зв'язку із складністю його обчислення.

Найбільш сильним аргументом на користь використання IRT є можливість обчислення інформаційної функції, яка дозволяє підвищити ефективність тестових вимірювань, виходячи з диференційованої оцінки кожного завдання при оцінюванні рівня підготовленості студентів. Згідно А. Бірнбауму [5] кількість інформації, яка забезпечується  $j$ -м завданням тесту в даній точці  $\theta_i$  – це величина обернена пропорційна стандартній похибці вимірювання даного значення  $\theta_i$  за допомогою  $j$ -го завдання. Завдання є найбільш інформативним, якщо його складність приблизно дорівнює рівню підготовленості студента.

Як стверджує F. M. Lord, інформаційна функція тесту вказує міру ефективності вимірювання на кожному рівні континуума знань. В. С. Аванесов зауважує, що статус інформаційної функції трактується по-різному. Деякі автори вважають, що це поняття є близьким до поняття “надійність тестових результатів”, інші – що воно має відношення до валідності, треті – і до того і до іншого. Сам В. С. Аванесов зв'язує цю функцію з обґрунтуванням ефективності тесту і тестових завдань при проведенні педагогічних вимірювань [6].

У більшості робіт інформаційну функцію розглядають як певну характеристику тесту в цілому, або ж як характеристику окремих завдань у тестовій формі. Інтерпретація графіка інформаційної функції  $I(\theta)$  дуже проста й ефективна: чим більше значення має  $I(\theta)$  в максимумі, тим краще тест вимірює знання з відповідного питання. При цьому можна говорити, що тест, чи тестове завдання створені для вимірювання знань студентів з рівнем підготовленості  $\theta$ .

Однак інформаційну функцію можна розглядати і як характеристику континуума знань вибірки студентів, які проходили тестування. Дійсно, якщо завдання є валідним, а знання студентів у даній області є слабкі, то вони не зможуть дати правильної відповіді, відтак значення інформаційної функції в максимумі буде низьким. Це і дозволяє порівнювати рівні володіння знаннями з різних тем та уміннями оперувати ними при здійсненні діяльності.

Для вхідного тестування студентів технічного університету нами були використані тестові завдання, які пропонувалися випускникам шкіл при зовнішньому незалежному оцінюванні у 2009 – 2012 роках, та розроблені нами завдання відповідного змісту та рівня складності. Тест включав 21 завдання, з яких 16 були закритого типу (4 завдання з механіки, 3 – з молекулярної фізики, 4 – з електродинаміки, 2 – з розділу коливання і хвилі, оптика, 3 – з квантової фізики) та 5 завдань відкритої форми (по одному завданню з механіки, молекулярної фізики, електродинаміки, коливальних процесів, чи геометричної оптики та хвильової оптики і квантової фізики). Завдання на співставлення не включалися в тест.

Вхідне тестування проходили 737 студентів і його результати опрацьовувалися як за класичною, так і за сучасною методикою.

Обчислення статистичних параметрів тестування за класичною методикою, які представлені в табл. 1, показали, що тест є доволі збалансованим (асиметрія близька до нуля), середній бал близький до половини максимально можливого, але крива розподілу є гостровершинною (ексцес позитивний), тобто більшість студентів одержували оцінки близькі до середніх. Додатково обчислювався також коефіцієнт альфа Кронбаха, значення якого свідчить непогану внутрішню узгодженість тесту.

Таблиця 1

Середній бал	10.7
Дисперсія	19.9
Стандартна похибка	4.5
Асиметрія	-0.04
Екссес	2.1
$\alpha$ Кронбаха	0.8

При опрацюванні даних тестування за сучасною методикою обчислювалися рівень підготовленості студентів, виражений в логітах (розподіл показаний на рис. 1), та інформаційна функція як тесту в цілому (рис. 2).

Найбільший інтерес для нас становив вигляд інформаційних функцій, відповідно, і рівень знань студентів з окремих розділів фізики за шкільною програмою. На рис. 3

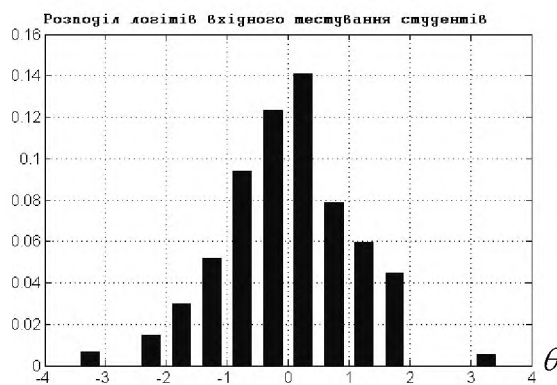


Рис. 1

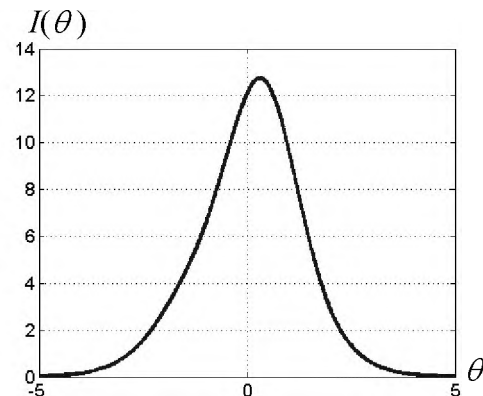


Рис. 2

показані залежності інформаційних функцій  $I$  для тестових завдань з відповідних розділів від рівня підготовленості студентів (на рисунку літерою  $\theta$  позначені завдання відкритого типу).

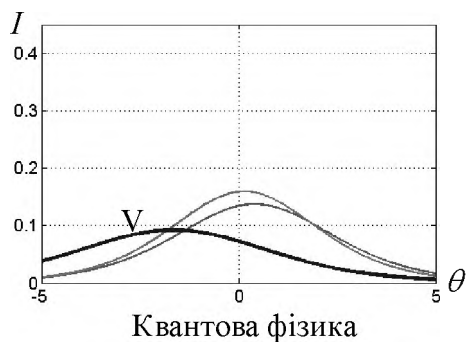
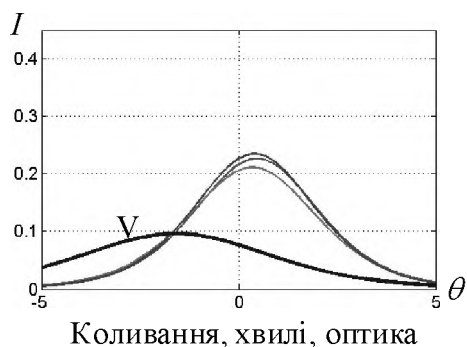
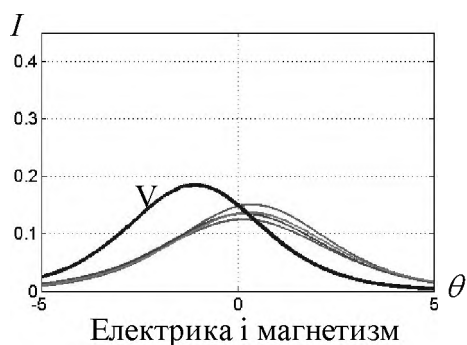
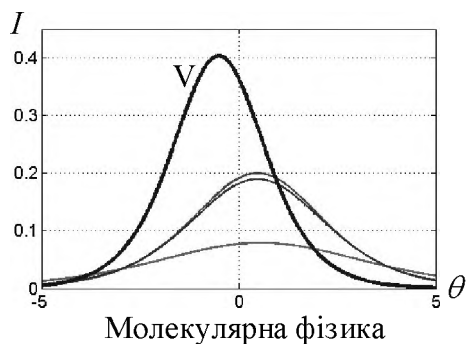
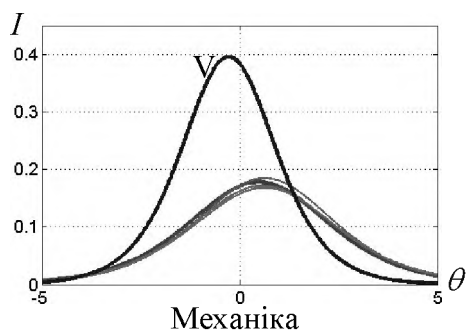


Рис. 3

З одержаних результатів можна зробити наступні висновки.

1. Виконання завдань відкритого типу, тобто розв'язування задач, виявляється більш складним для студентів, ніж виконання завдань закритого типу (з вибором відповіді з числа запропонованих), про що свідчить зміщення максимуму інформаційної функції область від'ємних значень  $\theta$ .

2. Найкраще завдання відкритого типу студенти виконують з розділів “Механіка” та “Молекулярна фізика і термодинаміка”, найгірше – з розділу “Квантова фізика”.

3. Серед завдань закритого типу найскладнішими виявляються завдання з розділів “Електрика і магнетизм” та “Квантова фізика”.

4. Спостерігається систематичне зменшення інформаційної функції завдань закритого типу при переході від механіки до квантової фізики, в той час, коли для завдань закритого типу інформаційна функція змінюється слабо.

Можна припустити декілька причин, які зумовлюють перелічені особливості залишкових знань студентів, а саме:

– навчальний матеріал, який учні вивчали в 10-му класі відновлюється в пам'яті при підготовці до ЗНО, в той час, коли матеріал за програмою 11-го класу вивчається вже тоді, коли ведеться інтенсивна підготовка до ЗНО, тобто в умовах ліміту часу;

– за результатами анкетування було встановлено, що студенти, зріз залишкових знань яких представлений вище, мають середній бал сертифіката ЗНО 171, що відповідає приблизно половині максимально можливих *реальних* (“сирих”) тестових балів, тобто їхня базова підготовленість є доволі слабкою;

– сучасна освітня парадигма передбачає можливість вибору профілю навчання школярів, тому батьки майбутніх студентів вибирають середні навчальні заклади, виходячи з певних міркувань (зручності розташування, легкості навчання тощо), часто не замислюючись над тим, де дитина буде продовжувати навчання. У школах гуманітарного профілю (18% опитаних) та загальноосвітніх школах (40% опитаних) у зв'язку з малою кількістю годин вивчення фізики учні націлені переважно на фіксацію інформації, а не на її аналіз, що зумовлює слабкий розвиток аналітичного, логічного і варіативного мислення, необхідного для оволодіння знаннями з фізики та

інших природничих дисциплін;

– за результатами анкетування та у приватних бесідах з ними було встановлено, що непоодинокими є випадки, коли в школі тривалий час були відсутні викладачі фізики, а успішну здачу ЗНО забезпечувало короткотермінове “натаскування” при роботі з репетитором.

Виявлені недоліки базової підготовки зумовлюють ускладнення при оволодінні студентами знаннями з фізики за програмою технічного університету. За даними анкетування студентів першого курсу Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, Національного авіаційного університету, Подільського державного аграрно-технічного університету, Державної льотної академії (м. Кіровоград) та Керченського державного морського технологічного університету ці ускладнення пов’язані з: необхідністю запам’ятовувати і відтворювати великі обсяги інформації; недостатньо сформованими знаннями та вміннями у школі з фізики; складністю підручників і посібників; зміною змісту і методів навчання у ВТНЗ в порівнянні зі школою; не вміння розподіляти свій робочий час; необхідність перебудови закладених школою звичок та вмінь навчальної роботи. Найбільше труднощів за відповідями студентів виникає з: розв’язуванням задач на практичних заняттях; виконанням і захистом лабораторних робіт; виконанням і захистом модульних контрольних робіт. Таким чином, можна констатувати, що у студентів виникають ускладнення на заняттях, де необхідно застосувати теоретичні знання для потреб практики. Для подолання цих ускладнень необхідно розробляти методичні підходи і створювати засоби для усунення прогалин у знаннях та вміннях студентів, які були виявлені при вхідному контролі, тобто втілювати у практику один з важливих принципів дидактики – принцип наступності двох освітніх систем загальноосвітньої та вищої технічної.

Розв’язуючи проблему реалізації принципу наступності навчання фізики у ВТНЗ під час лекційних і практичних заняттях на молодших курсах ми актуалізуємо та акцентуємо увагу студентів на важливості вивченого матеріалу з фізики і математики за шкільною програмою та впровадили в процес самостійного навчання студентів методичну систему “Компенсаційно-вирівнювальний курс” (КВК) з фізики, метою якого є усунення прогалин попереднього етапу навчання і в формуванні вмінь застосовувати набуті теоретичні знання для потреб практики. Для підтримки КВК з фізики нами розроблене методичне забезпечення, яке розмішене на сайті Українського інституту інформаційних технологій в освіті НТУУ “КПІ” (<http://uiite.kpi.ua>) і складається з: електронного посібника “ФІЗИКА: вчимося розв’язувати задачі (для випускників середніх шкіл та студентів молодших курсів)”, системи дистанційної тестової перевірки засвоєння матеріалу, а також стимуляторів лабораторних робіт.

Систематична керована викладачем самостійна робота студентів з вище зазначеними матеріалами дозволяє студентам повторити теоретичний матеріал, ознайомитися з методикою його використання для розв’язування задач і здійснити самоперевірку набутих знань та умінь за допомогою тестування. Робота з симуляторами лабораторних робіт дозволила студентам краще зрозуміти логіку експерименту і ознайомитися з особливостями лабораторного обладнання, яке буде використовуватися під час лабораторного практикуму в лабораторії.

Результати впровадження КВК в освітній процес показують те, що більшість студентів поліпшує успішність навчання. Висновки про поліпшення зроблені за спостереженнями викладачів, анкетуванням студентів та результатами екзамену з курсу загальної фізики.

### **Висновки**

1. Вхідний контроль показав, що набуті в школі знання не є міцними, і результати, показані майбутніми студентами при зовнішньому незалежному оцінюванні з фізики,

далеко не завжди адекватно відображають їхній дійсний рівень знань.

2. Виявлено і класифіковано основні недоліки базової підготовки студентів молодших курсів з фізики.

3. Для усунення виявлених недоліків у знаннях та уміннях студентів з фізики за програмою загальноосвітньої школи розроблено і впроваджено в навчально-виховний процес методичну систему “компенсаційно-вирівнювальний курс” з фізики.

4. Перспективу подальших досліджень вбачаємо у аналізі впливу методичної системи “компенсаційно-вирівнювального курсу” фізики на успішність засвоєння студентами начального матеріалу курсу фізики за програмою технічного університету.

#### *Використана література:*

1. *Паращенко Л. І.* Тестові технології у навчальному закладі: метод. посібник / Л. І. Паращенко, В. Д. Леонський, Г. І. Леонська; наук. ред. О. І. Ляшенко. – К.: [ТОВ “Майстерня книги”], 2006. – 217 с.: іл. 21
2. *Lord F.M. & M. Novick.* Statistical Theories of Mental Test Scores / Lord F.M. & M. Novick. – Reading, MA: Addison-Wesley, 1968. – 560 p.
3. *Rasch G.* Probabilistic models for some intelligence and attainment tests / G. Rasch. – Copenhagen: Danish Institute for Educational Research. – 1960. – 126 p.
4. *Аванесов В.* МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЕОРГА РАША – RASCH MEASUREMENT (RM) / В. Аванесов; [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://testolog.narod.ru/Theory68.html>
5. *Birnbaum A.* Some Latent Trait Models and Their Use in Inferring and Examinee’s Ability. In Lord F. M., Novick M. Statistical Theories of Mental Test Scores / A. Birnbaum. – Addison-Wesley Publ. Co. Reading, Mass, 1968. – P. 397-479.
6. *Аванесов В. С.* Методологические и теоретические основы тестового педагогического контроля: дисс. доктора пед. наук / В. С. Аванесов. – С-Пб. Госуниверситет, 1994 г.

*Подласов С. А., Матвийчук А. В. Структура знаний студентов по физике по результатам входного контроля.*

*Представлены результаты входного тестирования по физике студентов первого курса технического университета. Анализ результатов проводился на основании Item Response Theory и расчета информационной функции. Сделаны выводы о структуре знаний и умений студентов и кратко описана структура компенсационно-выравнивающего курса.*

*Ключевые слова:* входное тестирование, Item Response Theory, информационная функция, преемственность обучения физики.

*Podlasov S. O., Matviichuk O. V. Structure of knowledge of students on physics by results of entrance control.*

*The results of analysis of the entrance testing on physics of first course of technical university students are presented. An analysis is conducted on the basis of Item Response Theory by the calculation of information function. It was made conclusions about the structure of knowledge and skills of students and briefly describes the structure shim leveling course.*

*Keywords:* entrance testing, Item Response Theory, informative function, succession of training of physics.