

# ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

**РОМАНЕНКО Ю.А.,**

професор кафедри природничо-математичних  
дисциплін та методики їх викладання  
Донецького облІППО, доктор педагогічних наук

УДК 371.26:54

## ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ СТАНДАРТИЗОВАНОГО ІНСТРУМЕНТУ ВИМІРЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ХІМІЇ

У статті обґрунтовано методичні підходи щодо розробки стандартизованого інструмента вимірювання результатів навчання хімії учнів загальноосвітніх навчальних закладів шляхом визначення об'єктивності вимірювання, відповідності типам валідності (за змістом, довжиною, розрізняювальною здатністю завдань, законом нормального розподілу, діагностичною валідністю), дотримання вимог (розробки первинного матеріалу, пілотного дослідження, розподілу завдань за їх коефіцієнтом трудності), обробки методами математичної статистики, розробки шкали конвертації.

*Ключові слова:* стандартизований інструмент вимірювання, вимоги, статистична обробка, шкала конвертації, навчання хімії.

В статье обоснованы методические подходы к разработки стандартизованного инструмента измерения результатов обучения химии учащимися общеобразовательных учебных заведений путем определения объективности измерения; соответствия типам валидности (по содержанию, длине, разрешающей способности заданий, закону нормального распределения, диагностической валидности); соблюдения требований (разработки первичного материала, пилотное исследование, распределение заданий по коэффициентам трудности); обработки методами математической статистики; разработки шкалы конвертации.

*Ключевые слова:* стандартизированный инструмент измерения, требования, статистическая обработка, шкала конвертации, обучение химии.

In the article the methodological approaches to the development of a standardized measurement tool of learning results of students of comprehensive schools in Chemistry are defined by determining the objective measurement, accordance of types of validity (in content, length, distinguished ability tasks, the law of normal distribution, diagnostic validity), compliance with the requirements (the development of primary material, the pilot study, the distribution of tasks according to their coefficient of difficulty), the processing by methods of mathematical statistics, the development of scale of conversion.

*Key words:* standardized measurement tool, requirements, statistical analysis, scale of conversion, teaching chemistry.

**Постановка проблеми.** Пошук інструментарію для об'єктивної оцінки якості знань – одне з головних завдань реформи освіти багатьох країн світу. Тому розв'язання проблеми створення науково обґрунтованого інструментарію вимірювання навчальних досягнень учнів з хімії є актуальною сьогодні.

**Мета статті** полягає у визначенні методичних підходів до конструювання стандартизованого інструмента вимірювання результатів навчання хімії учнів загальноосвітніх навчальних закладів, шляхом розв'язання методики статистичної обробки результатів вимірювання знань та умінь учнів з хімії та визначення якості інструмента; б) розробити шкалу конвертації тестових балів у звичайну 12-бальну систему оцінювання.

**Аналіз останніх досліджень.** Ми вважаємо, щоб отримати кількісні достовірні дані про хід педагогічного процесу та про якість інструмента,

що вимірює навчальні досягнення учнів, результати оцінювання вибірки учнів обробляють методами математичної статистики. Але цим застосування математики в педагогіці не обмежується [1-6]. Математика дозволяє знаходити зв'язок між різними параметрами, що характеризують педагогічний процес, провадити багатофакторний аналіз і знаходити нові кількісні закономірності, які здатні вивести педагогіку на вищий науковий рівень.

Сьогодні в публікаціях з'явилося чимало праць, присвячених використанню моніторингу в педагогічних дослідженнях. З матеріалів про моніторинг [7] чітко випливає, що для проведення будь-якого моніторингу перш за все треба мати якісні тести, бажано стандартизовані на державному рівні. Це не означає, що інші засоби діагностики є зовсім непридатними для оцінювання досягнення базових вимог, але їхні "вимірні" можливості значно нижчі порівняно зі стандартизованими тестами. Інструмент виміру результатів навчання

учнів під час моніторингових досліджень має характеристики якості.

**Виклад основного матеріалу.** Оскільки нині в Україні ще немає стандартизованого інструмента вимірювання результатів навчання учнів з хімії, для експериментального моніторингу навчання хімії використовувалися створені нами тести: тематичні [8, 9] та підсумкові [10] тести з хімії.

Створюючи тести, ми чітко визначали, що повинен виміряти вчитель за допомогою цього інструмента. Це важливо, бо під час роботи ми визначали основні елементи вивченого матеріалу, цілі навчання, вимоги до досягнень учнів за рівнями навчання, і вже базуючись на цьому, склали тестові завдання. Під час створення тестового матеріалу ми дійшли висновків, що в завдання не включаються відповіді, неправильність яких учень не може обґрунтувати на момент вимірювання; неправильні відповіді мають будуватися на основі типових помилок і бути правдоподібними; правильні відповіді серед інших пропонувані мають розміщуватися у випадковому порядку.

Метою нашого дослідження було допомогти учням і школі сформулювати уявлення про стан хімічної підготовки учнів та його поліпшення. Об'єктивність отриманої інформації ми забезпечували методом тестування і проведенням вимірів на засадах добровільності, доброзичливості, без оргвисновків.

Характеристики якості розроблених вимірників визначені на великих вибірках учнів, майже 400 осіб, лише в деяких випадках біля 300, вони валідні за нормальним законом розподілу або близькі до цього, тому їх можна вважати внутрішньо стандартизованими і придатними для використання в навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладах як вимірники навчальних досягнень учнів з хімії.

Під час створення та перевірки якості вимірників навчання хімії нами була використана науково обґрунтована методика статистичної обробки результатів вимірювання та визначення якості інструмента, яку ми адаптували до розробки тестів з хімії для загальноосвітніх навчальних закладів.

Ми дотримувалися, щоб вимірники відповідали таким типам валідності: за змістом, за довжиною, за розрізняювальною здатністю завдань, за законом нормального розподілу, за діагностичною валідністю. Визначали коефіцієнти діагностичної валідності тестів  $r_v$ , тобто їх придатність для діагностики знань, які обраховувалися окремо, шляхом кореляції набутих балів, випробуваних з експертними

оцінками їх знань. Валідність вимірників за змістом визначали шляхом аналізу змісту завдань. При цьому дотримувалися, щоб у вимірниках були завдання з окремих тем, важливих розділів, питань, законів тощо. Валідність вимірників за довжиною, тобто за кількістю завдань, досягалася дотриманням вимог до довжини. Розроблені нами тематичні тести всі довжиною у 30 завдань, підсумкові – 40. З навчальною метою використовували необмежений час тестування. А для діагностичного тесту час тестування обмежували, оскільки вважаємо, що обмеження часу тестування під час контролю спричинює найкращу диференціацію учнів за рівнем знань. Застосування ж необмеженого часу при контрольному тестуванні практично повністю нівелює учнів за їх рівнем знань.

При конструюванні тесту як інструмента виміру результатів навчання хімії ми дотримувалися певних вимог: тест вважали валідним за нормальним законом розподілу, якщо середній результат тестування притаманний більшій частині учнів, а самі результати розподіляються за нормальним законом. Нормальність розподілу досягали шляхом варіювання кількості легких і важких завдань у тесті.

Такі вимоги до створення вимірників дали можливість удосконалити методику конструювання стандартизованих тестів для виміру рівня знань з хімії учнів шкіл. Ми вважаємо, що валідний за нормальним законом розподілу тест є внутрішньо стандартизованим і має середню трудність відносно великої вибірки випробуваних, на якій він був перевірений. Важливим аспектом у процесі організації тестування є захист тестів від несумлінних людей. З цією метою ми застосовували фасетування (специфічний засіб створення) тестів хоча б на 4 паралельні варіанти, обмежений час тестування (не більше 1 хвилини на 1 тестове завдання). Під час планування створених нами вимірників використовували такий розподіл завдань за їх коефіцієнтом трудності  $p_j$  (часткою правильних відповідей на  $j$ -те завдання) (табл. 1).

Для кожного вимірника розробляли первинний матеріал з хімії за розділами програми. Потім проводили пілотне дослідження. За результатами комп'ютерної статистичної обробки даних вимірювання поповнювали банк валідних завдань як основу для конструювання вимірників навчальних досягнень учнів з хімії [11]. Далі формували систему вимірників рівня знань та умінь учнів з хімії. Створювали науково обґрунтовані тематичні та підсумкові тести, які мали характеристики якості, надійні та валідні за всіма параметрами.

Таблиця 1

## Кількість завдань у вимірнику за трудністю відповідно до нормального закону розподілу

Довжина тесту	P <sub>i</sub>				
	0 – 0,20	0,21 – 0,40	0,41 – 0,60	0,61 – 0,80	0,81 – 1,00
100%	10%	20%	40%	20%	10%
K = 30	3	6	12	6	3

Експериментальну перевірку відповідності результатів дослідження нормальному закону розподілу ми проводили декількома методами математичної статистики [11], у тому числі за допомогою критерію  $\chi^2$ .

Критерій  $\chi^2$  визначали за формулою:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^q (p - p')^2 / p', \text{ де} \quad (1)$$

$p$  – експериментальна частота випадку,  $p'$  – теоретична (очікувана) частота. Випадкові коливання  $p$  (чи  $p'$ ) спричиняють появу  $\chi^2_{кр}$ , що визначається за допомогою статистичних таблиць за величинами  $n'$  (число ступенів свободи) та  $P$  (рівень значущості чи вірогідність похибки першого роду) [11-13]. Всі отримані значення  $X_i$  (бал  $i$ -го учня) розподіляли за класами ( $q$  з величинами класового інтервалу  $\lambda$  (3 бали для тесту з  $k=30$  та 4 для тесту з  $k=40$ ), де  $k$  – довжина вимірника, яка дорівнює кількості завдань. Величину  $p'$  визначали за формулою:

$$p' = N \lambda f(Z) / s_x, \text{ де} \quad (2)$$

$N$  – кількість спостережень або кількість учнів у вибірці,  $Z$  – оцінка учня (нормоване шкалювання), яку він отримує за свою відповідь на тест, яка визначається рівнянням:

$$Z = (X_i - X_c) / s_x. \quad (3)$$

Тут  $Z$  – стандартний результат, що становить собою нормоване відхилення бала навчання від середнього арифметичного за тестом. Функцію  $f(Z)$  знаходили з відповідних статистичних таблиць [11-13]. Були розраховані й інші величини:

$\chi^2_{кр}$  – критичне значення величини  $\chi^2$  при заданих параметрах  $n'$  та  $P$  (тест є валідним за нормальним законом розподілу, якщо має місце співвідношення  $\chi^2 < \chi^2_{кр}$ ), де  $n'$  визначається рівнянням (4):

$$n' = q - 3 \quad (4)$$

**РЗЗ** – різниця часток правильних відповідей в найкращій і найгіршій групах випробуваних;

**І.Г.** – індекс гомогенності вимірника, що є ще одним специфічним показником якості змісту тесту.

Зважаючи на те, що результати оцінювання різних за довжиною тестів неможливо порівнювати між собою, ми довжину вимірника виражали не в абсолютних одиницях (кількість завдань), а у відсотках (фактично рейтингова

шкала у відсотках). Звідси параметри тестування у відсотках визначали за такими формулами:

• тестовий бал (оцінка), тобто рівень знань  $I$  учня –

$$X_i \% = 100 X_i / k; \quad (5)$$

• середній бал, тобто рівень знань вибірки учнів –  $X_c \% = 100 X_c / k;$  (6)

• стандартне середньоквадратичне відхилення тестових балів вибірки –  $s_x \% = 100 s_x / k;$  (7)

• середньоквадратичне відхилення похибки вимірювання –

$$s_e \% = 100 s_e / k, \text{ де} \quad (8)$$

$$s_e = s_x \sqrt{1 - r_{нт}} \quad (9)$$

Розроблені завдання мають різну складність, яка виражається коефіцієнтом складності, і різну дидактичну мету: на відтворення навчального матеріалу; на застосування знань у стандартних ситуаціях (розвиток розумової діяльності); на застосування знань у нестандартних ситуаціях (творче осмислення). З метою ефективності використання розроблених вимірників розробили методику і технологію тестування на уроках хімії. Організуючи дослідження, дотримувались однакових умов вимірювання для всіх учнів та однакової інтерпретації (чи конвертації) виміру обов'язкових результатів навчання хімії в різних за рівнем знань класах, різними вчителями-експериментаторами.

Важливим етапом усіх методів педагогічного вимірювання є оцінювання, процедура якого полягає в конвертації одержаного під час вимірів первинного результату в звичайну нормовану шкалу балів – “оцінок”. Методика оцінювання полягає у визначенні алгоритму виконання цієї процедури. Використовуючи теорію шкалювання, вірогідність вгадування правильних відповідей та нормальний закон розподілу учнів за рівнем знань і завдань за складністю, ми розробили шкалу конвертації тестових балів у звичайну 12-бальну систему оцінювання (табл. 2).

Але можна використовувати і рейтингову, 100-бальну систему, яка впливає з рівнянь 5-8. У цьому випадку загальна оцінка рівня знань  $i$ -го учня з усієї дисципліни має описуватися рівнянням:

$$R_i = 100 \frac{\sum_{i=1}^n X_{im}}{\sum_{i=1}^n k_m}, \text{ де} \quad (10)$$

n – кількість вимірювань, проведених з цієї дисципліни за певний період.

Детальніше, на прикладі теми “Органічні сполуки”, ми розглянули підходи до розробки тесту як інструмента вимірювання результатів навчання учнів з хімії. Зважаючи на те, що завдання з певної теми мають бути адекватними

структурі змісту чинних державних програм з хімії, для створення вимірника обирали структурні елементи з основних вимог до знань і умінь учнів, зазначених у програмі: засвоєння теоретичного навчального матеріалу, фактичного матеріалу, хімічної мови та розв’язання розрахункових задач.

Таблиця 2

**Конвертація бала, одержаного учнями під час вимірів їх навчальних досягнень з хімії, в 12-бальну систему оцінювання для вимірників довжиною в 30 і 40 завдань**

Оцінка	Відсоток правильних відповідей	Бал учня	
		при довжині вимірника 30 завдань	при довжині вимірника 40 завдань
“1”	0-5	0-1	0-2
“2”	6-11	2-3	3-4
“3”	12-19	4-5	5-7
“4”	20-29	6-8	8-11
“5”	30-39	9-11	12-15
“6”	40-50	12-15	16-20
“7”	51-61	16-18	21-24
“8”	62-71	19-21	25-28
“9”	72-81	22-24	29-32
“10”	82-89	25-26	33-35
“11”	90-95	27-28	36-38
“12”	96-100	29-30	39-40

Ми свідомі того, що не всі елементи знань, визначені програмою, можливо перевірити за допомогою тесту. Так, наприклад, практичні вміння збирати прилади, користуватися хімічним обладнанням тощо вчитель може перевірити під час практичних, лабораторних робіт. Проте вважаємо, що для підвищення ефективності практичних робіт учитель може використовувати тести на початку уроку. Тому, за нашою методикою, структура проведення уроку буде такою: тестовий контроль → усний інструктаж → виконання → практичної роботи оформлення роботи. Підготовка до практичної роботи передбачає повторення теоретичних знань із теми, деяких експериментальних умінь (наприклад, способів збирання газів, правил нагрівання тощо). Тестовий контроль у даному разі виконує функцію допуску до виконання практичної роботи.

Відповідно до обсягу і вимог програми кількість завдань у вимірнику була такою: засвоєння теоретичного навчального матеріалу – 25-30%; засвоєння фактичного матеріалу – 40-45%; засвоєння хімічної мови – 20-25%; розрахункових задач – 5-10% загальної кількості завдань вимірника. Ми створили такі відсоткові обмеження, виходячи з деяких аспектів державних вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів із кожної теми та критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів з хімії. Наприклад, ми встановили, що розрахункових задач у вимірнику має бути 5-10% тому, що,

по-перше, за чинною державною програмою тільки на 9-12 балів (на достатній та високий рівні) потрібно вміти розв’язувати задачі (на 8 балів – робити необхідні позначення до рівнянь хімічних реакцій за умов задачі, на 7 балів – наводити потрібні хімічні рівняння реакцій за умов задачі, а на 6 балів – самостійно робити обчислення за готовою хімічною формулою); по-друге, ці завдання складні, а за класичною теорією конструювання тестів складних завдань має бути 1/6 від загальної кількості завдань тесту, але в цю кількість входять не тільки завдання на розрахунки.

На засвоєння хімічної мови у вимірнику має бути 20-25% завдань. Ми вважаємо, що, не знаючи хімічної мови, навряд чи можна вирішити жодне завдання тесту з хімії. Але, щоб учителю пересвідчитися, що саме не засвоїв учень, хімічну мову з даної теми (розділу) або теоретичний чи фактичний матеріал, ми чітко визначали у вимірнику завдання на перевірку знань назв речовин, різних сполук, на вміння складати та пояснювати суть електронних та структурних формул, на вміння складати рівняння хімічних реакцій тощо.

Теоретичний і фактичний матеріали дуже пов’язані один з одним. Але теоретичний матеріал (суть понять, знання теорій, законів тощо) є основною базою засвоєння учнями усіх рівнів. Фактичний матеріал (знання складу, хімічної будови, властивостей, поширення та застосування речовин, знання характерних реакцій на речовини тощо) більший за обсягом. І коли розглянути

базові компетентності учнів з фактичного матеріалу через способи дій, то дії учнів будуть такими: розрізняти, складати формули і рівняння, характеризувати, класифікувати, використовувати, порівнювати. Це дії як достатнього, так і високого та середнього рівнів навчальних досягнень учнів. Трансформуючи на теорію конструювання тестів,

ці завдання мають бути середньої трудності, яких у вимірнику десь 2/3 усіх завдань. Тому в розроблених нами вимірниках ми склали 40-45% завдань на засвоєння фактичного матеріалу і 25-30% на засвоєння теоретичного навчального матеріалу (табл. 3).

Таблиця 3

**Розподіл завдань у вимірнику результатів навчання учнів з теми “Органічні сполуки” для 11 класу за напрямками основних вимог чинних програм з хімії**

Вимоги до знань та умінь учнів	Номери завдань	Кількість завдань	%
Засвоєння теоретичного навчального матеріалу	1, 10, 13, 20, 21, 26, 28	7	24
Засвоєння фактичного матеріалу	5, 6, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 24, 25, 27, 28, 30	13	43
Засвоєння хімічної мови	2, 3, 4, 14, 22, 23	6	20
Розрахункові задачі	12, 17, 18, 19	4	13
Разом		30	100

Наступним підходом до розробки змісту вимірника було визначення специфікації вимірника (табл. 4). Це зроблено на принципах

компанування завдань вимірника за критеріями навчальних цілей: “знання”, “розуміння”, “застосовування”, “аналіз”, “оцінювання”.

Таблиця 4

**Розподіл завдань вимірника результатів навчання учнів з теми “Органічні сполуки” для 11 класу за критеріями навчальних цілей та рівнями засвоєння знань учнів**

Критерії навчальних цілей	Розподіл завдань за рівнями засвоєння знань учнів			Кількість завдань	Разом, %
	I	II	III		
Знати	1, 2, 5, 6	8, 9, 11, 22	16	9	30
Розуміти	3, 4, 7, 13	10, 15, 20, 21	27	9	30
Застосовувати		12, 17, 18, 25	19	5	17
Аналізувати		23, 24	14, 28	4	13
Оцінювати	-	-	26, 29, 30	3	10
Разом завдань	8	14	8	30	
Разом, %	27	46	27		100

Складаючи завдання, ми дотримувалися таких вимог до рівнів засвоєння знань: для I рівня – розпізнавання запропонованих хімічних об’єктів; для II рівня – використання набутих знань і умінь у стандартних для учня ситуаціях; для III рівня – застосування набутих знань та умінь у нестандартних умовах.

Під час планування тесту як вимірника рівня знань і умінь учнів з хімії ми використовували розподіл завдань за їх коефіцієнтом трудності  $p_j$  (табл. 1) [7]. Так, таблиця 5 демонструє розподіл завдань за трудністю відповідно до нормального закону розподілу у вимірнику з теми “Органічні сполуки”.

Таблиця 5

**Розподіл завдань вимірника результатів навчання учнів з теми “Органічні сполуки” за трудністю відповідно до нормального закону розподілу**

Довжина вимірника	$P_j$				
	0-0,20	0,21-0,40	0,41-0,60	0,61-0,80	0,81-1,00
Номери завдань	16, 19, 27	11, 18, 20, 28, 29, 30	6, 8, 9, 10, 14, 15, 17, 21, 23, 24, 25, 26	4, 5, 7, 12, 13, 22,	1, 2, 3,
K = 30	3	6	12	6	3
100%	10%	20%	40%	20%	10%

За форматом ми використовували у вимірнику завдання закритої форми.

**1. ЗА РЕАКЦІЄЮ 1 МОЛЬ ФЕНОЛУ З 3 МОЛЬ БРОМУ УТВОРЮЄТЬСЯ**

- (А) 2,4-дибромфенол;  
 (Б)\*2,4,6-трибромфенол;  
 (В) 2-бромфенол.

**2. ІЗОМЕРАМИ БУТАНОЛУ Є**

- 1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ; 2)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ ;  
 3)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ ;  
 4)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$ ;  
 5)  $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ .

ВІДПОВІДЬ: (А) 3 та 4; (Б) 2 та 3; (В) 1 та 5;  
 (Г) 1 та 4; (Д)\*2 та 5.

## Завдання на причинно-наслідковий зв'язок з інструкцією

У завданнях 3-4 визначте, чи правильні висловлювання в лівій та правій колонках, а також чи є коректною причина, що пояснює наслідок.

Відповідь вибрати за схемою:

- (А) правильно – правильно – причина коректна;  
 (Б) правильно – правильно – причина некоректна;  
 (В) правильно – неправильно;  
 (Г) неправильно – правильно;  
 (Д) неправильно – неправильно.

4. Водні розчини спиртів не реагують на індикатори,

тому що

спирти виявляють властивості і кислот, і основ

Відповідь – В

**Висновки.** Розроблено і науково обґрунтовано методичні підходи для конструювання вимірників рівня знань і вмінь учнів з хімії. Валідність вимірників результатів навчання хімії доведено за нормальним законом розподілу, тому їх можна вважати внутрішньо стандартизованими і придатними для використання на уроках хімії в загальноосвітніх навчальних закладах.

Удосконалено методику побудови тесту як інструмента виміру результатів навчання хімії шляхом введення етапу проектування змісту вимірника за встановленою специфікацією на принципах критеріїв навчальних цілей Б. Блума “знання”, “розуміння”, “застосування”, “аналіз”, “оцінювання” та різних дидактичних цілей: на відтворення навчального матеріалу (у стандартних ситуаціях); на розвиток розумової діяльності (застосування знань у стандартних ситуаціях); на розвиток творчої діяльності (застосування набутих знань та умінь у нестандартних умовах).

Розроблено шкалу конвертації балів, одержаних учнями, у звичайну 12-бальну систему оцінювання, враховуючи вірогідність вгадування правильних відповідей та нормальний закон розподілу учнів за рівнем знань і завдань за трудністю. Визначено, що, використовуючи шкалу конвертації балів як шкалу оцінювання результатів навчання учнів з хімії, вчитель одержує інформацію про рівні навчальних досягнень кожного учня або класу: початковий рівень – 0-19%; середній рівень – 20-50%; достатній рівень – 51-81%; високий рівень – 82-100% правильних відповідей.

Проведене педагогічне дослідження не вирішує всіх проблем вимірювання результатів навчання учнів хімії. Перспективним є створення стандартизованих вимірників якості освітніх послуг інституцій.

#### Список джерел

1. Воловик, П. М. Теорія ймовірностей і математична статистика в педагогіці [Текст] / П.М. Воловик. – К.: Рад. школа, 1969. – 223 с.

2. Гласс, Дж. Статистические методы в педагогике и психологии [Текст] / Дж. Гласс, Дж. Стэнли. – М.: Прогресс, 1976. – 495 с.: ил., табл.
3. Количественные методы в дидактике [Текст]: учебное пособие / И.П. Пидласый, И.В. Распопов, И.А. Рейнгард, Г.М. Рюмшин. – Днепропетровск: АСДП, 1988. – 76 с.
4. Кыверялг, А.А. Методы исследования в профессиональной педагогике [Текст] / А.А. Кыверялг. – Таллин: Валгус, 1980. – 334 с.: ил., табл.
5. Марченко, Е.К. Методы квалиметрии в педагогике [Текст] / Е.К. Марченко. – М.: Знание, 1979. – 280 с.
6. Михеев, В.И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике [Текст] / В. И. Михеев. – М.: Высшая школа, 1988. – 180 с.
7. Романенко, Ю.А. Моніторинг навчання хімії в загальноосвітніх навчальних закладах [Текст] / Ю.А. Романенко: монографія / Донец. нац. ун-т. – Донецьк: ДонНУ, 2006. – 439 с.
8. Романенко, Ю.А. Тестовий контроль з хімії: 7-8 кл. [Текст] / Ю.А. Романенко, М.М. Олійник. – Київ; Ірпінь: ВТФ “Перун”, 2007. – 224 с.
9. Романенко, Ю. Тематичний тестовий контроль знань учнів з хімії [Текст] / Ю.А. Романенко, М.М. Олійник // Біологія і хімія в школі. Книжка в журналі. – 2002. – № 1-3. – С. 1-32.
10. Романенко, Ю. Підсумковий тестовий контроль знань учнів з хімії [Текст] / Ю.А. Романенко, М. М. Олійник // Біологія і хімія в школі. Книжка в журналі. – 2002. – № 5-6. – С. 33-40.
11. Олійник, М. М. Тест як інструмент кількісної діагностики рівня знань в сучасних технологіях навчання [Текст] / М.М. Олійник, Ю.А. Романенко: навчальний посібник зі спецкурсу для студентів педагогічних спеціальностей та викладачів. – Донецьк: ДонНУ, 2001. – 84 с.
12. Бурлачук, Л.Ф. Словарь-справочник по психо-диагностике [Текст] / Л.Ф. Бурлачук, С.М. Морозов. – СПб: Питер. Ком., 1999. – 528 с.
13. Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст] / Г.Ф. Лакин: учебное пособие для университетов и педагогических институтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.