

УДК 681.335:159.9

DOI [https://doi.org/10.32689/2523-4625-2022-2\(62\)-3](https://doi.org/10.32689/2523-4625-2022-2(62)-3)

### Олег БЛИК

кандидат технічних наук, доцент, проректор, Комунальний заклад вищої освіти  
«Вінницька академія безперервної освіти», вул. Грушевського, 13, Вінниця, Україна, 21000

ORCID: 0000-0001-5088-1115

Researcher ID: ABI-9856-2022

### Oleg BILYK

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vice-rector, Communal Institution of Higher  
Education "Vinnytsia Academy of Continuing Education", 13 Hrushevskoho str., Vinnytsia, Ukraine, 21000

ORCID: 0000-0001-5088-1115

Researcher ID: ABI-9856-2022

## МОДЕЛІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЗАКЛАДОМ ОСВІТИ

## QUALITATIVE MONITORING MODELS QUALITIES OF EDUCATIONAL ACTIVITY

*У статті розглядаються моделі автоматизованої системи моніторингу в сфері освіти, яка базується на сучасному підході до оцінювання якості освіти та враховує всі аспекти освітнього моніторингу. Актуальність роботи обумовлена необхідністю розробки інформаційної технології моніторингу якості закладу освіти та автоматизованої системи, що реалізує цю технологію.*

*Метою дослідження є підвищення ефективності управління закладом освіти шляхом розробки інформаційної технології моніторингу якості закладу, що базується на ідеології тотального управління якістю (TQM) та створення автоматизованої системи моніторингу (АСМ), яка реалізує цю технологію. Загальні підходи до створення інформаційної технології моніторингу якості освіти базуються на принципах TQM-ідеології.*

*Для опису моделей процесів інформаційної технології якості освіти використовується апарат абстрактної алгебри. Для опису структурних і функціональних моделей АСМ використовується апарат теорії автоматів. Для опису і дослідження підсистем АСМ використовується апарат теорії шкал, математичної статистики.*

*У роботі запропоновано квалітивні моделі закладу освіти, які базуються на основних принципах ідеології тотального управління якістю, забезпечують комплексний і деталізований опис аспектів якості освіти; моделі даних моніторингу, які враховують особливості різних видів моніторингу і забезпечують ефективну організацію підсистем оброблення, зберігання і візуалізації даних; моделі автоматизованої системи моніторингу якості освіти та її підсистем, які є основою для створення комп'ютерних систем, що забезпечують більш досконалий рівень управління якістю освітнього закладу.*

**Ключові слова:** моніторинг у сфері освіти, управління якістю освітнього закладу, інформаційна технологія моніторингу, автоматизована система моніторингу (АСМ), принципи TQM-ідеології.

*The article considers the models of the automated monitoring system in the field of education, which is based on a modern approach to the assessment of the quality of education and takes into account all aspects of educational monitoring. The urgency of the work is due to the need to develop information technology for monitoring the quality of an educational institution and an automated system that implements this technology.*

*The purpose of the study is to increase the efficiency of the management of the educational institution by developing information technology for monitoring the quality of the institution, based on the ideology of total quality management (TQM) and creating an automated monitoring system (AMS) that implements this technology. General approaches to the creation of information technology for monitoring the quality of education are based on the principles of TQM ideology.*

*The apparatus of abstract algebra is used to describe models of information technology processes of the quality of education. The apparatus of automata theory is used to describe the structural and functional models of AFM. The apparatus of the theory of scales and mathematical statistics is used to describe and study AFM subsystems.*

*The paper proposes qualitative models of the educational institution, which are based on the basic principles of the ideology of total quality management, provide a comprehensive and detailed description of aspects of the quality of education; models of monitoring data, which take into account the peculiarities of various types of monitoring and ensure effective organization of subsystems of data processing, storage and visualization; models of the automated system for monitoring the quality of education and its subsystems, which are the basis for the creation of computer systems that provide a more advanced level of quality management of an educational institution.*

**Key words:** monitoring in the field of education, quality management of an educational institution, monitoring information technology, automated monitoring system (AMS), principles of TQM ideology.

Ефективне управління складним динамічним об'єктом і прогнозування його змін можливе тільки на основі неперервного потоку інформації про його стан і ті процеси, які забезпечують динамічну рівновагу системи чи загрожують порушити її. Неперервне стеження за станом системи і процесами, що відбуваються в ній, називають спеціальним терміном – моніторинг (від англ. monitor – стежити, спостерігати).

Прикладом складного динамічного об'єкту є система освіти. Традиційні в педагогіці методи спостереження, дослідження і діагностики не можуть бути повноцінною основою сучасного інформаційного забезпечення якості освітньої діяльності не тільки за своєю сутністю і призначенням, але й через свою технологічну обмеженість. У Національній доктрині розвитку освіти України визначено нову стратегію реформування освіти, яка спрямована на забезпечення державних гарантій рівного доступу до якісної освіти на різних етапах навчання та організацію науково-аналітичного супроводу всіх управлінських рішень.

Реалізацію даної стратегії можуть забезпечити лише адекватні сучасні засоби вимірювання досягнутої якості освітньої діяльності, виявлення факторів впливу, оцінювання ефективності освітніх програм і реформ. Такі засоби є складниками системи моніторингу освітнього процесу та ефективного управління освітою.

Організація моніторингу в сучасних умовах неможлива без використання комп'ютерних технологій. Їх застосування стає життєво важливою потребою для управління, оскільки прискореними темпами зростають потоки інформації і звичні паперові форми і звітність уже помітно гальмують ефективне управління. У цих умовах застосування комп'ютера у закладах освіти має еволюціонувати від простого використання для підготовки документів і здійснення елементарних розрахунків в електронній таблиці до створення локальних баз даних для автоматизації діловодства і до створення на основі телекомунікаційних мереж автоматизованих систем інформаційного забезпечення.

Сучасний інформаційний ринок пропонує відносно невелику кількість програмних комплексів, розроблених різними фірмами, які дозволяють створити на їх основі єдиний інформаційний простір управління як в окремому закладі освіти, так і в територіальній системі освіти в цілому.

Аналіз програмних комплексів для інформатизації освіти показує, що найбільше розпо-

всюдження одержали два підходи щодо інформатизації управління освітнього закладу.

1. Інформатизація освітнього закладу «як підприємства» розглядається як багатофункціональний заклад, значна частина роботи якого здійснюється за законами діяльності звичайного підприємства. У цьому випадку в першу чергу автоматизується фінансово-господарська діяльність: бухгалтерія (зокрема тарифікація), матеріально-технічний облік, облік кадрів.

2. Інформатизація освітнього процесу – формування єдиного інформаційного простору закладу освіти здійснюється через інформатизацію освітньої діяльності. Тут відправною точкою інформатизації є освітній процес.

На жаль, відомі програми не задовольняють усім аспектам освітнього моніторингу.

АСУ закладу освіти повинна обов'язково мати програми допоміжного характеру («кадри», «заробітна платня», «тарифікація» та ін.), однак подальший прогрес у галузі інформатизації освіти пов'язаний з розробкою таких програмних продуктів, які дозволяють здійснювати багатопланове аналітичне оцінювання результатів педагогічної діяльності на основі оброблення великих обсягів інформаційних масивів – різного роду педагогічно значущих даних (їх якісних і кількісних показників).

Потрібні нові принципові підходи щодо оцінювання навчального процесу як системного явища, відповідні технології оперативного збирання й оброблення педагогічно значущої інформації. Тому створення автоматизованої системи моніторингу у сфері освіти, яка базується на сучасних підходах до освітньої статистики і показниках якості освіти, є актуальною задачею. Першим кроком у розв'язанні цієї задачі є побудова моделі автоматизованої системи моніторингу (АСМ), яка враховує усі аспекти освітнього моніторингу [5].

Існує кілька означень поняття моніторингу в освіті, в яких акцентується увага на тих чи інших аспектах зв'язку моніторингу та управління. Проте найповнішим та найчастіше вживаним є таке означення [6]:

«Моніторинг в освіті – це система збирання, оброблення, зберігання і розповсюдження інформації про освітню систему чи окремі її елементи, яка дозволяє уявити стан об'єкта, в будь-який момент часу, прогнозувати його розвиток і забезпечує потрібну інформаційну основу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на досягнення заданих цілей розвитку об'єкта». Саме це

означення має бути покладено в основу створення автоматизованої системи моніторингу якості освіти.

**Узагальнена модель АСМ.** Виходячи з наведеного означення моніторингу, до складу автоматизованої системи моніторингу мають входити підсистеми збирання, оброблення, зберігання та розповсюдження інформації про об'єкт моніторингу, а також підсистеми аналізу станів об'єкта і прогнозування його розвитку [4, с. 41-43]. Причому збирання інформації та аналіз станів об'єкта здійснюється за безпосередньою участю суб'єкта моніторингу. Орієнтуючись на вимогу можливості розвитку системи моніторингу, підсистему збирання інформації доцільно реалізувати у вигляді двох підсистем: вимірювання та оцінювання. Також доцільним є введення підсистеми візуалізації даних, оскільки аналіз з пошуком закономірностей часто складно реалізувати за допомогою обчислювальних процедур, і тому в таких випадках аналітичні дослідження здійснюються з використанням графічних методів [3, с. 71-84].

Таким чином, з урахуванням вище наведеного пропонується така модель системи моніторингу якості:

$$M_q = \langle S_b, O_b, M_s, O_q, C, M_E, V, A, \$, T_r, \lambda \rangle,$$

де  $S_b$  – суб'єкт моніторингу;  
 $O_b$  – об'єкт моніторингу;  
 $M_s$  – підсистема вимірювання;  
 $O_q$  – підсистема оцінювання якості;  
 $C$  – підсистема оброблення даних;  
 $M_E$  – підсистема зберігання даних;  
 $V$  – підсистема візуалізації даних;  
 $A$  – підсистема аналізу даних;  
 $\$$  – підсистема прогнозування розвитку;  
 $T_r$  – підсистема розповсюдження даних;  
 $\lambda$  – структура відношень у системі.

Суб'єкт моніторингу  $S_b$  може бути одною особою чи їх групою. Формалізацією суб'єкта є простір суб'єкта моніторингу зі структурою відношень у ньому  $\lambda_s$ , тобто:  $S_b = \langle S, \lambda_s \rangle$ .

Об'єкт моніторингу може бути представлений одним чи кількома елементами. При цьому об'єкту моніторингу відповідає об'єктний простір чи простір якості  $Q$  зі структурою відношень в ньому  $\lambda_Q$ . Згідно з факторно-критеріальною моделлю якості [5,6] кожній якості відповідає сукупність факторів  $F$  зі структурою відношень в ній  $\lambda_F$  і, в свою чергу, кожному фактору відповідає сукупність критеріїв  $K$  із власною структурою відношень  $\lambda_K$ .

Таким чином, об'єкту моніторингу відповідає така модель:

$$O_b = \langle \langle Q, \lambda_Q \rangle, \langle F, \lambda_F \rangle, \langle K, \lambda_K \rangle \rangle.$$

Особливістю цієї моделі є ієрархія показників якості, яка відображається деревом, наведеним на рис. 1.

Структура відношень  $\lambda$  підсистем у системі моніторингу якості описується схемою, що наведено на рис. 2.

**Види організації моніторингу.** Виходячи з того, що суб'єкт моніторингу може бути одною особою чи їх групою, а об'єкт моніторингу характеризується набором показників якості, може бути різна організація моніторингу залежно від «суб'єкт-об'єктних» відношень.

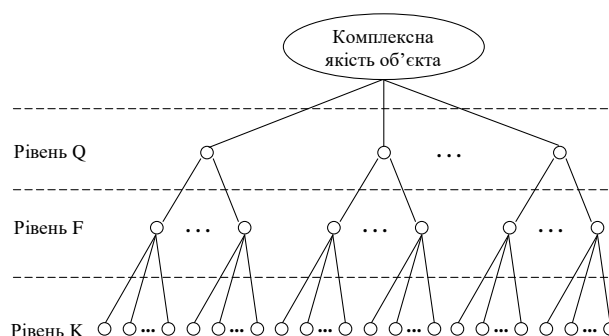


Рис. 1. Дерево властивостей об'єкта моніторингу

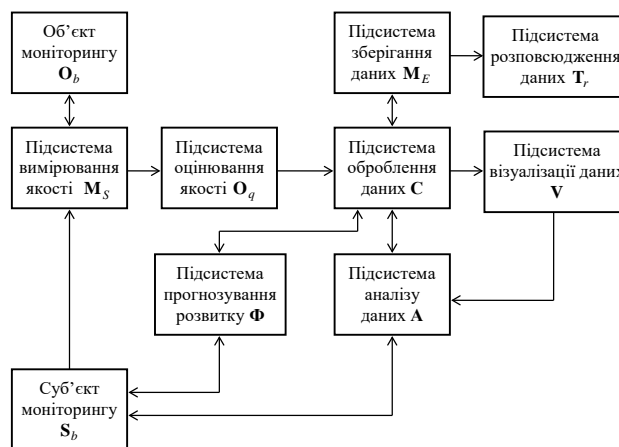


Рис. 2. Структурна схема системи моніторингу якості

Коли суб'єкт один і він здійснює самооцінювання, то мова йде про автотестування (рис. 3а). Якщо суб'єкт один і він здійснює моніторинг усіх показників якості об'єкта, то має місце схема відношень, яку наведено на рис. 3б. Група суб'єктів може здійснювати моніторинг за схемою «суб'єкт – набір якостей об'єкта» (рис. 3в), чи за схемою, коли кожний суб'єкт незалежно від інших оцінює усі показники якості об'єкта (рис. 3г). У двох останніх випадках моніторинг суб'єктами може бути доповнений автотестуванням (рис. 3д, 3е).

Відношення «суб'єкт – набір якостей об'єкта» описується матрицею вигляду:

$$\mathbf{R}_{SbQ} = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & \dots & S_K \\ \begin{matrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_L \end{matrix} & \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1K} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{L1} & b_{L2} & \dots & b_{LK} \end{bmatrix} \end{matrix},$$

$$\text{де } b_{ij} = \begin{cases} 1, & QI > S_j \xrightarrow{O_q} Q_i; \\ 0, & 2 \notin H \times C 28? 04: C \end{cases}$$

Тут  $S_j \xrightarrow{O_q} Q_i$  означає, що суб'єкт  $S_j$  здійснює оцінювання якості  $Q_i$  об'єкта.

**Моделі підсистем АСМ.** Вимірювання забезпечує одержання значень критеріїв шляхом порівняння стану об'єкта моніторингу з базою порівняння  $\mathbf{B}$ , яка конкретизується у вигляді системи еталонів, системи нормативів якості та інш. Алгоритм вимірювання формується з операторів порівняння і йому відповідає простір операторів порівняння  $\mathbf{C}_{B@}$ . Отже модель підсистеми вимірювання має вигляд:

$$\mathbf{M}_S = \langle \mathbf{K}, \mathbf{B}, \mathbf{C}_{B@}, \lambda_K \rangle.$$

Оцінювання якості об'єкта моніторингу здійснюється на основі результатів вимірювань, ієрархічної структури показників якості і кваліметричних шкал. Алгоритм оцінювання складається із множини операторів оцінювання і йому відповідає простір операторів оцінювання. Виходячи з цього маємо таку модель підсистеми оцінювання:

$$\mathbf{O}_q = \langle \langle \mathbf{Q}, \lambda_Q \rangle, \langle \mathbf{F}, \lambda_F \rangle, \langle \mathbf{K}, \lambda_K \rangle, \langle \mathbf{H}, \lambda_H \rangle, \Theta \rangle,$$

де  $\mathbf{H}$  – простір кваліметричних шкал;  
 $\lambda_H$  – структура відношень у просторі  $\mathbf{H}$ ;  
 $\Theta$  – простір операторів оцінювання.

Процес оцінювання якості складається з таких операцій:

– згортання шкал ( $\Theta_{3.H.}$ ); здійснюється процедура переходу від окремих шкал до загальної універсальної шкали;

– згортання критеріїв ( $\Theta_{3.}$ ) за моделлю, що відповідає  $\lambda$ ;

– згортання факторів ( $\Theta_{3.D}$ ) за моделлю, що відповідає  $\lambda_F$ ;

– визначення комплексної оцінки якості ( $\Theta_{KQ}$ ) за моделлю, що відповідає  $\lambda_Q$ .

Підсистема оброблення даних описується такою моделлю:

$$\mathbf{C} = \langle \mathbf{D}_T, \mathbf{DI}, \mathbf{DO}, \mathbf{L}_C \rangle,$$

де  $\mathbf{D}_T$  – простір типів даних;  
 $\mathbf{DI}$  – простір вхідних даних;  
 $\mathbf{DO}$  – простір результатів;  
 $\mathbf{L}_C$  – простір алгоритмів обчислень.

Підсистема зберігання даних має реалізувати архівування даних і

відновлення даних у разі їх часткової втрати. Отже, модель цієї підсистеми має вигляд:

$$\mathbf{M}_E = \langle \mathbf{D}_R, \lambda_R, \mathbf{L}_A, \mathbf{L}_r \rangle,$$

де  $\mathbf{D}_R$  – дані реляційної бази даних;  
 $\lambda_R$  – структура відношень в базі даних;  
 $\mathbf{L}_A$  – простір функцій архівування;  
 $\mathbf{L}_r$  – простір функцій відновлення даних.

Важливу роль у подальшому аналізі результатів оброблення інформації відіграють форми візуалізації даних, які доцільно формалізувати за допомогою простору візуальних об'єктів  $\mathbf{V}_{>2j}$ . Відображення даних  $D_i$  у відповідний їм візуальний об'єкт  $V_{>2j}^i$  здійснюється за алгоритмом візуалізації  $L_V^i$ . Сукупність таких алгоритмів утворює простір алгоритмів візуалізації  $\mathbf{L}_V$ . Виходячи з цього пропонується така модель підсистеми візуалізації даних:

$$\mathbf{V} = \langle \mathbf{V}_{>2j}, \mathbf{DO}, \mathbf{L}_V \rangle.$$

Аналіз результатів оброблення інформації може бути здійснений або автоматично, або суб'єктом, який приймає рішення. У першому випадку підсистема аналізу має формулювати висновки і рекомендації за формальними правилами. У другому випадку підсистема має забезпечувати підтримку прийняття рішень згідно із запитами суб'єкта. Враховуючи сказане, маємо таку модель підсистеми аналізу:

$$\mathbf{A} = \langle \mathbf{DO}, \mathbf{V}_{>2j}, \mathbf{B}_C, \mathbf{Z}_A, \mathbf{L}_M, \mathbf{L}_{ZA} \rangle,$$

де  $\mathbf{B}_C$  – простір висновків і рекомендацій;  
 $\mathbf{Z}_A$  – простір запитів суб'єкта щодо підтримки аналізу;

$\mathbf{L}_M$  – простір алгоритмів, що реалізують формальні правила;

$\mathbf{L}_{ZA}$  – простір алгоритмів, які реалізують запити суб'єкта щодо аналізу.

Підсистема прогнозування розвитку описується такою моделлю:

$$\Phi = \langle \mathbf{Q}_\Phi, \mathbf{Z}_\Phi, \mathbf{L}_{Z\Phi} \rangle,$$

де  $\mathbf{Q}_\Phi$  – простір показників якості, що прогножуються;

$\mathbf{Z}_\Phi$  – простір запитів суб'єкта щодо прогнозування розвитку;

$\mathbf{L}_{Z\Phi}$  – простір алгоритмів, за якими реалізуються запити суб'єкта щодо прогнозування розвитку.

Результати моніторингу якості освіти потрібні в першу чергу суб'єкту моніторингу для здійснення ефективного управління якістю об'єкта, але зацікавленими в них можуть бути й інші суб'єкти, наприклад, батьки, учнів. Тому підсистема

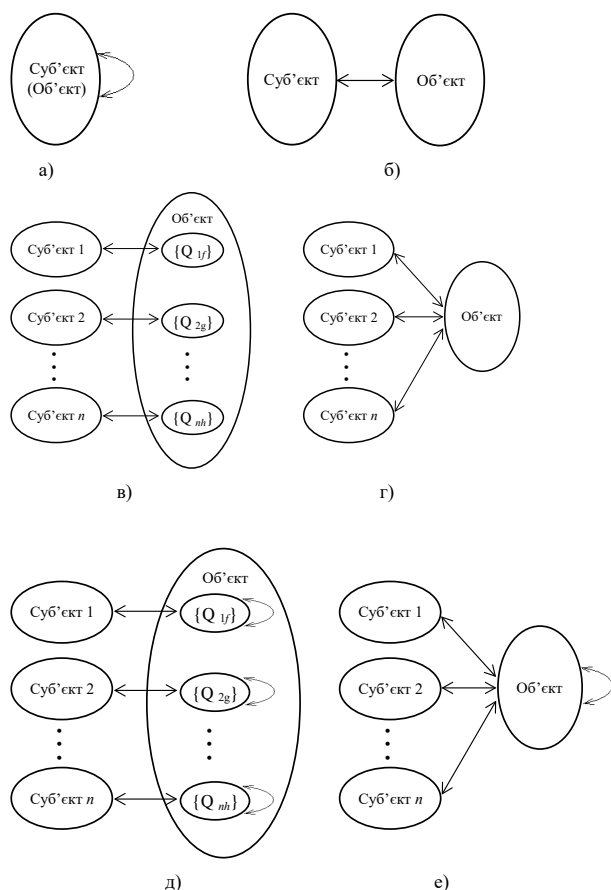


Рис. 3. Види організації моніторингу

розповсюдження даних має забезпечити доступ до результатів моніторингу всіх зацікавлених суб'єктів, однак з урахуванням наданих їм прав щодо отримання інформації

певного виду. При цьому доступ може відбуватися як із локальної мережі, так і з Internet.

Виходячи з цього пропонується така модель підсистеми розповсюдження даних:

$$T_r = \langle S_L, S_I, D, M_D \rangle,$$

де  $S_L$  – простір користувачів локальної мережі;

$S_I$  – простір користувачів мережі Internet;

$D$  – результати моніторингу;

$M_D$  – матриця прав доступу користувачів до даних.

**Висновки.** Однією з основних задач реформи системи освіти є підвищення ефективності і якості управління на основі впровадження сучасних інформаційних технологій. Ефективний зворотний зв'язок між системою управління й об'єктами управління можливий тільки при наявності чітко визначеного переліку необхідної і достатньої інформації для прийняття управлінських рішень, а також засобів оперативного збирання, оброблення, зберігання і розповсюдження цієї інформації. Саме такий зворотний зв'язок забезпечує моніторинг.

Запропоновано узагальнену модель АСМ, у якій вперше враховано усі аспекти моніторингу і можливі “суб'єкт – об'єктні” відношення. Цю модель можна використати для організації автоматизованого моніторингу всіх видів діяльності закладу освіти.

Одержання вірогідної і надійної інформації про якість освіти має базуватися на застосуванні кваліметричного підходу до формування критеріїв і параметрів оцінювання стану ресурсів, організації і реалізації освітнього процесу та оцінювання його результатів.

### Література:

1. Волобуєва, Т. (2004). Моніторинг якості освіти учнів: регіональна програма “Моніторинг якості освіти”. Т. Волобуєва, Л. Чернікова. Моніторинг якості освіти: становлення та розвиток в Україні: реком. з освіт. політики, під заг. ред. О.І. Локшиної, К.: “К.І.С.”, с. 64-78.
2. Єрмола, А.М. (2008). Технологія моніторингу якості освіти. Х.: *Курсор*, с. 173.
3. Коваленко, О. (2006). Упровадження моніторингу якості освіти. О. Коваленко, О. Макаренко. Моніторинг: практика впровадження. Р.С. Яковлева, Н.В. Денисова, О.В. Коваленко та ін.; упоряд. Л.Г. Чернігова (2005). К.: “Плеяди”, с. 71-84. *Відкритий урок. Методична робота. Вип. 3/4*.
4. Луначек, В.Е. (2004). Використання факторно-критеріальних моделей для оцінки стану інформатизації загальноосвітнього навчального закладу. *Комп'ютер у школі та сім'ї. № 1*, с. 41-43.
5. Парашенко, Л., Леонський, В. (2004). Моніторинг якості роботи навчального закладу: модель моніторингу роботи Київського ліцею бізнесу з використанням комплексної ІС «LECOS». У кн. *Моніторинг якості освіти: становлення та розвиток в Україні: Рекомендації з освітньої політики*. Під заг. ред. О.І. Локшиної, К.: «К.І.С.», 160 с.
6. Яковлева, Р.С. (2005). Моніторинг у системі роботи вчителя. Моніторинг: практика впровадження. Р.С. Яковлева, Н.В. Денисова, О.В. Коваленко та ін.; упоряд. Л.Г. Чернігова. К.: “Плеяди”, с. 4-17. *Відкритий урок. Методична робота. Вип. 3/4*.

### References:

1. Volobuyeva, T. (2004). Monitoring the quality of education of students: regional program "Monitoring the quality of education". [in Ukrainian].

2. T. Volobueva, L. Chernikova. Monitoring the quality of education: formation and development in Ukraine: committee. from education policy, under general ed. O.I. Lokshinoi, K.: "K.I.S.", p. 64-78. [in Ukrainian].
3. Yermola, A.M. (2008). Technology for monitoring the quality of education. Kh.: Cursor, p. 173
- Kovalenko, O. (2006). Implementation of education quality monitoring.
4. O. Kovalenko, O. Makarenko. Monitoring: implementation practice. R.S. Yakovleva, N.V. Denisova, O.V. Kovalenko and others; according to L.G. Chernihova (2005). K.: "Pleiades", p. 71-84. *Open lesson. Methodical work. Vol. 3/4.* Lunyachek, V. E. (2004). The use of factor-criterion models to assess the state of informatization of a general educational institution. Computer at school and family. No. 1, p. 41-43 [in Ukrainian].
5. Parashchenko, L., Leonskyi, V. (2004). Monitoring the quality of work of an educational institution: a model of monitoring the work of the Kyiv Lyceum of Business using the complex IS "LECOS". In the book. Monitoring the quality of education: formation and development in Ukraine: Recommendations for educational policy. ed. O.I. Lokshinoi, K.: "K.I.S.", 160 p. [in Ukrainian].
6. Yakovleva, R.S. (2005). Monitoring in the teacher's work system. Monitoring: implementation practice. R.S. Yakovleva, N.V. Denisova, O.V. Kovalenko and others; according to L.G. Chernigov. K.: "Pleiades", p. 4-17. *Open lesson. Methodical work. Vol. 3/4.* [in Ukrainian].