МРНТИ 50.49.37 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.30-1499**

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПАНЕЛИ МОНИТОРИНГА В СТРУКТУРЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕГИОНА

[1]Е.Ш. Утюбаев, [2]А.В. Шапорева✉, [3]О.В. Григоренко, [4]Р.А. Ельтинова, [5]А.К. Джакипбаев

[1]КГУ «Павлодарский областной центр информационных технологий» управления образования Павлодарской области, Павлодар, Казахстан,
[2]НАО «Северо-Казахстанский университет им. Манаша Козыбаева», Петропавловск, Казахстан,
[3]Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск, Россия,
[4]Павлодарский педагогический университет им. Әлкей Марғұлан, Павлодар, Казахстан,
[5]УО Павлодарской области, СОШ им. Абая, Аксу, Казахстан

✉ *Корреспондент-автор: annvolkova@mail.ru*

В условиях цифровой трансформации системы среднего образования возрастает потребность в создании информационно-аналитических инструментов, обеспечивающих мониторинг и управляемость материально-технической базы образовательных организаций. Традиционные механизмы отчётности не позволяют оперативно выявлять дисбалансы обеспеченности и оценивать риски деградации инфраструктуры на уровне региона. В работе представлена разработка аналитической панели мониторинга в структуре информационно-аналитической системы оценки материальной обеспеченности образовательных организаций региона.

Предложенная система основана на иерархической модели, включающей уровень школы и уровень региона, и интегрирует нормативно-ориентированную и риск-ориентированную оценку состояния ресурсов. В качестве методологической основы использованы системный, архитектурный и индексный подходы, а также технологии бизнес-аналитики (BI) для реализации интерактивной визуализации данных. Математическая модель обеспечивает формирование интегрального индекса обеспеченности и корректную агрегацию показателей при переходе от уровня образовательной организации к региональному уровню.

Разработанная аналитическая панель реализует принципы управленческой ориентированности интерфейса, когнитивной наглядности и иерархической декомпозиции данных. На уровне школы обеспечивается детализированный анализ категорий оборудования и состояния ресурсов, на уровне региона — стратегическая оценка распределения обеспеченности, выявление критических зон и пространственная визуализация дисбалансов.

Результаты апробации демонстрируют возможность трансформации математической модели в удобный инструмент поддержки принятия решений. Разработанная панель обеспечивает переход от отчётного представления данных к управляемому мониторингу образовательной инфраструктуры и может быть использована как элемент цифровой экосистемы управления образованием региона.

Ключевые слова: иерархическая модель, риск-ориентированная модель, материальная обеспеченность, нормативное моделирование, мониторинг образовательной инфраструктуры, система поддержки принятия решений, аналитическая панель.

ӨҢІРДІҢ БІЛІМ БЕРУ ҰЙЫМДАРЫНЫҢ МАТЕРИАЛДЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛУІН БАҒАЛАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ-ТАЛДАМАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫНДА МОНИТОРИНГТІҢ ТАЛДАМАЛЫҚ ПАНЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

[1]Е.Ш. Утюбаев, [2]А.В. Шапорева✉, [3]О.В. Григоренко, [4]Р.А. Ельтинова, [5]А.К. Джакипбаев

[1]Павлодар облыстық білім беру департаментінің Павлодар аймақтық ақпараттық технологиялар орталығы, Павлодар, Қазақстан,

[2]Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл, Қазақстан,
[3]Сібір мемлекеттік геожүйелер және технологиялар университеті, Новосибирск, Ресей,
[4]Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті, Павлодар, Қазақстан,
[5]Павлодар облысының білім беру басқармасы, Абай атындағы жалпы орта білім беру мектебі, Аксу, Қазақстан,
e-mail: annvolkova@mail.ru

Орта білім беру жүйесінің цифрлық трансформациясы жағдайында білім беру ұйымдарының материалдық-техникалық базасының мониторингі мен басқарылуын қамтамасыз ететін ақпараттық-талдамалық құралдарды құру қажеттілігі артып келеді. Дәстүрлі есеп беру тетіктері қамтамасыз етудегі теңгерімсіздіктерді жедел анықтауға және аймақ деңгейінде инфрақұрылымның тозу тәуекелдерін бағалауға мүмкіндік бермейді. Жұмыста өңірдің білім беру ұйымдарының материалдық қамтамасыз етілуін бағалаудың ақпараттық-талдамалық жүйесінің құрылымында мониторингтің Талдамалық панелін әзірлеу ұсынылған.

Ұсынылған жүйе мектеп деңгейі мен аймақ деңгейін қамтитын иерархиялық модельге негізделген және ресурстардың жай-күйін нормативті және тәуекелге бағытталған бағалауды біріктіреді. Әдістемелік негіз ретінде деректерді интерактивті визуализациялауды жүзеге асыру үшін жүйелік, архитектуралық және индекстік тәсілдер, сондай-ақ бизнес-аналитика (BI) технологиялары пайдаланылды. Математикалық модель білім беру ұйымының деңгейінен өңірлік деңгейге өту кезінде қамтамасыз етудің интегралды индексін қалыптастыруды және көрсеткіштердің дұрыс агрегациясын қамтамасыз етеді.

Әзірленген аналитикалық панель интерфейстің басқарушылық бағдарлану, когнитивті көрнекілік және деректердің иерархиялық ыдырау принциптерін жүзеге асырады. Мектеп деңгейінде жабдықтар санаттары мен ресурстардың жай — күйін егжей-тегжейлі талдау, аймақ деңгейінде-қамтамасыз етуді бөлуді стратегиялық бағалау, Сыни аймақтарды анықтау және теңгерімсіздіктерді кеңістіктік визуализациялау қамтамасыз етіледі.

Апробация нәтижелері математикалық модельді шешім қабылдауды қолдаудың ыңғайлы құралына айналдыру мүмкіндігін көрсетеді. Әзірленген панель есепті деректерді ұсынудан білім беру инфрақұрылымының басқарылатын мониторингіне көшуді қамтамасыз етеді және аймақтың білім беруді басқарудың цифрлық экожүйесінің элементі ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: иерархиялық модель, тәуекелге бағытталған модель, материалдық қауіпсіздік, нормативтік модельдеу, білім беру инфрақұрылымын бақылау, шешімдерді қолдау жүйесі, аналитикалық панель.

DEVELOPMENT OF AN ANALYTICAL MONITORING PANEL IN THE STRUCTURE OF AN INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM FOR ASSESSING THE FINANCIAL SECURITY OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN THE REGION

[1]Ye.Sh. Utyubaev, [2]A.V. Shaporeva✉, [3]O.V. Grigorenko, [4]R.A. Yeltinova, [5]A.K. Dzhakipbaev

[1]KSU Pavlodar Regional Center of Information Technologies of the Department of Education of Pavlodar Region, Pavlodar, Kazakhstan,
[2]NAO Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan,
[3]Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia,
[4]Alkey Margulan Pavlodar Pedagogical University, Pavlodar, Kazakhstan,
[5]Educational institution of Pavlodar region, Abaya secondary school, Aksu, Kazakhstan,
e-mail: annvolkova@mail.ru

In the context of the digital transformation of the secondary education system, there is an increasing need to create information and analytical tools that ensure monitoring and manageability of the material and technical base of educational organizations. Traditional reporting mechanisms do not allow us to quickly identify security imbalances and assess the risks of infrastructure degradation at the regional level.

The paper presents the development of an analytical monitoring panel in the structure of an information and analytical system for assessing the financial security of educational institutions in the region.

The proposed system is based on a hierarchical model that includes the school level and the regional level, and integrates a regulatory-oriented and risk-oriented assessment of the state of resources. The methodological framework uses system, architectural, and index approaches, as well as business intelligence (BI) technologies to implement interactive data visualization. The mathematical model ensures the formation of an integral index of security and the correct aggregation of indicators during the transition from the level of an educational organization to the regional level.

The developed analytical panel implements the principles of management-oriented interface, cognitive visibility and hierarchical data decomposition. At the school level, a detailed analysis of equipment categories and resource status is provided; at the regional level, a strategic assessment of the distribution of provision, identification of critical areas, and spatial visualization of imbalances.

The results of the testing demonstrate the possibility of transforming the mathematical model into a convenient decision support tool. The developed panel provides a transition from reporting data to managed monitoring of the educational infrastructure and can be used as an element of the digital ecosystem of education management in the region.

Keywords: hierarchical model, risk-oriented model, material security, normative modeling, educational infrastructure monitoring, decision support system, analytical panel.

Введение. Современное развитие системы среднего образования сопровождается ростом требований к качеству образовательной инфраструктуры, прозрачности управления и эффективности использования материальных ресурсов. В условиях регионального управления особую актуальность приобретает задача системного мониторинга обеспеченности образовательных организаций оборудованием, специализированными кабинетами, цифровыми средствами обучения и иными материальными ресурсами.

Традиционные подходы к учёту материально-технической базы школ, основанные на периодической отчётности и инвентаризации, не обеспечивают оперативности анализа и не позволяют выявлять дисбалансы в обеспеченности на уровне города, села и региона в целом. Отсутствие централизованной аналитической платформы затрудняет принятие управленческих решений, связанных с распределением финансирования, планированием модернизации инфраструктуры и предупреждением рисков деградации оборудования.

В условиях цифровой трансформации образования возрастает необходимость внедрения информационно-аналитических систем, обеспечивающих:

- консолидацию данных от образовательных организаций;

- автоматизированный расчёт показателей обеспеченности;

- сопоставимость данных на различных уровнях управления;

- визуализацию ключевых индикаторов для руководителей школ и региона;

- поддержку сценарного анализа и стратегического планирования.

Целью исследования статьи является разработка аналитической панели мониторинга в структуре информационно-аналитической системы оценки материальной обеспеченности образовательных организаций региона, обеспечивающей иерархическую визуализацию показателей на уровне школы и региона и поддержку управленческих решений различного масштаба.

Объектом исследования в данной статье выступают образовательные организации среднего образования региона, рассматриваемые как элементы единой иерархической системы управления.

Научная новизна исследования заключается в

разработке концепции и архитектуры иерархической аналитической панели мониторинга материальной обеспеченности образовательных организаций, интегрированной в информационно-аналитическую систему регионального уровня.

Литературный обзор. Вопрос цифровизации управления образовательными системами в последние годы активно рассматривается в научной литературе. Исследования показывают, что переход к информационно-аналитическим системам позволяет повысить прозрачность, управляемость и обоснованность решений в сфере образования [1,2].

Международные организации подчёркивают необходимость использования данных для стратегического управления образованием. В отчётах OECD [1] и Всемирного банка [2] отмечается, что современные образовательные системы должны переходить от отчётной модели управления к аналитической, основанной на мониторинге показателей и визуализации ключевых индикаторов. Особое внимание уделяется созданию цифровых платформ, обеспечивающих сопоставимость данных на различных уровнях управления.

Исследования в области Learning Analytics демонстрируют значимость аналитических инструментов для поддержки управленческих решений в образовании [3]. Авторы отмечают, что визуализация данных играет ключевую роль в интерпретации сложных показателей и снижении когнитивной нагрузки на пользователей системы.

Работы, посвящённые системам поддержки принятия решений (Decision Support Systems), подчёркивают необходимость интеграции математических моделей и инструментов визуализации [4]. Современные DSS ориентированы не только на вычисление показателей, но и на их представление в форме, удобной для управленческого анализа.

В области управления инфраструктурой и ресурсами активно развиваются риск-ориентированные подходы [5], позволяющие учитывать деградацию оборудования и прогнозировать необходимость модернизации. Однако большинство исследований сосредоточено на технических системах, тогда как образовательная инфраструктура требует адаптации подобных методов к специфике социальной сферы.

Отдельное направление связано с разработкой региональных систем мониторинга и иерархической агрегации показателей [6]. Авторы подчёркивают, что эффективная система управления должна обеспечивать согласование локальных и стратегических уровней анализа.

Исследования в сфере бизнес-аналитики и визуализации данных подтверждают, что правильно спроектированные аналитические панели способствуют повышению качества управленческих решений [7, 8]. Визуальные инструменты позволяют выявлять скрытые закономерности, ранжировать объекты и формировать приоритеты развития.

В работах, посвящённых цифровой трансформации образования [9, 10], подчёркивается необходимость создания интегрированных информационно-аналитических платформ, обеспечивающих мониторинг материальных, кадровых и образовательных ресурсов.

Несмотря на значительный объём исследований в области образовательной аналитики, недостаточно разработанным остаётся вопрос проектирования иерархических аналитических панелей, интегрирующих нормативную и риск-ориентированную оценку материальной обеспеченности образовательных организаций в едином визуальном пространстве. Важно отметить то, что невзирая на активное развитие образовательной аналитики, большинство исследований сосредоточено на анализе учебных результатов, тогда как инфраструктурная составляющая визуализируется фрагментарно.

Таким образом, анализ литературы подтверждает актуальность разработки аналитической панели мониторинга, интегрированной в информационно-аналитическую систему регионального уровня и ориентированной на поддержку управленческих решений.

Материалы и методы. В качестве эмпириче-

ской базы использованы данные о материально-техническом обеспечении образовательных организаций региона, включающие: сведения о количестве и состоянии оборудования; нормативные требования к обеспеченности по категориям ресурсов; численность обучающихся; информацию о сроках эксплуатации и степени износа оборудования.

При проектировании информационно-аналитической системы использованы следующие подходы:

Системный подход - позволил формализовать структуру данных и определить механизмы агрегирования показателей обеспеченности.

Архитектурный подход - позволил спроектировать систему на основе трёхуровневой архитектуры (логический, физический и программный уровни), обеспечивающей разделение данных и бизнес-логику, масштабируемость системы; возможность интеграции с существующими информационными ресурсами.

Нормативно-ориентированный подход - в основу оценки обеспеченности материальными ресурсами положено сопоставление фактического количества материальных ресурсов с установленными нормативами обеспеченности, что позволяет обеспечить объективность и сопоставимость показателей.

Риск-ориентированный подход - при формировании системы учтён фактор износа и деградации оборудования, что обеспечивает переход от статической оценки обеспеченности к динамическому мониторингу состояния материальной базы.

Индексный метод - для комплексной оценки использован интегральный индекс обеспеченности, формируемый на основе взвешенной агрегации показателей по категориям ресурсов.

Методы анализа данных и визуализации - для обработки и представления результатов применены технологии бизнес-аналитики (BI), обеспечивающие: автоматизированный расчёт показателей, формирование интерактивных дашбордов, поддержку сценарного анализа.

Разработанная методология позволила создать информационно-аналитическую систему, обеспечивающую комплексный мониторинг материальной обеспеченности образовательных организаций и поддержку управленческих решений на региональном уровне.

Математическая модель. Математическая модель информационно-аналитической системы мониторинга материальной обеспеченности образовательных организаций региона представлена моделью 1-го уровня для организации образования и моделью 2-го уровня - для оценки региона.

Формализация задачи. Рассмотрим множество образовательных организаций региона (1):

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\} \quad (1)$$

где n - количество школ региона.

Пусть каждая организация характеризуется набором категорий материальных ресурсов (2):

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}, \quad (2)$$

где m - число анализируемых категорий (компьютерное оборудование, интерактивные панели, лаборатории и т.д.).

Для каждой школы s и категории c вводятся следующие показатели:

$N_{fact}(c, s)$ - фактическое количества единиц ресурса;

$N_{norm}(c, s)$ - нормативная потребность;

$R(c, s) \in [0, 1]$ - коэффициент риска деградации (износ, срок эксплуатации).

Базовый коэффициент обеспеченности K определяется как отношение фактического значения к нормативному (3):

$$K(c, s) = \frac{N_{fact}(c, s)}{N_{norm}(c, s)} \quad (3)$$

Для исключения искусственного завышения индекса используется нормированное значение (4):

$$\widetilde{K}(c, s) = \min(1, K(c, s)), \quad (4)$$

Таким образом, превышение нормативов не приводит к росту интегрального показателя выше единицы.

Риск-ориентированная корректировка. Для учёта состояния оборудования вводится корректирующий множитель (5):

$$(1 - \lambda R(c, s)), \tag{5}$$

где:

$\lambda \in [0, 1]$ – параметр чувствительности к риску.

При $\lambda = 0$ модель сводится к нормативной оценке.

При $\lambda \to 1$усиливается влияние износа оборудования.

Интегральный индекс школы. Индекс обеспеченности школы I_s формируется как взвешенная сумма по категориям (6):

$$I_s = \sum_{c=1}^{m} \omega_c \widetilde{K}(c, s)(1 - \lambda R(c, s)), \tag{6}$$

где ω_c – вес категории оборудования, $\omega_c \geq 0$.

$$\sum_{c=1}^{m} \omega_c = 1 \tag{7}$$

Весовые коэффициенты определяются экспертно или нормативно. Показатель $I_s \in [0, 1]$.

Агрегация на уровне регона. Пусть P_s – численность обучающихся в школе s.Вес школы в региональной системе (8):

$$\gamma_s = \frac{P_s}{\sum_{i=1}^{n} P_i} \tag{8}$$

Региональный индекс определяется как (9):

$$I_{reg} = \sum_{s=1}^{n} \gamma_s I_s, \tag{9}$$

Такой механизм обеспечивает учёт масштаба образовательной организации при формировании итогового показателя. Интегральный индекс используется для:

- ранжирования образовательных организаций;

- выявления критических зон;

- формирования приоритетов модернизации;

- сценарного анализа изменения нормативов и параметра риска.

Предложенная модель имеет следующие свойства:

1. Ограниченность : $0 \leq I_s \leq 1$, $0 \leq I_{reg} \leq 1$.

2. Монотонность - при увеличении обеспеченности или снижении риска индекс возрастает.

3. Управляемость: параметр λ позволяет регулировать чувствительность системы к деградации ресурсов.

4. Иерархичность: модель обеспечивает корректную агрегацию показателей от уровня школы к уровню региона.

Таким образом, математическая модель служит формализованным ядром информационно-аналитической системы и обеспечивает переход от описательной отчётности к количественно обоснованному управлению материальными ресурсами.

Для обеспечения автоматизированной обработки данных, расчёта показателей обеспеченности и оценки риска деградации инфраструктуры в информационно-аналитической системе реализован алгоритм функционирования, обеспечивающий преобразование исходных данных в интегральные показатели и аналитические рекомендации для принятия управленческих решений.

Алгоритм охватывает полный цикл обработки информации: от загрузки исходных данных до визуализации результатов в аналитической панели мониторинга и формирования рекомендаций по модернизации материальной базы образовательных организаций.

Входными данными алгоритма являются:

- сведения о фактическом количестве оборудования по категориям;

- нормативы обеспеченности;

- численность обучающихся;

- срок эксплуатации оборудования;

- весовые коэффициенты категорий;

- параметр чувствительности системы к риску деградации.

Выходными данными алгоритма являются:

- коэффициенты обеспеченности по категориям;

- интегральный индекс обеспеченности образовательной организации;

- интегральный индекс обеспеченности региона;

- показатель дисбаланса обеспеченности;

- показатель риска деградации инфраструктуры;

- перечень критических образовательных организаций;

- рекомендации по обновлению и перераспределению ресурсов.

Схема алгоритма работы информационно-аналитической системы представлена на рисунке 1.

Выявление дисбаланса обеспеченности образовательных организаций осуществляется на основе анализа распределения интегрального индекса обеспеченности. Для этого выполняется ранжирование образовательных организаций по значению интегрального индекса и определяется доля организаций, находящихся в критической зоне обеспеченности. Дополнительно рассчитывается показатель неравномерности распределения обеспеченности, характеризующий степень дифференциации образовательных организаций по уровню материальной базы. На основе полученных показателей формируется перечень территорий и образовательных организаций, требующих приоритетного обновления материально-технической базы.

Оценка риска деградации инфраструктуры осуществляется на основе анализа срока эксплуатации оборудования и его нормативного срока службы. Интегральный риск образовательной организации определяется как взвешенная сумма рисков по категориям оборудования. Полученный показатель используется для прогнозирования выбытия оборудования и формирования планов модернизации материальной базы.



Рис.1 - Алгоритм работы информационно-аналитической системы оценки материальной обеспеченности образовательных организаций

Алгоритм реализован в структуре информационно-аналитической системы и включает следующие программные модули:

- модуль сбора и загрузки данных;

- модуль расчёта нормативной потребности;

- модуль расчёта показателей обеспеченности;

- модуль оценки риска деградации инфраструктуры;

- модуль агрегации показателей на уровне ре-

гиона;

- модуль аналитической визуализации.

Программная реализация выполнена с использованием реляционной базы данных PostgreSQL, рисунок 2, в которой реализованы процедуры расчёта показателей обеспеченности и риска деградации, а также инструменты бизнес-аналитики Power BI для визуализации результатов, ранжирования образовательных организаций, выявления критических зон и анализа дисбаланса обеспеченности.

```
Algorithm MaterialSupportAssessment

Input:
    S = {s1, s2, ..., sn} – множество образовательных организаций
    C = {c1, c2, ..., cm} – множество категорий оборудования
    Fsc – фактическое количество оборудования категории c в школе s
    Normc – норматив обеспеченности по категории c
    Ps – численность обучающихся в школе s
    Tsc – средний срок эксплуатации оборудования категории c в школе s
    Tmax,c – нормативный срок службы оборудования категории c
    wc – вес категории c
    λ – коэффициент чувствительности к риску

Output:
    Is – интегральный индекс обеспеченности школы
    Ireg – интегральный индекс обеспеченности региона
    Dcrit – перечень критических школ
    Rs – риск деградации инфраструктуры школы

Begin
```

Рис.2 - Программная реализация алгоритма работы информационно-аналитической системы оценки материальной обеспеченности образовательных организаций

Разработанный алгоритм был реализован в информационно-аналитической системе и использован при проектировании аналитической панели мониторинга образовательной организации и региона. Результаты работы алгоритма представлены в аналитических панелях, обеспечивающих визуализацию интегральных показателей обеспеченности, риска деградации инфраструктуры и территориальных дисбалансов обеспеченности.

Обсуждение и результаты. На основе предложенной математической модели были разработаны требования к аналитической панели мониторинга школы и аналитической панели мониторинга региона.

Проектирование аналитической панели мониторинга в структуре информационно-аналитической системы оценки материальной обеспеченности образовательных организаций региона осуществлялось с учётом управленческих задач различных уровней.

Аналитическая панель должна обеспечивать (общие требования):

- иерархичность отображения данных (школа - регион).

- сопоставимость показателей в динамике.

- выделение критических зон.

- интерактивность фильтрации (период, район, тип школы).

- минимизацию перегрузки интерфейса при сохранении информативности.

- поддержку управленческих сценариев («что происходит», «где проблема», «что делать»).

Особое внимание уделялось принципу когнитивной наглядности: цветовые шкалы, индикаторы риска, градиентные карты и ранжирование используются для быстрого восприятия состояния системы.

Рассмотрим структуру аналитической панели уровня образовательной организации. Школьная панель предназначена для оперативного контроля состояния материально-технической базы. Ключевым элементом является индикатор интегрального индекса обеспеченности с цветовой шкалой:

- критическая зона;

- допустимая зона;

- высокий уровень обеспеченности.

Такое представление позволяет быстро оценить общее состояние школы.

Анализ обеспеченности по категориям представлен таблично-графическим блоком, в котором отражаются: фактическое количество оборудования; нормативная потребность; дефицит; индекс по категории; вес категории в интегральной оценке. Данный блок обеспечивает прозрачность формирования итогового показателя.

Панель мониторинга состояния оборудования включает:

- статус оборудования (в рабочем состоянии / на грани / неисправно);

- риск устаревания по срокам эксплуатации;

- количество единиц, требующих замены в ближайший период.

Это позволяет переходить от оценки обеспеченности к управлению жизненным циклом ресурсов.

Аналитическая панель позволяет формировать управленческие рекомендации и на основе выявленных дефицитов формируются: перечень оборудования к закупке; приоритетные направления модернизации; объём необходимого пополнения.

Таким образом, аналитическая панель выполняет не только диагностическую, но и рекомендательную функцию. На основе предложенной математической модели была спроектирована аналитическая панель школы на основе реальных данных одной из школ г. Павлодара. Аналитическая панель представлена в соответствии с рисунком 3.



Рис.3 - Аналитическая панель школы

Аналитическая панель школы сочетает нормативную оценку обеспеченности с анализом фактического состояния оборудования, позволяя учитывать не только количество ресурсов, но и степень их износа и риск устаревания.

Кроме того, модель ориентирована на оперативное управление: она детализирует вклад каждой категории ресурсов в интегральный показатель и формирует конкретные рекомендации по устранению выявленного дефицита.

Региональная панель ориентирована на руководителя субъекта управления и предназначена для стратегического анализа. В верхней части панели размещаются агрегированные показатели: региональный интегральный индекс обеспеченности; доля критических школ; показатель неравномерности (например, коэффициент Джини); динамика изменения индекса за период.

Данный блок обеспечивает быструю оценку состояния образовательной инфраструктуры региона.

Блок аналитики распределения включает: распределение школ по значению индекса; долю организаций в критической зоне; диаграммы влияния риска на снижение индекса. Это позволяет определить масштаб проблемы и её структурные особенности.

Картографический модуль отражает: территориальное распределение индекса; районы с пониженной обеспеченностью; зоны концентрации дефицита.

Использование цветовой градации обеспечивает интуитивную интерпретацию региональных дисбалансов.

Отдельные блоки панели отображают:

- вклад категорий ресурсов в снижение индекса;

- вклад районов в формирование регионального риска;

- список проблемных школ с указанием ключевых дефицитов.

Это формирует аналитическую основу для приоритизации управленческих решений. Проект аналитической панели региона представлен на рисунке 4.

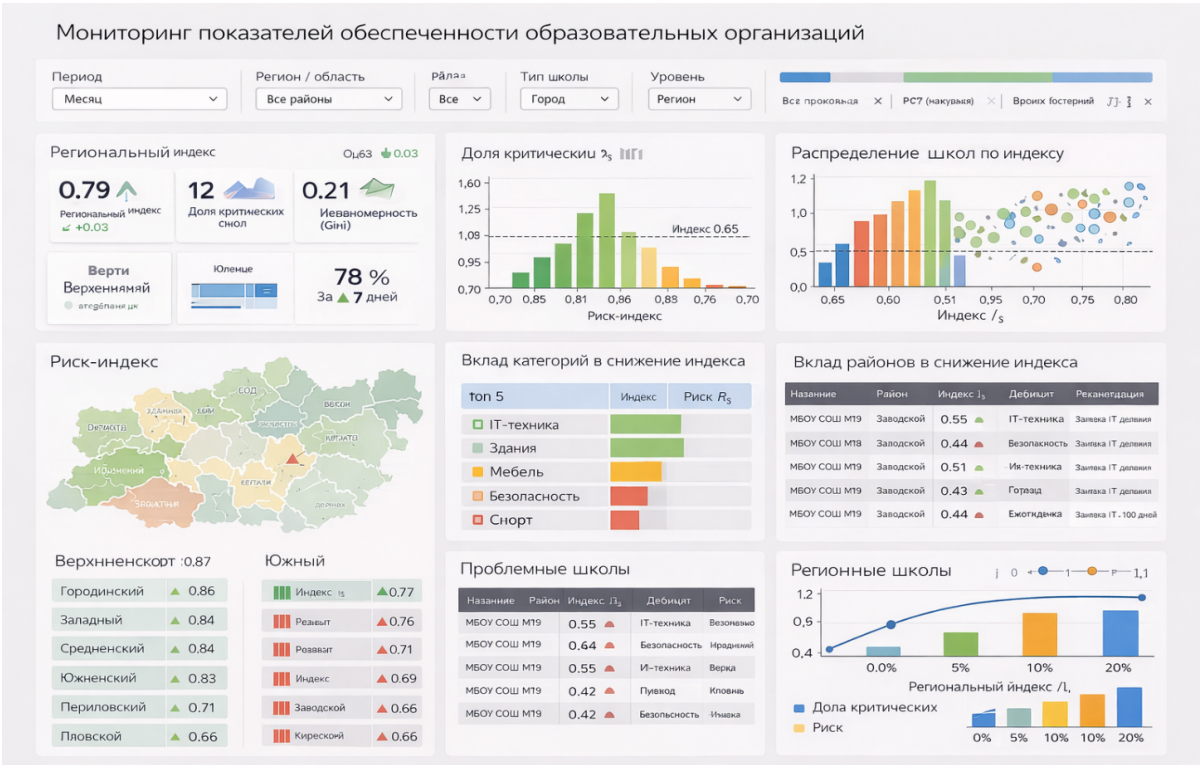


Рис.4 - Аналитическая панель региона

При проектировании использованы имитационные данные, отражающие типовую структуру обеспеченности образовательных организаций региона, что позволило провести верификацию аналитической панели на репрезентативной модели распределения показателей. В таблице 1 представлено сопоставление уровней визуализации аналитической панели школы и региона.

Таблица 1 - сопоставление уровней визуализации аналитической панели школы и региона

Характеристика	Уровень школы	Уровень региона
Тип анализа	Оперативный	Стратегический
Горизонт планирования	Краткосрочный	Среднесрочный
Детализация	По категориям оборудования	По районам и школам
Управленческая задача	Устранение дефицита	Приоритизация ресурсов
Основной пользователь	Директор школы	Региональный орган управления

Предложенные аналитические панели для школы и региона обеспечивают:

- переход от отчётности к управляемости;
- снижение информационной асимметрии;
- прозрачность распределения ресурсов;
- повышение обоснованности решений.

Иерархическая организация визуализации позволяет согласовать локальные управлен

ческие действия школ с региональной стратегией развития образовательной инфраструктуры.

Выводы. В работе представлена аналитическая панель информационно-аналитической системы мониторинга материальной обеспеченности образовательных организаций региона, отражающая анализ данных о состоянии материально-технической базы школ на основании предложенной математической модели.

В отличие от существующих решений, ориентированных преимущественно на отчётное представление данных, предложенный подход:

1. Формирует двухуровневую систему визуализации (школа - регион), обеспечивающую согласованность локального и стратегического анализа.

2. Реализует принцип управленческой ориентированности интерфейса, при котором визуализация структурирована в соответствии с задачами принятия решений (диагностика - анализ причин – формирование рекомендаций).

3. Интегрирует нормативно-ориентированную и риск-ориентированную оценку в едином визуальном пространстве без перегрузки пользователя математическими деталями.

4. Предлагает механизм визуального ранжирования образовательных организаций и территорий на основе интегральных показателей, обеспечивающий прозрачность распределения ресурсов.

5. Обеспечивает пространственную и структурную декомпозицию индекса обеспеченности через картографические и категориальные модули визуализации.

Таким образом, разработанная аналитическая панель представляет собой не просто средство отображения данных, а инструмент управляемого мониторинга, позволяющий повысить обоснованность решений в сфере развития образовательной инфраструктуры региона.

Литература

1. OECD. Education at a Glance 2023: OECD Indicators/ OECD Publishing, Paris. -2023. DOI 10.1787/e13bef63-en.

2. Realizing the Future of Learning: From Learning Poverty to Learning for Everyone, Everywhere/ World Bank. -2020. https://documents1.worldbank.org/curated/en/250981606928190510/pdf/Realizing-the-Future-of-Learning-From-Learning-Poverty-to-Learning-for-Everyone-Everywhere. - Date of address: 07.01.2026

3. Viberg O., Hatakka M., Bälter O., Mavroudi A. The current landscape of learning analytics in higher education // Computers in Human Behavior. -2020. -Vol.89. -P.98-110. DOI 10.1016/j.chb.2018.07.027.

4. Sarker I.H. Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions// SN Computer Science. -2021. -Vol.2:160. DOI 10.1007/s42979-021-00592-x.

5. Li D-P, Cheng S-J, Cheng P-F, Wang J-Q, Zhang H-Y (2018) A novel financial risk assessment model for companies based on heterogeneous information and aggregated historical data// PLoS ONE. -2018. -Vol.13(12): e0208166. DOI 10.1371/journal.pone.0208166.

6. Satria T. F., Hadiguna R. A., Henmaidi H., Arief I. Performance measurement in local government: A systematic review towards efficient public sector management// International Journal of Innovative Research and Scientific Studies. -2025. –Vol.8(4). -P.1417–1428. DOI 10.53894/ijirss.v8i4.8093.

7. Few S. Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data/O' Reilly. - 2006. ISBN 978-0-596-10016-2.

8. Shneiderman B., et al. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction.6th ed./ Pearson Education Limited. -2018. -616p. ISBN 978-1-292-15391-9.

9. Bai H. Design and application of decision support systems for educational management based on big data // Journal of electrical system. -2024. -Vol.20(6s). -P.1645-1655. DOI 10.52783/jes.3084.

10. OECD. OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem/ OECD Publishing, Paris. -2023. DOI 10.1787/c74f03de-en.

Сведения об авторах

Утюбаев Е.Ш. - руководитель КГУ «Павлодарский областной центр информационных технологий» управления образования Павлодарской области, Павлодар, Казахстан, e-mail: elnar87@mail.ru;

Шапорева А.В. - PhD, доцент, Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан, e-mail: annvolkova@mail.ru;

Григоренко О.В.- канд. физ.-мат. наук., доцент, Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск, Россия, e-mail: ogrigorenko2311@mail.ru;

Ельтинова Р.А. - магистр информатики, Павлодарский педагогический университет им. Әлкей Марғұлан, Павлодар, Казахстан, e-mail: yeltinova_raushan@ppu.edu.kz;

Джакипбаев А.К. - учитель информатики, УО Павлодарской области, ОО города Аксу СОШ им. Абая, Аксу, Павлодарская область, Казахстан, e-mail: djakipbaev_abay@mail.ru.

Information about authors

Utyubayev Ye. Sh. - Head of the Pavlodar Regional Center of Information Technologies, Pavlodar Region Department of Education, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: elnar87@mail.ru;

Shaporeva A.V.- PhD, Associate Professor of the Department of Construction and Design M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan, e-mail: annvolkova@mail.ru;

Grigorenko O.V. - Ph. D., Associate Professor, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia, e-mail: ogrigorenko2311@mail.ru;

Yeltinova R.A. - master of Informatics, Alkey Margulan Pavlodar Pedagogical University, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: yeltinova_raushan@ppu.edu.kz;

Djakipbaev A. K.- computer science teacher, educational institution of Pavlodar region, educational institution of the city of Aksu, Abai secondary school, Aksu, Pavlodar oblast, Kazakhstan, e-mail: djakipbaev_abay@mail.ru.