

УДК 004.9+378.141

DOI: 10.25559/SITITO.14.201804.793-802

ТЕХНОЛОГИЯ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Л.Ю. Овсяницкая¹, Е.Ю. Никитина², Ю.В. Лысенко¹, Ю.В. Подпветная¹, И.П. Постовалова¹, А.Д. Овсяницкий³

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Челябинск, Россия

² Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, Россия

³ Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, Россия

THE TECHNOLOGIES FOR ANALYSIS AND VISUALIZATION OF THE MULTIDIMENSIONAL PEDAGOGICAL MONITORING DATA IN HIGHER EDUCATION

Larisa Yu. Ovsyanitskaya¹, Elena Yu. Nikitina², Yuliya V. Lysenko¹, Yulia V. Podpovetnaya¹, Irina P. Postovalova¹, Alexey D. Ovsyanitskiy³

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation, Chelyabinsk, Russia

² South-Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia

³ South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia

© Овсяницкая Л.Ю., Никитина Е.Ю., Лысенко Ю.В., Подпветная Ю.В., Постовалова И.П., Овсяницкий А.Д., 2018

Ключевые слова

Цифровая трансформация;
педагогический мониторинг;
анализ данных;
визуализация; OLAP-
технологии.

Аннотация

Актуальность проблемы создания технологии анализа и визуализации многомерных данных педагогического мониторинга обусловлена необходимостью адаптации высшего образования к условиям цифровой трансформации общества. Концепция цифровой экономики предусматривает сквозную цифровизацию всех институтов и структур общества и их интеграцию в единую экосистему. В работе показано, что образование является одним из важнейших институтов общества, в котором возникают изменения или цифровые трансформации. Рассмотрена цифровая трансформация в образовании как способ адаптации отрасли к стремительно меняющимся условиям. Доказано, что для того чтобы готовить конкурентоспособных специалистов в различных областях экономики, педагогические технологии также должны изменяться, и в процесс образования должны быть внедрены существующие цифровые технологии. В статье представлен разработанный авторами алгоритм анализа и визуализации большого массива количественных и качественных данных педагогического мониторинга с возможностью построения прогнозных моделей. Ведущими методами к исследованию проблемы являются методы включенного наблюдения, педагогического эксперимента и методы математической статистики. Результатом работы является технология, позволяющая педагогу позволить обрабатывать разнородные данные педагогического мониторинга и визуализировать их в удобном для пользователей виде. Полученные результаты способствуют принятию решений и реализации оптимального педагогического управления. Сочетание технологии с возможностями вычислительной техники и современных средств коммуникации позволяет успешно применять её в рамках проведения массовых on-line курсов. Материалы статьи могут быть полезны преподавателям высших учебных заведений.

Об авторах:

Овсяницкая Лариса Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра математики и информатики, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Челябинский филиал) (454084, Россия, г. Челябинск, ул. Работниц, д. 58), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6598-9110>, larovs@rambler.ru

Никитина Елена Юрьевна, доктор педагогических наук, профессор, кафедра русский язык, литература и методика преподавания русского языка и литературы, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 69), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9550-4700>, elenaurieвна@bk.ru

Лысенко Юлия Валентиновна, доктор экономических наук, профессор, кафедра экономики и финансов, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Челябинский филиал) (454084, Россия, г. Челябинск, ул. Работниц, д. 58), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8173-4174>, lysenkoyulia@mail.ru

Подпветная Юлия Валерьевна, доктор педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой математики и информатики, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Челябинский филиал) (454084, Россия, г. Челябинск, ул. Работниц, д. 58), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1673-7720>, y-u-l-i-a-v-a-l@mail.ru

Постовалова Ирина Павловна, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра математики и информатики, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Челябинский филиал) (454084, Россия, г. Челябинск, ул. Работниц, д. 58), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5022-7751>, ira.postovalova@yandex.ru

Овсяницкий Алексей Дмитриевич, студент, Высшая школа электроники и компьютерных наук, Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7217-1808>, ovalex123@gmail.com



Keywords

Digital transformation;
pedagogical monitoring; data
analysis; visualization; OLAP-
technologies.

Abstract

The relevance of such a problem as creating the technologies for the analysis and visualization of multidimensional pedagogical monitoring data is determined by the need to adapt higher education to the conditions of digital transformation of society. The concept of digital economy provides for the cross-cutting digitalization of all the institutions and structures of society and their integration into a single ecosystem. The paper shows that education is one of the most important institutions of society in which there are changes or digital transformations. A digital transformation in education is considered as a way of adapting the industry to rapidly changing conditions. It is proved that in order to train the competitive specialists in various fields of the economy, the pedagogical technologies also need to change and the existing digital technologies must be introduced into the education process. The article presents an algorithm developed by the authors for analyzing and visualizing a big array of quantitative and qualitative pedagogical monitoring data with the possibility of constructing forecast models. The leading methods for investigating the problem are methods of included observation, pedagogical experiment and methods of mathematical statistics. The result of the work is a technology that allows the teacher to process heterogeneous pedagogical monitoring data and visualize them in a user-friendly form. The results are the results of the optimal pedagogical management. The result of the work is the created technology that allows the teacher to make a decision and realize the optimal pedagogical management. The combination of technology with the capabilities of computers and communications technologies makes it possible to successfully apply it in the framework of conducting mass on-line courses. The materials of the article can be useful for teachers of higher educational institutions.

Введение

В настоящее время все отрасли экономики претерпевают значительные изменения или трансформации под действием цифровизации. Изменяется повседневная жизнь человека, производственные отношения, структура экономики и образование, возникают новые требования к коммуникациям, вычислительным мощностям, информационным системам и сервисам. Концепция цифровой экономики предусматривает сквозную цифровизацию всех институтов и структур общества и их интеграцию в единую экосистему. Основными сквозными цифровыми технологиями являются: большие данные, нейротехнологии и искусственный интеллект, системы распределенного реестра, компоненты робототехники и сенсорики, технологии беспроводной связи, технологии виртуальной и дополненной реальности.

В образовании, являющемся одним из важнейших институтов общества, также возникают изменения или цифровые трансформации. Под цифровой трансформацией в образовании мы понимаем способ адаптации к стремительно меняющимся условиям.

Поэтому для того, чтобы иметь возможность готовить конкурентоспособных специалистов в различных областях экономики в условиях развития цифровой экономики, педагогические технологии также должны изменяться и в процесс образования должны быть внедрены перечисленные выше цифровые технологии.

В данной статье нами представлены результаты теоретических исследований, опыта практического применения и полученные результаты авторской технологии анализа и визуализации многомерных разнородных данных педагогического мониторинга, реализованной в рамках педагогического процесса дополнительного профессионального образования специалистов здравоохранения.

Постановка проблемы. Актуальность и научная значимость исследования

Проведение педагогического мониторинга является необходимой составляющей деятельности учебного учреждения любого уровня. Под педагогическим мониторингом понимают форму организации, сбора, обработки, хранения и распространения информации о деятельности педагогического коллектива и показателей учения обучающихся, которая позволяет непрерывно отслеживать состояние учебного процесса и прогнозировать его деятельность.

В процессе мониторинга выявляются тенденции в развитии системы образования, соотнесенные во времени, а также последствия принимаемых решений, проводится выявление и оценивание проведенных педагогических действий. При этом обеспечивается обратная связь, осведомляющая о соответствии фактических результатов деятельности педагогической системы ее конечным целям.

Вопросы педагогического мониторинга подробно рассмотрены в работах [1, 2]. В работе [3] сделан акцент на мониторинге качественных и количественных характеристик научной и научно-педагогической деятельности преподавателей университетов, описана модель информационной системы, позволяющей накапливать и обрабатывать полученные данные.

Автоматизация процесса осуществления педагогического мониторинга в рамках дистанционного обучения описана в работах [4, 5]. В данной работе рассматриваются вопросы построения концептуальной модели и сценария процесса автоматизированного мониторинга деятельности обучающихся. В работах [6, 7] обсуждаются вопросы применения традиционного распространяемого программного обеспечения, в частности, MS Excel для обработки результатов педагогического мониторинга.

В статье [8] рассмотрены варианты графического отображения многомерных данных педагогического мониторинга. Вопросы визуализации результатов педагогического монито-



ринга не только данных, полученных преподавателем во время учебного процесса, но и из различных источников в процессе дистанционного общения со студентами, например, из среды on-line обучения Moodle или из социальных сетей, рассмотрены в работе [9]. Особенностью предложенных методов является возможность выявления и визуализации полученных результатов степени участия студентов в учебном процессе в рамках проведения массовых on-line курсах.

В работе [10] приведен подробный анализ использования современных средств аналитической обработки данных в педагогике.

В процессе проведения исследования и обзора литературы нами были выявлены следующие противоречия:

- с одной стороны, в учебных заведениях к настоящему времени накоплены большие массивы данных педагогического мониторинга, с другой стороны, данные, полученные в прошедшие годы, практически не используются для возможного построения прогнозных моделей для формирования рекомендаций в процессе принятия педагогических решений;
- несмотря на наличие большого количества данных показателей учения и результатов, отражающих качественные психологические показатели личностей обучаемых, на сегодняшний день отсутствуют технологии комплексной оценки компетентности специалиста, которые могли бы объединить качественные и количественные показатели;
- в настоящее время разработано большое количество программных продуктов для анализа и визуализации многомерных разнородных данных, которые успешно используются в финансовой и экономической сфере (Microsoft Analysis Services, Hyperion Intelligence, Cognos PowerPlay, ProClarity Analytics Platform, Pyramid Analytics, Panorama NovaView, 1С и другие) [11-15].

Однако разнородные данные педагогического мониторинга в работе педагога и в отчетах о деятельности учебного заведения анализируются традиционными методами и представляются стандартными графиками и диаграммами. Использование подобных инструментов анализа и визуализации, не предназначенными для отображения многомерных разнородных массивов данных, делает представление результатов не информативным.

Таким образом, является актуальной задача разработки технологии анализа и визуализации данных с использованием существующих современных программных продуктов, которая позволит обрабатывать разнородные данные педагогического мониторинга и визуализировать их в удобном для пользователей виде.

Цель и задачи исследования

Целью работы является создание технологии, позволяющей педагогу обрабатывать разнородные данные педагогического мониторинга и визуализировать их в удобном для пользователей виде. Полученные результаты должны способствовать принятию решений и реализации оптимального педагогического управления.

Задачей исследования является адаптация и практически реализована технология использования OLAP-кубов для анализа разнородных многомерных данных педагогического мониторинга. Разрабатываемая технология должна быть доступной и легкой в применении и позволять проводить визуализацию параметров комплексно и отражать показатели учения и каче-

ственные характеристики личности студента.

Применение OLAP-технологии должно проводиться за минимальное время благодаря использованию возможностей вычислительной техники и современных программ анализа данных [16]. Если педагога интересует определенная информация, должна быть возможность получения максимально подробных данных для изучения данного вопроса на различных уровнях детализации. Педагог должен видеть и своевременно оценивать текущую ситуацию с учётом всех регистрируемых параметров мониторинга в прошлом и настоящем.

Теоретические и эмпирические методы

В процессе проведения исследований был использован комплекс методов, взаимодополняющих друг друга:

- теоретические – анализ литературы, нормативных, законодательных, методических, рабочих документов и материалов по проблеме исследования; изучение и обобщение инновационного педагогического опыта, анализ, синтез;
- эмпирические – включенное наблюдение, констатирующий и формирующий педагогический эксперимент, анкетирование, тестирование, интервью, беседы, а также методы математической статистики.

В качестве основной технологии для обработки и визуализации данных педагогического мониторинга применяется OLAP-технология.

OLAP (online analytical processing) – это технология обработки данных, заключающаяся в подготовке суммарной (агрегированной) информации на основе больших массивов данных, структурированных по многомерному принципу. Системы, построенные на основе технологии OLAP, предназначены для преобразования различных, часто разрозненных, данных, в полезную информацию [17, 18]. OLAP технологии предоставляют практически безграничные возможности по составлению отчетов, выполнению сложных аналитических расчетов, построению прогнозов и сценариев, разработке множества вариантов планов.

Свое применение OLAP системы нашли во многих вопросах стратегического управления организацией: управление эффективностью бизнеса, стратегическое планирование, бюджетирование, прогнозирование развития, подготовка финансовой отчетности, анализ работы, имитационное моделирование внешней и внутренней среды организации, хранение данных и отчетности [19, 20]. Для организации образовательного процесса применяют OLAP-кубы [21], но непосредственно в педагогическом процессе применение OLAP-технологий в настоящее время не распространено.

Этапы исследования

Исследование проводилось в три этапа.

На первом этапе осуществлялось построение концептуальной модели информационной компетентности специалистов здравоохранения для возможности применения OLAP-технологий.

На втором этапе проводилась опытно-экспериментальная работа, в которой приняли участие 543 специалиста здравоохранения, проходящих обучение на циклах дополнительного профессионального образования на базе Уральской государственной медицинской академии дополнительного образования.

Был осуществлен выбор контрольной и эксперименталь-



ных групп специалистов здравоохранения. В экспериментальных группах в педагогический процесс для анализа показателей учения и качественных характеристик личности были внедрены OLAP-технологии, в контрольной группе обучение и оценка результатов производилась традиционными методами.

На третьем этапе обобщались результаты педагогического эксперимента и выработывались рекомендации для дальнейшей работы.

Построение концептуальной модели информационной компетентности специалистов здравоохранения

На первом этапе исследования была построена дидактическая модель информационной компетентности специалистов здравоохранения. Под информационной компетентностью мы понимаем комплексную структуру, которая объединяет и интегрирует показатели учения (знания, умения, навыки), психологические особенности личности, потенциальные способности, мотивацию, ценностные установки личности, ответственность и предвидение результатов своих действий, проявляемые в процессе использования цифровой техники и технологий для решения любых возникающих на практике задач, в том числе в условиях неопределенности, в целях обеспечения медицинской помощи населению, сохранению и повышению его качества жизни [22].

В работах [23, 24] подробно описана структура концептуальной модели информационной компетентности специалистов здравоохранения. Нами обосновано, что информационная компетентность содержит компоненты:

- профессионально-деятельностный;
- ответственно-аналитический;
- ценностно-мотивационный;
- коммуникативно-рефлексивный.

Любая модель – это упрощенная абстракция. Четыре компонента информационной компетентности не означают ее окончательный состав. Однако на данном этапе исследования мы предположили, что приведенные компоненты достаточны для адекватного представления моделируемого процесса.

OLAP-структура, созданная из рабочих данных, называется OLAP-куб. Мы предложили представить модель информационной компетентности специалистов здравоохранения в виде гиперкуба [25]. Термин «гиперкуб» означает, что у куба может быть не три измерения, к которым мы привыкли в повседневной жизни, а больше (рис. 1).



Рис. 1. Гиперкуб информационной компетентности
Fig. 1. Information Competence Hypercube

Гиперкуб информационной компетентности показывает, что мы не можем рассматривать какую-либо составляющую отдельно от остальных. Если исключить из рассмотрения какое-то измерение, то рассмотрение информационной компетентности специалистов здравоохранения будет неполным и ограниченным.

Если нам потребуется проанализировать другие аспекты информационной компетентности специалистов здравоохранения, то благодаря возможностям технологий обработки многомерных данных, мы всегда добавим необходимое количество измерений или компонентов. Представить и изобразить многомерный куб в рамках трехмерного пространства, ограниченного высотой, шириной и глубиной, невозможно [26]. Поэтому для отображения многомерных данных нами используется представление по три компонента компетентности последовательно (рис. 2).

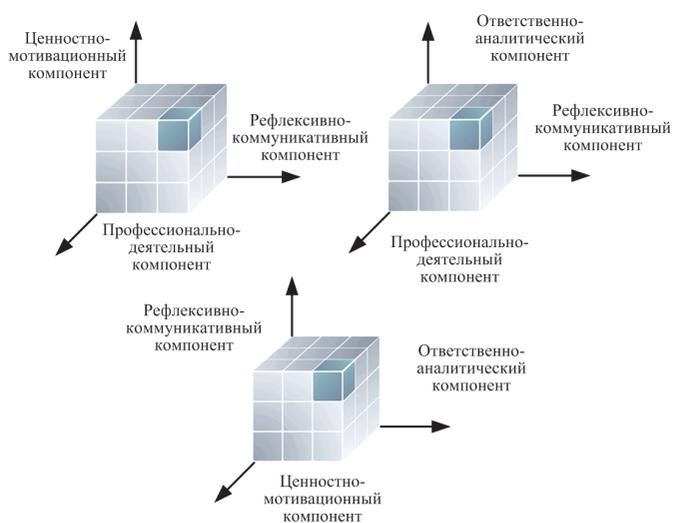


Рис. 2. Пример последовательного представления трех компонентов информационной компетентности

Fig. 2. Example of a consistent presentation of the three components of information competence

Ячейки куба являются составными: компоненты компетентности включают в себя различное число составляющих. Каждая составляющая, в свою очередь, также может включать и другие параметры. Многоуровневые объединения подобного рода называются иерархиями.

В рамках данного исследования мы предположили, что:

- ценностно-мотивационный компонент (K_1) содержит составляющие: потребность в работе с информацией P_1^1 , осознание значимости принимаемых решений P_2^1 , стремление к образованию и развитию P_3^1 ;
- ответственно-аналитический компонент (K_2) содержит составляющие: понимание ответственности за свои действия P_1^2 , контроль выполненных операций при работе с информацией в профессиональной сфере P_2^2 , формирование рекомендаций для последующих действий с информацией или цифровым оборудованием P_3^2 , предвидение возможных результатов P_4^2 ;
- рефлексивно-коммуникативный компонент (K_3) содержит составляющие: владение информационной этикой P_1^3 , навыки дистанционной коммуникации P_2^3 , взаимодействие и общение в процессе обучения P_3^3 .



• профессионально-деятельностный компонент (K_4) компетентности содержит следующие составляющие: работа с аппаратным обеспечением P_1^4 ; работа с программным обеспечением P_2^4 ; работа с современными технологиями обработки информации P_3^4 .

Представим кубы второго уровня иерархии, позволяющие отобразить составляющие информационной компетентности (рис. 3).

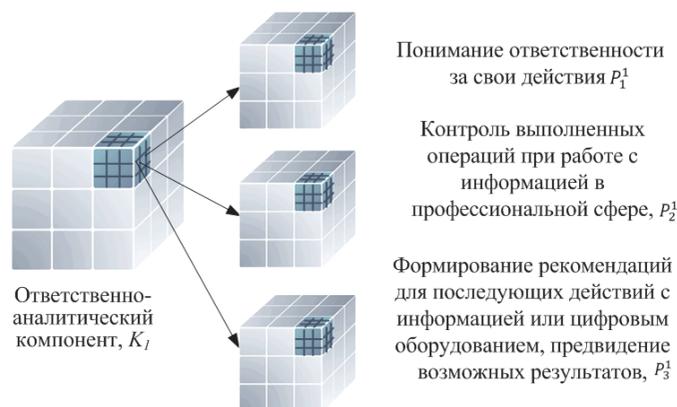


Рис. 3. Пример куба второго уровня иерархии
Fig. 3. Example of a second level hierarchy cube

Кубы второго уровня иерархии также являются составными. Помимо представленных компонентов компетентности в OLAP-кубы можно добавлять такие измерения, как, например, время, тема занятия и другое. В этом случае анализ результатов можно проводить в динамике. Полученные данные будут являться основой для построения прогнозных моделей.

Компетентность – это сложное и многоуровневое понятие. Для того чтобы адекватно оценить ее уровень, необходимо сопоставление данных педагогического мониторинга, полученных на уровне темы, занятия, модуля, цикла, и охватывающие как показатели учения (знания, умения, навыки), которые можно оценить по числовой шкале, так и личностные показатели, оценки каждой составляющей компетентности и оценки компонентов компетентности в целом, которые являются качественными показателями. Только такая оценка уровня компетентности будет объективной и отражать реальную действительность.

Поднимаясь в нашей модели информационной компетентности специалистов здравоохранения на уровень выше, мы получаем возможность проведения анализа данных педагогического мониторинга показателей учения и личностных характеристик специалиста здравоохранения. Это позволяет нам определить степень владения теоретическими знаниями, практическими навыками и умениями и оценить влияние личностных характеристик на предполагаемый результат.

Таким образом, работая с моделью информационной компетентности на данном уровне и используя результаты предыдущего уровня иерархии, мы можем определить степень профессиональной грамотности, включающей наличие опыта, квалификации и специфических личностных характеристик, необходимых для успешного решения текущих задач.

Алгоритм создания куба компетентности

Создание карт вопросов

Мы предположили, что не существует вопросов, ответы на которые отражают только одну составляющую компетентности. Мы имеем в виду вопросы, требующие не однозначного ответа, а детального рассуждения. Например, вопрос об особенностях применения интеллектуальных информационных систем в медицине в разной степени отражает практическое умение врача применения специфического программного и аппаратного обеспечения в профессиональной деятельности, понимание его ответственности в случае принятия решения на основе возможных ошибочных рекомендаций, стремление к развитию и многое другое. Таким образом, ответ отражает уровень сформированности и профессиональных, и коммуникативных, и ответственно-аналитических и ценностно-мотивационных компонентов информационной компетентности и их составляющих.

Перед началом тестирования или беседы преподаватель распределяет доли или веса компонентов информационной компетентности в каждом вопросе. Сумма компонентов компетентности должна быть равна единице:

$$\sum_{i=1}^n K_i = 1$$

где K_i – i -й компонент компетентности,
 i – количество компонентов компетентности, в нашем случае $K=4$.

Сумма составляющих каждого компонента компетентности также должна быть равна единице:

$$\sum_{j=1}^s P_j^i = 1$$

где P_j^i – j -я составляющая i -го компонента компетентности,
 s – количество составляющих K -го компонента компетентности.

Ответственно-аналитический компонент лежит в основе любого процесса приема, обработки, хранения и передачи информации.

Таблицу с распределенными коэффициентами для каждого вопроса мы назвали «Карта вопросов» (Таблица 1).

Таблица 1. Карта вопроса
Table 1. Question map

В чем заключаются особенности использования медицинских интеллектуальных информационных систем?												
K_1			K_2				K_3			K_4		
0,25			0,3				0,15			0,3		
P_1^1	P_2^1	P_3^1	P_1^2	P_2^2	P_3^2	P_4^2	P_1^3	P_2^3	P_3^3	P_1^4	P_2^4	P_3^4
0,2	0,4	0,4	0,25	0,25	0,15	0,35	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4

После ответа на вопрос преподаватель его оценивает по любой шкале, например, 5-балльной, 10-балльной, 100-балльной.



Данный результат также может быть итогом проведенного тестирования по теме занятия.

$$PL_i^j = P_i^j \times N$$

где PL_i^j – уровень сформированности i -й составляющей j -го компонента,

N – оценка, поставленная преподавателем по заранее заданной шкале или результат тестирования.

Уровень сформированности каждого компонента компетентности вычисляется по формуле:

$$K_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^s PL_i^j$$

Подобным образом заполняются карты всех вопросов.

Результаты работы

Нами создано программное обеспечение, позволяющее вводить результаты обучающихся, заполнять карты вопросов коэффициентами, рассчитывать итоговые результаты для заполнения OLAP-куба компетентности и импортировать их для анализа и визуализации в удобном для пользователя виде (рис. 4).

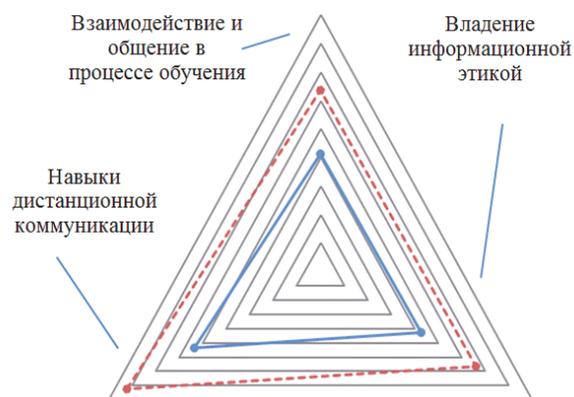


Рис. 4. Пример визуализации уровня сформированности компонентов компетентности

Fig. 4. An example of visualization of the level of formation of the components of competence

Даже при беглом взгляде на полученное изображение преподаватель видит, что студент обладает высоким уровнем сформированности рефлексивно-коммуникативного и ценностно-мотивационного компонента, средним уровнем сформированности ответственно-аналитического компонента и предельно низким уровнем профессионально-деятельностного компонента компетентности.

Далее преподаватель может перейти на второй уровень иерархии анализа и визуализации. Обратим внимание на владение уровнем сформированности рефлексивно-коммуникативного компонента. Мы видим, что уровень высокий, но не максимальный. Для того чтобы детально понять, какие проблемы мешают студенту достичь максимального уровня компонента, с помощью

программного обеспечения детально анализируем составляющие компонента. На рис. 5 представлена визуализация уровней сформированности составляющих рефлексивно-коммуникативного компонента. Для понимания ситуации цифровые шкалы не требуются, их можно отключить.

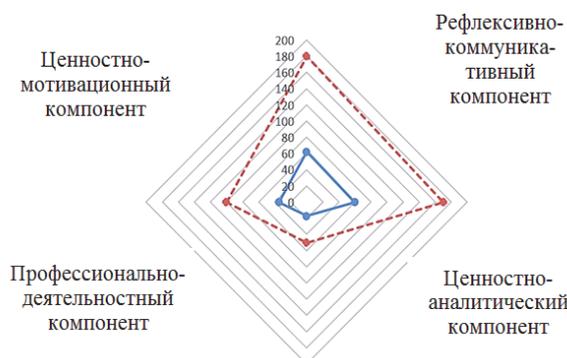


Рис. 5. Визуализация уровней сформированности составляющих рефлексивно-коммуникативного компонента

Fig. 5. Visualization of the levels of formation of the components of the reflexive-communicative component

Представленные результаты можно получить по результатам тестирования или беседы с каждым студентом отдельно или по всей группе в целом.

Преподаватель сразу видит уровни сформированности каждого компонента информационной компетентности и может перераспределить время учебной и самостоятельной работы так, чтобы максимально продуктивно проводить обучение каждого студента или группы в целом.

Нами представлены теоретические исследования и практические результаты применения авторской технологии, позволяющей адаптировать разнородные данные педагогического мониторинга для возможности применения OLAP-кубов для реализации оценивания и визуализации данных.

Для подтверждения эффективности разработанных подходов нами была проведена экспериментальная работа, позволяющая математически проверить эффективность предложенной идеи [27].

Участники экспериментальной работы, всего 543 человека, были поделены на две группы: контрольная (КГ) и экспериментальные группа (ЭГ).

В контрольной группе анализ сформированности информационной компетентности проводился в виде традиционных тестов, и результатом была одна цифра.

В экспериментальной группе тестирование и беседы проводились в соответствии с описанной методикой, по всем вопросам были составлены карты вопросов. Значения промежуточных тестирований или бесед были представлены в виде OLAP-кубов, агрегирующих результаты по группам обучаемых. Преподаватель мог своевременно обнаружить низкий уровень какого-либо компонента информационной компетентности и скорректировать учебный процесс.

На рис. 6 представлены сравнительные данные результатов опытно-экспериментальной работы.



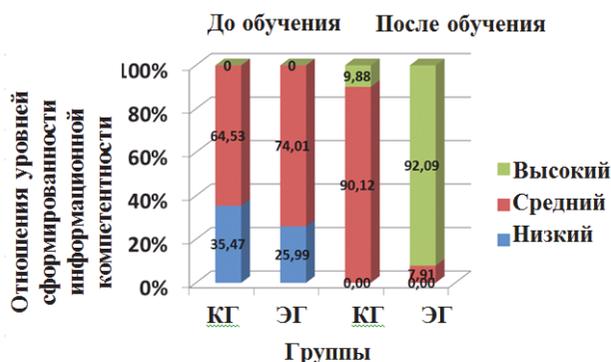


Рис. 6. Отношения уровней сформированности информационной компетентности в контрольной и экспериментальной группе до и после проведения эксперимента

Fig. 6. The ratio of the levels of formation of information competence in the control and experimental group before and after the experiment

Анализ полученных данных позволил выработать и обосновать педагогические заключения и констатировать эффективность применения авторской технологии.

Благодаря применяемой технологии обнаружен статистически значимый эффект. Сравнительный анализ и проверка полученных результатов с помощью статистических методов позволяют считать, что положительная динамика оцениваемых показателей не случайна, а является следствием целенаправленной реализации поставленной цели.

Заключение

Реализация авторской технологии построения OLAP-кубов компетентности для оценивания разнородных данных педагогического мониторинга с учетом существующих между ними связей и отношений и с применением современных средств аналитики обеспечивает представление об объективном уровне формирования информационной компетентности студента.

Определение зависимостей, закономерностей, связей между разнородными данными в разные промежутки времени с помощью стандартных методов работы с OLAP-кубами («разрезание» куба) можно визуализировать в виде удобных для восприятия двумерных таблиц, диаграмм и графиков.

Таким образом, внедряя современные цифровые технологии в учебный процесс, педагог сможет увидеть и своевременно оценить текущую ситуацию с учётом всех регистрируемых параметров мониторинга в прошлом и настоящем.

Созданная технология и программный инструмент обеспечивает преподавателя информацией для реализации оптимального педагогического управления.

Предложенная технология может быть использована в рамках преподавания любых дисциплин в рамках высшего и дополнительного профессионального образования. Результатом является возможность представления многомерных разнородных данных педагогического мониторинга в любых сочетаниях.

Список использованных источников

- [1] Marty J., Carron T., Pernelle P. Observe and react: interactive indicators for monitoring pedagogical sessions // International Journal of Learning Technology. 2012. Vol. 7, issue 3. Pp. 277-296. DOI: 10.1504/IJLT.2012.049195
- [2] Saudabaeva G., Tymbolova A., Kolumbaeva S., Aitzhanova R., Bodeev M. Monitoring of the Educational Process During the Pedagogical Practical Training in School // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. Vol. 11, no.10. Pp. 3532-3547. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26985335> (дата обращения: 12.08.2018).
- [3] Sinitsyn A.A., Nikiforov O.Yu. Informational System of Monitoring, Forecasting and Stimulation for Innovation-Oriented Activity of Scientific and Scientific-Pedagogical University Personnel // World Applied Sciences Journal (Education, Law, Economics, Language and Communication). 2013. Vol. 27. Pp. 355-360. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.27.elelc.72
- [4] Guéraud V., Cagnat J.M. Automatic Semantic Activity Monitoring of Distance Learners Guided by Pedagogical Scenarios / W. Nejdl, K. Tochtermann (eds) // Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing. EC-TEL 2006. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 4227. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. Pp. 476-481. DOI: 10.1007/11876663_39
- [5] Smyth R., Bossu C., Stagg A. Toward an Open Empowered Learning Model of Pedagogy in Higher Education / I. Management Association (Ed.) // Blended Learning: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. Hershey, PA: IGI Global, 2017. Pp. 2196-2214. DOI: 10.4018/978-1-5225-0783-3.ch106
- [6] Barinova N., Zakirova V., Akhmetova D., Lysogorova L. Monitoring of the Educational Process with the Use of Information and Communication Technologies: A Case Study in Computer Science // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2018. Vol. 14, no. 6. Pp. 2379-2391. DOI: 10.29333/ejmste/89840
- [7] Mazouak A., Bassiri B., Lamniai C., Jaouad C., Malika C., Belaouad C. Multidisciplinary study of the use of ICT in the digitization of pedagogical and managerial practices // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2018. Vol. 10, no. 4S. Pp. 440-445. DOI: 10.4314/jfas.v10i4s.188
- [8] Mazza R., Dimitrova V. A graphical student monitoring tool for supporting instructors in web-based distance courses // International Journal of Human-Computer Studies. 2007. Vol. 65, issue 2. Pp. 125-139. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2006.08.008
- [9] Rei A., Figueira A., Oliveira L. A System for Visualization and Analysis of Online Pedagogical Interactions // Proceedings of the 2017 International Conference on E-Education, E-Business and E-Technology (ICEBT 2017). ACM, New York, NY, USA, 2017. Pp. 42-46. DOI: 10.1145/3141151.3141161
- [10] Michel M. Pedagogical Opportunities of Microsoft's Adventure Works Business Case And Data Model // Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference. Hilton Head Island, SC, USA, 2015. URL: <https://aiselaisnet.org/sais2015/20> (дата обращения: 12.08.2018).
- [11] Khan M., Wu X., Xu X., Dou W. Big data challenges and opportunities in the hype of Industry 4.0 // Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Communications



- [12] (ICC). Paris, 2017. Pp. 1-6. DOI: 10.1109/ICC.2017.7996801
Day P. BI Solutions Using SSAS Tabular Model In Your Pocket. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. 174 p.
- [13] *Cristescu M.* Using OLAP Data Cubes in Business Intelligence // *Scientific Bulletin*. 2017. Vol. 21, issue 2. Pp. 80-86. DOI: 10.1515/bsaft-2016-0039
- [14] *Nagar P., Atriwal L., Mehra H., Tayal S.* Comparison of generalized and big data business intelligence tools // *Proceedings of 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*. New Delhi, 2016. Pp. 3585-3588.
- [15] *Miškuf M., Zolotová I.* Application of business intelligence solutions on manufacturing data // *Proceedings of the 13th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMi)*. Herl'any, 2015. Pp. 193-197. DOI: 10.1109/SAMI.2015.7061874
- [16] *Овсяницкая Л.Ю.* Применение технологии OLAP-кубов для анализа данных педагогического мониторинга // *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена*. 2014. № 171. С. 271-279. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22548189> (дата обращения: 12.08.2018).
- [17] *Yashchuk D.Y., Golub B.L.* Research on the use of OLAP Technologies in Management Tasks / Z. Hu, S. Petoukhov, I. Dychka, M. He (eds) // *Advances in Computer Science for Engineering and Education, ICCSEEA. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 754. Springer, Cham, 2018. Pp. 683-691. DOI: 10.1007/978-3-319-91008-6_67
- [18] *Барсесян А.А.* Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А.А. Барсесян и др. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 384 с.
- [19] *Beheshti S.-M.-R., Benatallah B., Motahari-Nezhad H.R.* Scalable graph-based OLAP analytics over process execution data // *Distributed and Parallel Databases*. 2016. Vol. 34, issue 3. Pp. 379-423. DOI: 10.1007/s10619-014-7171-9
- [20] *Mansmann S., Rehman N.U., Weiler A., Scholl M.H.* Discovering OLAP dimensions in semi-structured data // *Information Systems*. 2014. Vol. 44. Pp. 120-133. DOI: 10.1016/j.is.2013.09.002
- [21] *Куликов Г.Г., Старцев Г.В., Яковлев Н.Н.* и др. Использование OLAP-технологии для комплексного анализа основных показателей бизнес-процессов кафедры вуза // *Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета*. 2007. № 7. С. 60-66. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12416894> (дата обращения: 12.08.2018).
- [22] *Никитина Е.Ю., Овсяницкая Л.Ю.* Построение OLAP-модели компетентности для обеспечения педагогического управления на циклах последипломного образования врачей // *Вестник Челябинского государственного педагогического университета*. 2014. № 6. С. 102-112. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22109707> (дата обращения: 12.08.2018).
- [23] *Овсяницкая Л.Ю.* Теоретико-методологические основы формирования информационной компетентности специалистов системы здравоохранения. М.: Издательство «Перо», 2015. 163 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23678639> (дата обращения: 12.08.2018).
- [24] *Овсяницкая Л.Ю.* Технологические основы формирования информационной компетентности специалистов здравоохранения на основе интеллектуального анализа данных педагогического мониторинга. М.: Издательство «Перо», 2016. 180 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26545624> (дата обращения: 12.08.2018).
- [25] *Профессиональное образование XXI века: коллективная монография / Под ред. проф. Е.Ю. Никитиной*. М.: Издательство «Перо», 2016. 227 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25569107> (дата обращения: 12.08.2018).
- [26] *Овсяницкая Л.Ю.* Применение OLAP-технологий для построения трансферентной системы учебного процесса // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта*. Серия: Филология, педагогика, психология. 2014. № 5. С. 13-21. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21545611> (дата обращения: 12.08.2018).
- [27] *Овсяницкая Л.Ю.* Построение и реализация юниарной модели информационной компетентности специалистов здравоохранения. М.: Издательство «Перо», 2016. 172 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25158292> (дата обращения: 12.08.2018).

Поступила 12.08.2018; принята в печать 10.10.2018;
опубликована онлайн 10.12.2018.

References

- [1] Marty J., Carron T., Pernelle P. Observe and react: interactive indicators for monitoring pedagogical sessions. *International Journal of Learning Technology*. 2012; 7(3):277-296. DOI: 10.1504/IJLT.2012.049195
- [2] Saudabaeva G., Tymbolova A., Kolumbaeva S., Aitzhanova R., Bodeev M. Monitoring of the Educational Process During the Pedagogical Practical Training in School. *International Journal of Environmental and Science Education*. 2016; 11(10):3532-3547. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26985335> (accessed 12.08.2018).
- [3] Sinityn A.A., Nikiforov O.Yu. Informational System of Monitoring, Forecasting and Stimulation for Innovation-Oriented Activity of Scientific and Scientific-Pedagogical University Personnel. *World Applied Sciences Journal (Education, Law, Economics, Language and Communication)*. 2013; 27:355-360. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.27.elelc.72
- [4] Guéraud V., Cagnat J.M. Automatic Semantic Activity Monitoring of Distance Learners Guided by Pedagogical Scenarios. W. Nejd, K. Tochtermann (eds). *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing. EC-TEL 2006*. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 4227. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006, pp. 476-481. DOI: 10.1007/11876663_39
- [5] Smyth R., Bossu C., Staggs A. Toward an Open Empowered Learning Model of Pedagogy in Higher Education. I. Management Association (Ed.) *Blended Learning: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. Hershey, PA: IGI Global, 2017, pp. 2196-2214. DOI: 10.4018/978-1-5225-0783-3.ch106
- [6] Barinova N., Zakirova V., Akhmetova D., Lysogorova L. Monitoring of the Educational Process with the Use of Information and Communication Technologies: A Case Study in Computer Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2018; 14(6):2379-2391. DOI: 10.29333/ejmste/89840
- [7] Mazouak A., Bassiri B., Lamniai C., Jaouad C., Malika C., Belaouad C. Multidisciplinary study of the use of ICT in the



- digitization of pedagogical and managerial practices. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2018; 10(4S):440-445. DOI: 10.4314/jfas.v10i4s.188
- [8] Mazza R., Dimitrova V. A graphical student monitoring tool for supporting instructors in web-based distance courses. *International Journal of Human-Computer Studies*. 2007; 65(2):125-139. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2006.08.008
- [9] Rei A., Figueira A., Oliveira L. A System for Visualization and Analysis of Online Pedagogical Interactions. *Proceedings of the 2017 International Conference on E-Education, E-Business and E-Technology (ICEBT 2017)*. ACM, New York, NY, USA, 2017, pp. 42-46. DOI: 10.1145/3141151.3141161
- [10] Michel M. Pedagogical Opportunities of Microsoft's Adventure Works Business Case And Data Model. *Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference*. Hilton Head Island, SC, USA, 2015. Available at: <https://aisel.aisnet.org/sais2015/20> (accessed 12.08.2018).
- [11] Khan M., Wu X., Xu X., Dou W. Big data challenges and opportunities in the hype of Industry 4.0. *Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)*. Paris, 2017, pp. 1-6. DOI: 10.1109/ICC.2017.7996801
- [12] Day P. BI Solutions Using SSAS Tabular Model In Your Pocket. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. 174 p.
- [13] Cristescu M. Using OLAP Data Cubes in Business Intelligence. *Scientific Bulletin*. 2017; 21(2):80-86. DOI: 10.1515/bsaft-2016-0039
- [14] Nagar P., Atriwal L., Mehra H., Tayal S. Comparison of generalized and big data business intelligence tools. *Proceedings of 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*. New Delhi, 2016, pp. 3585-3588.
- [15] Miškuf M., Zolotová I. Application of business intelligence solutions on manufacturing data. *Proceedings of the 13th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)*. Herl'any, 2015, pp. 193-197. DOI: 10.1109/SAMI.2015.7061874
- [16] Ovsyanitskaya L.Yu. The Olap-cubes technology application for analysing pedagogical monitoring data. *Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Science*. 2014; 171:271-279. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22548189> (accessed 12.08.2018). (In Russian)
- [17] Yashchuk D.Y., Golub B.L. Research on the use of OLAP Technologies in Management Tasks. Z. Hu, S. Petoukhov, I. Dychka, M. He (eds) *Advances in Computer Science for Engineering and Education, ICCSEEA*. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 754. Springer, Cham, 2018, pp. 683-691. DOI: 10.1007/978-3-319-91008-6_67
- [18] Barsegyan A.A. et al. Data analysis technologies: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2007. 384 p. (In Russian)
- [19] Beheshti S.-M.-R., Benatallah B., Motahari-Nezhad H.R. Scalable graph-based OLAP analytics over process execution data. *Distributed and Parallel Databases*. 2016; 34(3):379-423. DOI: 10.1007/s10619-014-7171-9
- [20] Mansmann S., Rehman N.U., Weiler A., Scholl M.H. Discovering OLAP dimensions in semi-structured data. *Information Systems*. 2014; 44:120-133. DOI: 10.1016/j.is.2013.09.002
- [21] Kulikov G.G., Startsev G.V., Yakovlev N.N et al. Using OLAP-technology for a comprehensive analysis of the main indicators of business processes of the department of the university. *Bulletin of Ufa Aviation Techn. Univ. = Vestnik UGATU*. 2007; 7:60-66. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12416894> (accessed 12.08.2018). (In Russian)
- [22] Nikitina E.Yu., Ovsyanitskaya L.Yu. Construction of the OLAP-model of competence for pedagogical management on the cycles of postgraduate education of doctors. *Herald of Chelyabinsk State Pedagogical University*. 2014; 6:102-112. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22109707> (accessed 12.08.2018). (In Russian)
- [23] Ovsyanitskaya L.Yu. Theoretical-methodological bases of information competence formation of public health care experts. M.: Publishing house "Pero", 2015. 163 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23678639> (accessed 12.08.2018). (In Russian)
- [24] Ovsyanitskaya L.Yu. Technological bases of information competence of health care professionals formation on the basis of intellectual analysis of pedagogical monitoring data. M.: Publishing House "Pero", 2016. 180 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26545624> (accessed 12.08.2018). (In Russian)
- [25] Professional education of the XXI century. E.Yu. Nikitina (ed). M.: Publishing house "Pero", 2016. 227 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25569107> (accessed 12.08.2018). (In Russian)
- [26] Ovsyanitskaya L.Yu. Application of OLAP-technologies for the construction of a transfer system of the educational process. *IKBFU's Vestnik. Ser. Philology, Pedagogy, and Psychology*. 2014; 5:13-21. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21545611> (accessed 12.08.2018). (In Russian)
- [27] Ovsyanitskaya L.Yu. Construction and implementation of the uniari model of information competence of health care professionals. M.: Publishing house "Pero", 2016. 172 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25158292> (accessed 12.08.2018). (In Russian)

Submitted 12.08.2018; revised 10.10.2018;
published online 10.12.2018.



About the authors:

Larisa Y. Ovsyanitskaya, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department Mathematics and Computer Sciences, Financial University under the Government of the Russian Federation, Chelyabinsk Branch (58 Rabotnits Str., Chelyabinsk 454084, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6598-9110>, larovs@rambler.ru

Elena Yu. Nikitina, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department Russian Language, Literature and Methods of Teaching Russian Language and Literature, South Ural State Humanitarian Pedagogical University (69 Lenin Av., Chelyabinsk 454080, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9550-4700>, elenaurlievna@bk.ru

Yuliya V. Lysenko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Chair of Economics and Finance, Financial University under the Government of the Russian Federation, Chelyabinsk Branch (58 Rabotnits Str., Chelyabinsk 454084, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8173-4174>, lysenkoyulia@mail.ru

Yulia V. Podpoetnaya, Doctor of Pedagogy Sciences, Associate Professor, Head of the Department Mathematics and Computer Sciences, Financial University under the Government of the Russian Federation, Chelyabinsk Branch (58 Rabotnits Str., Chelyabinsk 454084, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1673-7720>, y-u-li-i-a-v-a-l@mail.ru

Irina P. Postovalova, Associate Professor, Associate Professor of the Department Mathematics and Computer Sciences, Financial University under the Government of the Russian Federation, Chelyabinsk Branch (58 Rabotnits Str., Chelyabinsk 454084, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5022-7751>, ira.postovalova@yandex.ru

Alexey D. Ovsyanitskiy, student of the Higher School of Electronics and Computer Science, South Ural State University (National Research University) (76 Lenin Av., Chelyabinsk 454080, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7217-1808>, ovalex123@gmail.com



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

