

РАЗРАБОТКА УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ И ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ

CURRICULUM DEVELOPMENT AND COURSE DESIGN

DOI: 10.22363/2312-8631-2025-22-3-288-303

EDN: QQCBZI

УДК 378:004.738:37.016

Научная статья / Research article

Ключевые элементы дизайна электронного обучающего курса, обеспечивающего качественное прогнозирование успешности обучения студентов

М.В. Носков^{id}, **Ю.В. Вайнштейн**^{id}✉, **М.В. Сомова**^{id}

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация
✉ yweinstein@sfu-kras.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* Задача прогнозирования успешности обучения студентов является одной из самых разрабатываемых в учебной аналитике. При этом опыт в области педагогического дизайна электронных обучающих курсов, выступающих основным источником данных цифрового следа обучающихся, чрезвычайно ограничен. Актуальность в этих условиях приобретает понимание того, каким он должен быть и какие элементы дизайна для него наиболее важные. Цель исследования – определение элементов дизайна электронного обучающего курса для эффективного прогнозирования образовательных результатов и разработка его обобщенной критериально-содержательной модели. *Методология.* Применен сравнительно-сопоставительный анализ научно-педагогических, методических источников. Используются вербально-коммуникативные методы, сравнительно-сопоставительный и статистический анализ эмпирических данных с применением генеративной модели искусственного интеллекта. *Результаты.* Обоснована необходимость разработки высокоточных электронных обучающих курсов для эффективного прогнозирования успешности обучения студентов на основе таких элементов дизайна, как доступность контента, структурированность, график изучения дисциплины, система оценивания, своевременная обратная связь, актуальность и полнота информации, эстетика и эргономика. Предложена обобщенная критериально-содержательная модель построения высокоточного электронного обучающего курса. *Заключение.* Обозначены перспективы дальнейшего развития исследования и разработки методических рекомендаций по проектированию педагогического дизайна высокоточных электронных обучающих курсов.

© Носков М.В., Вайнштейн Ю.В., Сомова М.В., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Ключевые слова: педагогический дизайн, электронный обучающий курс, электронная обучающая среда, предиктивная аналитика, успешность обучения

Вклад авторов. М.В. Носков – концепция (формулирование идеи, исследовательских целей и задач), написание рукописи, ее редактирование. Ю.В. Вайнштейн – разработка методологии, создание модели исследования, верификация, анализ и синтез данных, написание рукописи, ее редактирование. М.В. Сомова – проведение экспериментов, сбор данных, написание рукописи, ее редактирование. Авторы прочли и одобрили окончательную версию рукописи.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 3 февраля 2025 г.; доработана после рецензирования 19 мая 2025 г.; принята к публикации 27 мая 2025 г.

Для цитирования: Носков М.В., Вайнштейн Ю.В., Сомова М.В. Ключевые элементы дизайна электронного обучающего курса, обеспечивающего качественное прогнозирование успешности обучения студентов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025. Т. 22. № 3. С. 288–303. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-3-288-303>

Key elements of e-learning course design that provides high-quality prediction of student learning success

Mikhail V. Noskov^{ID}, Yuliya V. Vainshtein^{ID}✉, Marina V. Somova^{ID}

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
✉yweinstein@sfu-kras.ru

Abstract. *Statement of the problem.* The task of predicting student learning success is one of the most developed in educational analytics. At the same time, experience in the field of pedagogical design of e-learning courses, which are the main sources of students' digital footprint data, is extremely limited. In these conditions, understanding what it should be like and what design elements are most important for it is becoming relevant. The purpose of the study is to determine the design elements of an e-learning course for effective prediction of educational results and to develop its generalized criteria-content model. *Methodology.* A comparative analysis of scientific, pedagogical, and methodological sources was applied. Verbal and communicative methods, comparative and statistical analysis of empirical data using a generative model of artificial intelligence were used. *Results.* The paper substantiates the need to develop high-precision e-learning courses for effective forecasting of students' learning success based on such design elements as: content availability, structuring, discipline study schedule, assessment system, timely feedback, relevance and completeness of information, aesthetics and ergonomics. A generalized criteria-content model for constructing a high-precision e-learning course is proposed. *Conclusion.* The prospects for further development of the research and development of methodological recommendations for the design of pedagogical design of high-precision e-learning courses are outlined.

Keywords: pedagogical design, e-learning course, e-learning environment, predictive analytics, learning success

Author's contribution. *Mikhail V. Noskov* – conceptualization, writing – review and editing. *Yuliya V. Vainshtein* – methodology, validation, formal analysis, writing – review and editing. *Marina V. Somova* – data curation, writing – review and editing. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Article history: received 3 February 2025; revised 19 May 2025; accepted 27 May 2025.

For citation: Noskov MV, Vainshtein YuV, Somova MV. Key elements of e-learning course design that provides high-quality prediction of student learning success. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2025;22(3):288–303. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-3-288-303>

Постановка проблемы. Проблема прогнозирования успешности обучения студентов является одной из самых разрабатываемых в учебной аналитике. Ее актуальность подтверждается значительным количеством научных работ в мировой и российской практике [1–6]. При этом подходы и математический аппарат прогнозирования зависят от используемых источников данных, применяемых методов машинного обучения, подходов к построению электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) образовательной организации, выбора предикторов прогностических моделей [7; 8]. Кроме многообразия применяемых методов и используемых данных, существует множество трактовок понятия успешности обучения студентов в задачах прогнозирования: успешное завершение обучения по дисциплине; окончание семестра без образования академических задолженностей; успешное завершение обучения в вузе и т.д. Имеет смысл говорить и о различных целях, для достижения которых разрабатываются модели прогнозирования. Учитывая эти обстоятельства, становится очевидным, что проблема прогнозирования успешности обучения студентов еще долго будет находиться в центре внимания учебной аналитики. В качестве примеров можно привести обзоры прогнозной аналитики в задачах образовательного менеджмента [9], организации коллаборативного и геймифицированного обучения в цифровой среде [10; 11].

Анализ научно-педагогических исследований показал, что переход от экспериментальной модели к созданию системы прогнозирования успешности обучения и ее внедрению в реальную практику является достаточно трудоемким и, как указано в работах [1; 12], большинство разработок остаются в рамках пилотной стадии, не достигнув институционального принятия. Тем не менее, в таких зарубежных учебных учреждениях, как Университет Пердью [2], Политехнический университет Турина [3], Миланский политехнический университет [4], Открытый университет Каталонии [5; 6], данные системы были успешно внедрены. В России подобные системы пока не нашли широкого распространения, но стоит отметить инновационный авторский опыт по созданию и внедрению системы прогнозирования академической успеваемости обучающихся «Пифия»¹ (сервис Пифия) в Сибирском федеральном университете (СФУ) [13].

¹ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023683411 РФ. Система прогнозирования академической успеваемости «Пифия»: № 2023683104 : заявл. 03.11.2023 : опублик. 07.11.2023 / Ю.В. Вайнштейн, М.В. Сомова, М.В. Носков и др.; заявитель ФГАОУ ВО СФУ.

Практически все существующие модели и системы прогнозирования, как правило в качестве основного источника образовательных данных, используют данные ЭИОС, неотъемлемым компонентом которой выступает электронный обучающий курс (ЭОК), содержащий сведения об образовательном поведении студентов. Стоит отметить, что объем разрабатываемых и применяемых ЭОК в образовательном пространстве растет лавинообразно, они создаются на различных платформах, разными авторскими коллективами с применением собственных подходов и принципов. При этом единой системы требований к разрабатываемым электронным обучающим курсам не существует как на уровне Российской Федерации в целом, так и на уровне вузов в частности. Несмотря на это существующие ЭОК все чаще выступают основным источником данных цифрового следа обучающихся для прогнозирования успешности их обучения. Например, на данные ЭИОС и ЭОК в своих исследованиях опираются В.И. Токтарова и Ю.А. Пашкова [14], A. Almasri, E. Celebi, R.S. Alkhalwaldeh [15], Е.С. Егорова, Н.А. Попова [16], D. Gasevic [17], но применяют при этом различный состав предикторов и математический аппарат моделей прогнозирования.

На основе анализа научно-педагогических источников можно констатировать, что интенсивное развитие учебной аналитики, повышение значимости применения моделей и методов прогнозирования успешности обучения говорит о необходимости повышения качества цифрового следа обучающихся и уровня доверия к источникам данных, формируемых в ЭОК. Это обуславливает необходимость введения понятия высокоточного электронного обучающего курса с точки зрения прогнозирования успешности обучения. Опираясь на российский и зарубежный опыт [18–22], предлагаем понимать под *высокоточным* ЭОК такой интерактивный образовательный ресурс, структура и содержание которого разработаны таким образом, чтобы генерировать цифровой след обучающихся, используемый для прогнозирования образовательных результатов с высокой точностью. Этот курс интегрирует и накапливает данные о поведении и прогрессе студентов, обеспечивая персонификацию образовательного процесса, своевременную корректировку траектории обучения и организацию педагогической поддержки на основе анализа данных.

Следует отметить, что в педагогической практике существуют исследования, посвященные поиску основных элементов дизайна электронных обучающих курсов, но в отношении высокоточных ЭОК этот опыт весьма ограничен. Например, в работе [23] показано, что интенсивность использования электронного обучающего курса напрямую связана с его дизайном. В исследовании [24] А.Р. Брауном и Б.Д. Вольтцем выделены следующие компоненты дизайна: деятельность (*activity*), сценарий (*scenario*), обратная связь (*feedback*), доставка (*delivery*), контекст (*context*) и влияние (*influence*). Но при этом не устанавливается связи между элементами дизайна ЭОК и их влиянием на эффективность прогнозирования.

Актуальность в этих условиях приобретает понимание того, какие элементы педагогического дизайна являются наиболее важными для высокоточ-

ного ЭОК, так как именно дизайн электронного обучающего курса влияет на интенсивность его использования в учебном процессе и эффективность прогнозирования успешности обучения студентов на его основе.

Цель исследования – выявление ключевых элементов дизайна высокоточного ЭОК для анализа и прогнозирования образовательных результатов и разработка его обобщенной критериально-содержательной модели.

Методология. Проводился сравнительно-сопоставительный анализ научно-педагогических, методических источников, посвященных проблематике настоящего исследования [1–6; 13–17]. Для анализа высокоточных электронных обучающих курсов были использованы результаты работы системы прогнозирования академической успеваемости обучающихся «Пифия», функционирующей в СФУ на основе авторской математической модели прогнозирования [25]. Выборка высокоточных ЭОК с точностью прогнозирования выше 80 % начиная с седьмой недели учебного семестра включила 55 электронных обучающих курсов, разработанных на базе системы управления обучением Moodle². Для аудита и анализа отобранных высокоточных ЭОК и генерации идей по выявлению их общих характеристик и элементов была задействована экспертная группа из 9 специалистов в области педагогики, электронного обучения и цифровой дидактики. Для сбора обратной связи от обучающихся и преподавателей был использован эмпирический вербально-коммуникативный метод, такой как анкетирование. В анонимном анкетировании приняли участие 117 студентов и 38 преподавателей СФУ. Полученные данные подвергались аналитической обработке с применением методов статистического анализа и генеративной модели искусственного интеллекта.

Результаты и обсуждение. Для достижения цели исследования были проведены следующие этапы опытно-экспериментальной работы:

- анализ электронных обучающих курсов, продемонстрировавших высокие показатели точности;
- выявление гипотетических критериев высокоточных ЭОК;
- анонимное анкетирование обучающихся и преподавателей с целью изучения их мнений относительно качественного дизайна ЭОК;
- определение основных элементов дизайна высокоточных ЭОК на основе обобщенного анализа результатов анкетирования обучающихся и преподавателей;
- разработка обобщенной критериально-содержательной модели построения высокоточного ЭОК.

На этапе анализа электронных обучающих курсов, продемонстрировавших высокие показатели точности, использовали результаты работы сервиса Пифия в институте космических и информационных технологий СФУ (ИКИТ СФУ). Эти результаты включают данные регулярного еженедельного прогнозирования успешности обучения студентов по дисциплинам текущего

² Moodle : система электронного обучения СФУ. URL: <https://e.sfu-kras.ru> (дата обращения: 01.02.2025).

семестра, получаемые на основе работы авторской математической модели прогнозирования [25].

Оценка точности прогностической модели в сервисе Пифия осуществлялась на основе следующих метрик качества: *accuracy*, *precision*, *recall*, *specificity* и агрегированного критерия *F*-мера [26], который рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{(1 + \beta^2) \cdot recall \cdot precision}{\beta \cdot precision + recall},$$

где β – определяет вес точности в метрике, при $\beta = 1$ метрики *precision* и *recall* являются одинаково значимыми (среднее гармоническое), а при $\beta = 2$ больший вес получает *recall*. *F*-мера достигает максимума при полноте и точности, равными 1, и близка к 0, если один из аргументов близок к 0.

В процессе эксплуатации сервиса Пифия на контингенте студентов 1–2 курсов бакалавриата и специалитета ИКИТ СФУ, составляющего 981 человек, прогнозирование осуществлялось по 111 дисциплинам и ЭОК соответственно. Заметим, что прогнозирование проводилось по социально-гуманитарным, естественно-научным и специальным дисциплинам (усредненные показатели точности прогностической модели сервиса Пифия на примере 7, 11, 14 и 18 недель осеннего семестра 2023–2024 учебного года представлены в табл.).

Показатели точности прогностической модели

Показатели	ЭОК для 1–2 курса ИКИТ СФУ				Высокоточные ЭОК			
	Недели							
	7	11	14	18	7	11	14	18
Accuracy	0,679	0,722	0,823	0,851	0,682	0,773	0,803	0,923
Recall	0,674	0,721	0,841	0,876	0,975	1,000	1,000	0,976
Precision	0,922	0,931	0,943	0,942	0,661	0,727	0,755	0,932
Specificity	0,710	0,727	0,739	0,724	0,231	0,423	0,500	0,700
F-мера (при = 2)	0,712	0,755	0,860	0,889	0,890	0,930	0,939	0,967
F-мера (при = 1)	0,779	0,813	0,889	0,908	0,788	0,842	0,860	0,953

Источник: составлено М.В. Носковым, Ю.В. Вайнштейн, М.В. Сомовой.

Accuracy indicators of the predictive model

Indicators	E-learning courses for 1-2-year students ISIT SibFU				High-precision e-learning courses			
	Weeks							
	7	11	14	18	7	11	14	18
Accuracy	0.679	0.722	0.823	0.851	0.682	0.773	0.803	0.923
Recall	0.674	0.721	0.841	0.876	0.975	1.000	1.000	0.976
Precision	0.922	0.931	0.943	0.942	0.661	0.727	0.755	0.932
Specificity	0.710	0.727	0.739	0.724	0.231	0.423	0.500	0.700
F-score (for = 2)	0.712	0.755	0.860	0.889	0.890	0.930	0.939	0.967
F-score (for = 1)	0.779	0.813	0.889	0.908	0.788	0.842	0.860	0.953

Source: compiled by Mikhail V. Noskov, Yulia V. Vainshtein, Marina V. Somova.

Отметим, что результаты прогнозирования по отдельным дисциплинам и ЭОК демонстрируют существенный разброс по точности. Это подтверждает

необходимость анализа содержания и структуры высокоточных ЭОК с целью выявления для них ключевых элементов дизайна. Выборка высокоточных ЭОК включила 55 курсов с точностью прогнозирования выше 80 % начиная с седьмой недели образовательного процесса (показатели точности отобранных ЭОК также представлены в табл.).

На следующем этапе экспертным путем были определены гипотетические критерии дизайна высокоточных ЭОК. Экспертная группа включала 9 квалифицированных специалистов в области педагогики, электронного обучения и цифровой дидактики. Экспертами в рамках аудита и анализа отобранных высокоточных ЭОК выявлены критерии с наиболее высокими показателями частоты встречаемости:

- наличие учебных заданий с оцениванием преподавателем или взаимнооцениванием (частота встречаемости – 89,1 %);
- обеспеченность автоматизированными контрольно-измерительными материалами (частота встречаемости – 81,8 %);
- учет образовательных результатов офлайн-работы студентов в электронном журнале оценок курса (частота встречаемости – 71 %);
- наличие обратной связи и высокой активности преподавателей в курсе (частота встречаемости – 70 %);
- введение дедлайнов и ограничений по количеству попыток на выполнение заданий (частота встречаемости – 41,8 %).

Для объективизации выявленных критериев было организовано анонимное анкетирование обучающихся и преподавателей с целью изучения их мнений относительно качественного дизайна ЭОК. В анкетировании участвовали 117 студентов, обучение которых осуществлялось с применением отобранных высокоточных ЭОК, и 38 преподавателей, являющихся разработчиками этих ресурсов.

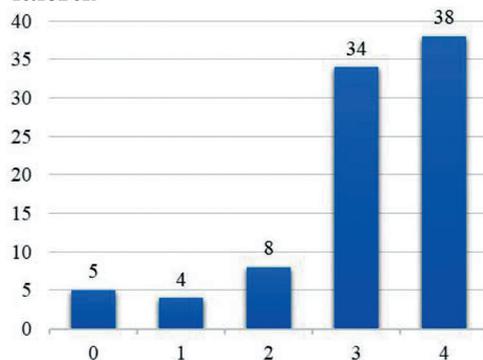
Разработанная анкета состоит из 13 вопросов, 9 из которых представляют собой вопросы с закрытыми вариантами единственного или множественного выбора ответа и 4 – открытого типа. Результаты ответов студентов и преподавателей на вопрос «Оцените значимость в электронном обучающем курсе учебных заданий с взаимнооцениванием или оцениванием преподавателем по шкале от 0 до 5», где 0 – абсолютно не значимо, а 5 – очень значимо, представлены на рис. 1.

Результаты ответов студентов и преподавателей на вопрос «Оцените значимость обратной связи и высокой активности преподавателей в электронном обучающем курсе по шкале от 0 до 5» показаны на рис. 2.

Наибольший интерес при анализе результатов анкетирования представили свободные варианты ответов на вопрос: «Какие ЭОК Вы считаете качественными? В чем выражается для Вас качество электронного обучающего курса?».

На этот вопрос от студента S_1 был получен ответ: «В курсе N даны задания, направленные на развитие всех языковых навыков. Имеется возможность выполнять домашние задания для закрепления материала. Преподаватели своевременно дают обратную связь и отвечают на вопросы в форуме курса».

СТУДЕНТЫ
человек



ПРЕПОДАВАТЕЛИ
человек

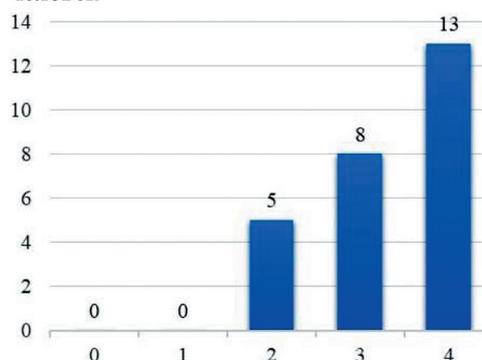
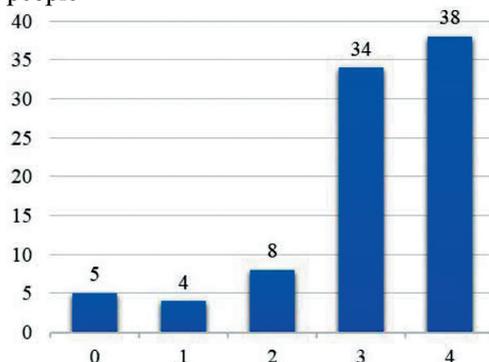


Рис. 1. Оценка значимости учебных заданий с оцениванием

Источник: создано М.В. Носковым, Ю.В. Вайнштейн, М.В. Сомовой.

STUDENTS
people



TEACHERS
people

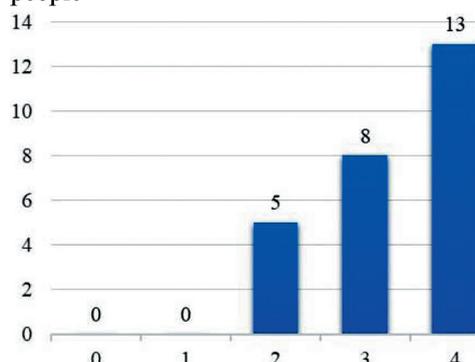
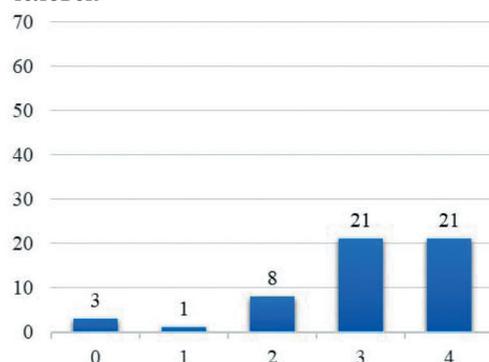


Figure 1. Evaluation of the importance of educational tasks with assessment

Source: created by Mikhail V. Noskov, Yulia V. Vainshtein, Marina V. Somova.

СТУДЕНТЫ
человек



ПРЕПОДАВАТЕЛИ
человек

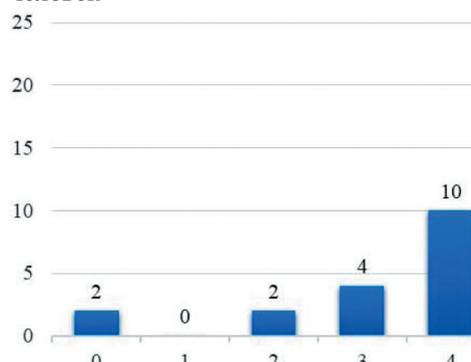


Рис. 2. Оценка значимости обратной связи и высокой активности преподавателей

Источник: создано М.В. Носковым, Ю.В. Вайнштейн, М.В. Сомовой.

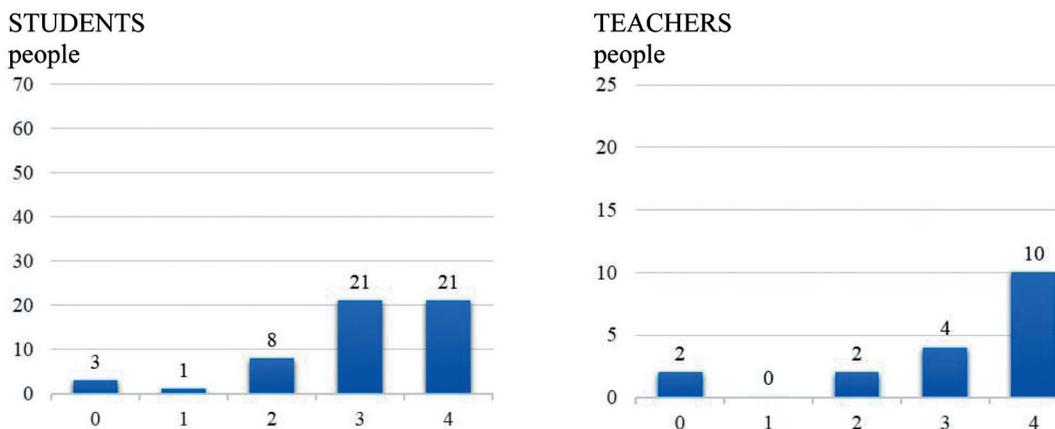


Figure 2. Evaluation of the importance of educational tasks with assessment

Source: created by Mikhail V. Noskov, Yulia V. Vainshtein, Marina V. Somova.

Студент S_2 уточнил: «На мой взгляд, хороший курс – это когда все структурировано, удобно, интерактивно, нет требований успеть все сдать к определенному времени. Было бы здорово, если бы такие стандарты применялись ко всем предметам без исключения».

Студент S_3 пояснил: «Я считаю, что хорошо организованный курс – это когда преподаватель загрузил не только задания, но и их подробный разбор и решение. Курс должен сопровождаться подробными и понятными лекциями, при этом текущий контроль по предмету строго соответствовать тематике занятий».

Преподаватель T_1 на данный вопрос ответил: «Качественный электронный обучающий курс, на мой взгляд, должен обладать несколькими ключевыми характеристиками, а именно: 1) структурированность – курс должен быть логично организован, с четким распределением тем и модулей; 2) доступность контента – курс должен обеспечивать доступ к разнообразным обучающим материалам (видео, текстам, интерактивным заданиям и др.); 3) интерактивность – в курсе должна быть предусмотрена возможность взаимодействия с материалом (тестирование, задания, форумы для обсуждения и др.); 4) актуальность информации – курс должен содержать актуальные данные и исследования; 5) поддержка и обратная связь – в курсе должна быть система поддержки студентов и возможность получения обратной связи от преподавателей; 6) оценка прогресса – курс должен быть обеспечен системой оценивания студентов для мониторинга успеваемости и понимания материала».

Преподаватель T_2 прокомментировал: «Качественный ЭОК выполнен без лишних элементов, чтобы не путать студентов. Дает ясную структуру материала и предлагает четкую последовательность освоения дисциплины прямо в курсе, а не в календарном плане, куда студенты смотрят редко. Должно быть видно, что нужно для зачета/экзамена (сколько баллов), как это можно получить (что и в какой последовательности выполнить). Должна быть вариативность, возможность выбора: вероятно, какое-то конкретное задание не дается

студенту, предлагаются другие варианты. А для активных студентов можно предложить дополнительные задания, если им интересно».

На вопрос «*Какие электронные обучающие курсы могут вызывать наибольшие затруднения у студентов? В случае необходимости приведите примеры*» были получены следующие ответы.

Студент S_5 : «В курсе K объем материала и количество заданий поражает своим объемом. Не ясна последовательность заданий и их обязательность. Отсутствуют примеры разобранных заданий, правила оформления и объем ответов».

Мнение студента S_6 : «Огорчает, когда в ЭОК на выполнение всех заданий есть жесткие дедлайны, но не настроен календарь и нет системы напоминаний. Было бы удобно иметь приложение с расписанием работ по типу „доска задач“. При этом, например, курс L „отличается“ своей скучностью, прямолинейностью и отсутствием интерактивности».

Преподаватель T_4 прокомментировал: «Студентам сложно, если курс наполнен лишним материалом (они не могут в нем разобраться), если курс плохо структурирован, если не обозначены критерии оценки и жестко не оговорены сроки выполнения заданий».

На следующем этапе *обобщены результаты исследования по определению основных элементов дизайна высокоточных ЭОК* на основе анализа результатов анкетирования обучающихся и преподавателей. Обработка полученных количественных и качественных данных произведена с применением генеративной модели искусственного интеллекта – мультимодальной нейросети GigaChat, в основе которой заложен нейросетевой ансамбль NeONKA (NEural Omnimodal Network with Knowledge-Awareness)³. Он включает в себя модели ruGPT-3.5 с 13 млрд параметров, Kandinsky 2.1, ruCLIP и FRED-T5. В результате предварительной обработки данных (нормализации, лемматизации, удаления стоп-слов), разметки данных, выбора признаков, классификации, обучения, тестирования и применения модели нейросетью выявлены основные общие характеристики ответов. Полученные результаты проанализированы и типизированы экспертами с выделением ключевых элементов дизайна высокоточных ЭОК для прогнозирования успешности результатов предметного обучения. К ним были отнесены следующие.

1. *Доступность контента*. ЭОК должен включать разнообразные виды контента (текстовые и видеоматериалы, интерактивные элементы, мультимедийные лонгриды, инфографику, задания и тесты, упражнения и др.) с возможностью доступа в любом месте и в любое время.

2. *Структурированность*. ЭОК должен наглядно визуализировать дорожную карту образовательного процесса по дисциплине и обладать четкой и последовательной структурой, включающей разделы, модули, темы, теоретический и практический материал с удобной системой навигации по нему. Это упрощает процесс обучения и повышает его эффективность.

³ GigaChat : нейросеть на русском языке. URL: <https://giga.chat> (дата обращения: 01.02.2025).

3. *График изучения дисциплины.* Электронный обучающий курс должен содержать график изучения дисциплины с четко установленными сроками и требованиями, что помогает студентам эффективно планировать свое время и координировать учебную нагрузку, а для преподавателей выступает инструментом управления учебным процессом, так как позволяет осуществлять мониторинг образовательного процесса.

4. *Система оценивания.* ЭОК должен быть обеспечен системой прозрачной и объективной оценки обучающихся, которая позволяет студентам самостоятельно отслеживать учебный прогресс и побуждает их стремиться к самосовершенствованию и достижению высоких предметных результатов.

5. *Своевременная обратная связь.* В ЭОК должны быть заложены на этапе проектирования и реализованы в процессе обучения: оперативная обратная связь преподавателей на вопросы студентов; система развернутых комментариев и рекомендаций по результатам выполнения учебных заданий; регулярное информирование о сроках сдачи заданий и дедлайнах, что способствует эффективному обучению и образовательному прогрессу студентов.

6. *Актуальность и полнота информации.* Содержимое высокоточного ЭОК должно включать актуальный учебный контент, результаты современных исследований в области дисциплины и объем учебного материала, необходимый и достаточный для формирования образовательных результатов по дисциплине и создания потенциала для расширения предметного кругозора обучающихся.

7. *Эстетика и эргономика.* Эстетика и эргономика играют значительную роль в создании результативного и привлекательного электронного обучающего курса. Визуально ЭОК должен быть интуитивно понятным, привлекать внимание обучающихся, мотивировать их к изучению дисциплины, вызывать у них доверие, создавать гармоничное и приятное пользовательское восприятие и соответствовать корпоративному стилю образовательной организации. ЭОК должен корректно отображаться на различных устройствах и разрешениях экрана, чтобы обеспечить удобство использования как на компьютерах, так и на мобильных устройствах. Это способствует лучшему восприятию и запоминанию информации, увеличению мотивации и вовлеченности, а также общему положительному опыту от образовательного процесса.

Результаты встречаемости выявленных элементов дизайна в 55 исследуемых высокоточных электронных обучающих курсах СФУ представлены на рис. 3.

На этапе разработки обобщенной критериально-содержательной модели построения высокоточного ЭОК с учетом выявленных элементов его дизайна были определены формы, методы и средства обучения. К формам обучения отнесли интеграцию онлайн- и офлайн-обучения, смешанное и гибридное обучение. В качестве методов обучения применяли активные методы обучения, проблемное обучение, индивидуальную и командную работу, интерактивные методы обучения и геймификацию. Спектр используемых средств систем управления обучения при этом достаточно разнообразен.

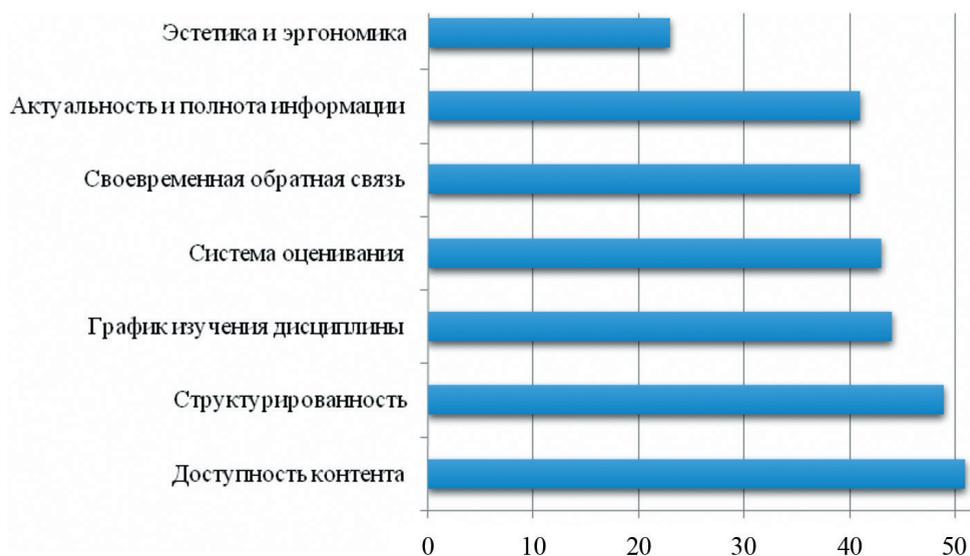


Рис. 3. Элементы дизайна высокоточных ЭОК на примере ИКИТ СФУ

Источник: создано М.В. Носковым, Ю.В. Вайнштейн, М.В. Сомовой.

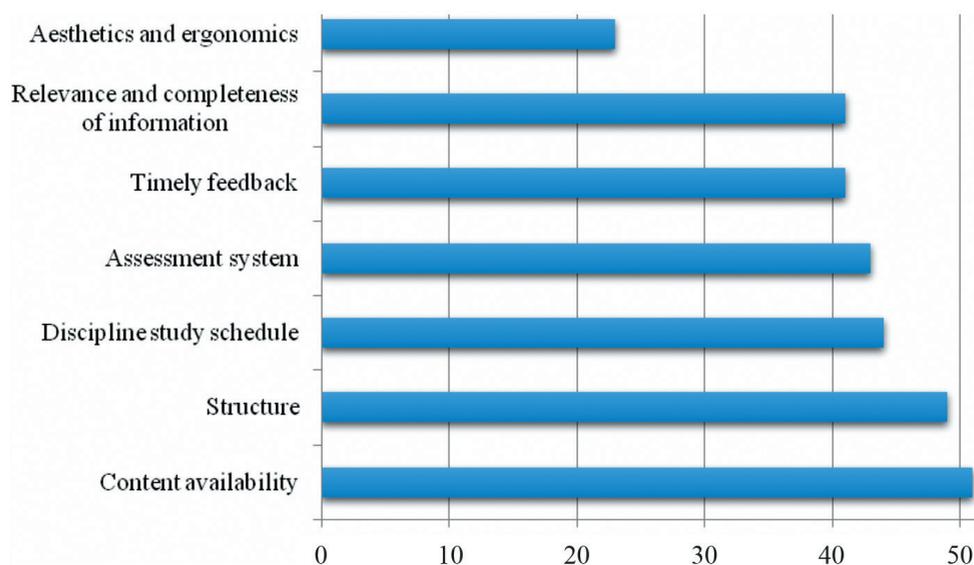


Figure 3. Elements of design of high-precision electronic computer systems on the example of ISIT SibFU

Source: created by Mikhail V. Noskov, Yulia V. Vainshtein, Marina V. Somova.

Предлагаемая в исследовании критериально-содержательная модель построения высокоточного ЭОК (рис. 4), позволяет создать эффективный и качественный электронный обучающий курс, ориентированный на достижение конкретных образовательных целей. Она направлена на обеспечение высокой степени точности прогнозирования образовательных результатов и эффективности курса, что делает его полезным инструментом для преподавателей и обучающихся.



Рис. 4. Критериально-содержательная модель высокоточного ЭОК

Источник: создано М.В. Носковым, Ю.В. Вайнштейн, М.В. Сомовой.

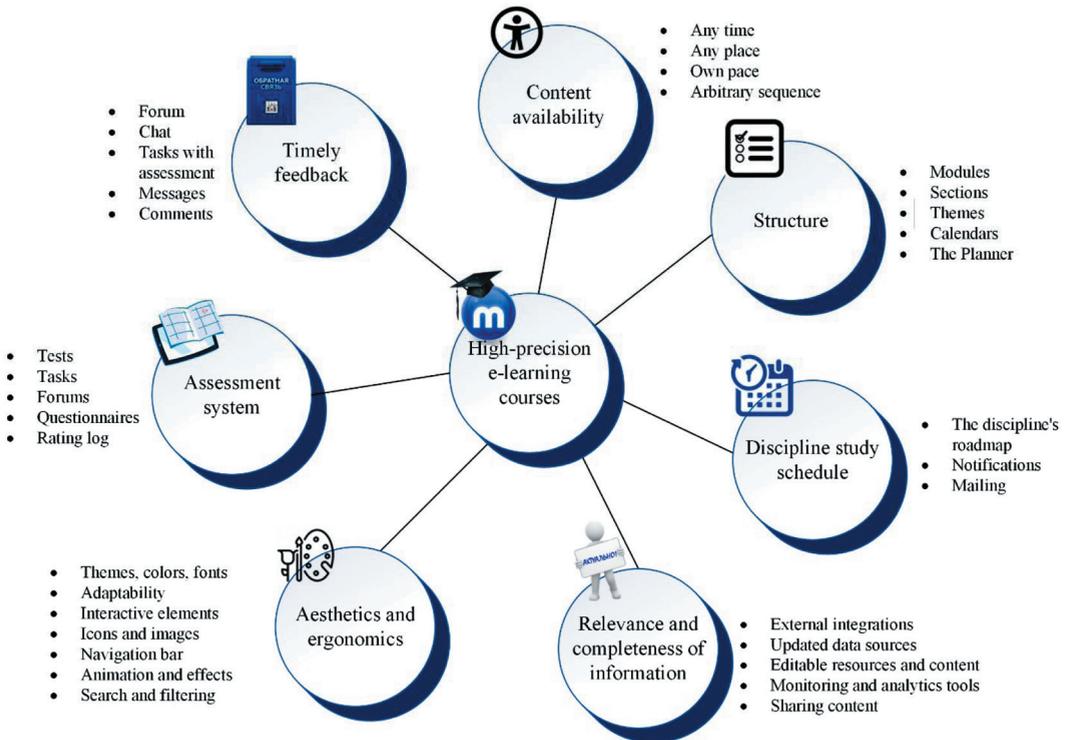


Figure 4. Criterion-content model of high-precision e-learning courses

Source: created by Mikhail V. Noskov, Yulia V. Vainshtein, Marina V. Somova.

Заключение. Цели исследования, поставленные авторами статьи, были достигнуты в ходе выполнения следующих этапов: анализ электронных обучающих курсов, продемонстрировавших высокие показатели точности; выявление гипотетических критериев дизайна высокоточных ЭОК; проведение анонимного анкетирования обучающихся и преподавателей с целью изучения их мнений относительно качественного дизайна ЭОК; определение основных элементов дизайна высокоточных ЭОК на основе обобщенного анализа результатов анкетирования обучающихся и преподавателей; разработка обобщенной критериально-содержательной модели высокоточного ЭОК. Выявлены ключевые элементы дизайна высокоточных ЭОК: доступность контента, структурированность, график изучения дисциплины, система оценивания, своевременная обратная связь, актуальность и полнота информации, эстетика, эргономика. Построена критериально-содержательная модель высокоточного ЭОК, отражающая связи между ключевыми элементами дизайна и средствами систем управления обучением, с помощью которых они могут быть реализованы в ЭИОС вуза.

В перспективе дальнейшего развития исследования планируется разработка методических рекомендаций по проектированию педагогического дизайна высокоточных электронных обучающих курсов и их апробация в образовательном процессе студентов вуза.

Список литературы / References

- [1] Freitas E, Fonseca F, Garcia VC, Falcão TP, Marques E, Gasevic D, Ferreira R. MMALA: developing and evaluating a maturity model for adopting learning analytics. *Journal of Learning Analytics*. 2024;11(1):1–20. <https://doi.org/10.18608/jla.2024.8099> EDN: STSQKQ
- [2] Arnold KE, Pistilli MD. Course signals at Purdue: using learning analytics to increase student success. In: Dawson Sh, Haythornthwaite C, Buckingham S, Gasevic D, Ferguson R. (eds.) *ACM International Conference Proceeding Series: LAK 2012: Second International Conference on Learning Analytics and Knowledge, 29 April – 2 May 2012, Vancouver, Canada*. New York: Association for Computing Machinery; 2012. p. 267–270. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330666>
- [3] Cagliero L, Canale L, Farinett L, Baralis E, Venuto E. Predicting student academic performance by means of associative classification. *Applied Sciences*. 2021;11(4):14–20. <https://doi.org/10.3390/app11041420>
- [4] Mussida P, Lanzi PL. A computational tool for engineer dropout prediction. In: Kallel I, Kammon HM, Hsairi L. (eds.) *2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 28–31 March 2022, Tunis, Tunisia*. New York: IEEE; 2022. p. 1571–1576. <https://doi.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766632>
- [5] Baneres D, Rodríguez ME, Serra M. An early feedback prediction system for learners at-risk within a first-year higher education subject. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2019;12:249–263.
- [6] Bañeres D, Rodríguez EM, Guerrero A-E, Guasch CP. An early warning system to identify and intervene online dropout learners. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20(1):3. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00371-5> EDN: QCZRVB
- [7] Munir H, Vogel B, Jacobsson A. Artificial intelligence and machine learning approaches in digital education: a systematic revision. *Information*. 2022;13(4):203. <https://doi.org/10.3390/info13040203> EDN: MGCMCQ

- [8] Sghir N, Adadi A, Lahmer M. Recent advances in predictive learning analytics: a decade systematic review (2012–2022). *Education and Information Technologies*. 2022;28(7):8299–8333. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11536-0> EDN: BUNBDT
- [9] Rabelo A, Rodrigues MW, Nobre C, Isotani S, Zárata L. Educational data mining and learning analytics: a review of educational management in e-learning. *Information Discovery and Delivery*. 2023;52(4):149–163. <https://doi.org/10.1108/IDD-10-2022-0099> EDN: NOBACL
- [10] Fan O, Liyin Z. AI-driven learning analytics applications and tools in computer-supported collaborative learning: a systematic review. *Educational Research Review*. 2024;44(4):100616. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100616>
- [11] Seyyed KB, Hojjat D, Douglas BC, Omid N, Harm JA, Biemans. Learning analytics for online game-Based learning: a systematic literature review. *Behaviour & Information Technology*. 2024;43(12):2689–2716. <https://doi.org/10.1080/0144929x.2023.2255301>
- [12] Márquez L, Henríquez V, Chevreux H, Scheihing E, Guerra Ju. Adoption of learning analytics in higher education institutions: a systematic literature review. *British Journal of Educational Technology*. 2023;55(2):439–459. <https://doi.org/10.1111/bjet.13385>
- [13] Kustitskaya TA, Esin RV, Vainshtein YuV, Noskov MV. Hybrid approach to predicting learning success Based on digital educational history for timely identification of at-risk students. *Education Sciences*. 2024;14(6):657. <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/6/657> EDN: ARKNTV
- [14] Toktarova VI, Pashkova YuA. Predictive analytics in digital education: analysis and evaluation of students’ learning success. *Siberian Pedagogical Journal*. 2022;(1):97–106. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.15293/1813-4718.2201.09> EDN: NSPMDR
Токтарова В.И., Паукова Ю.А. Предиктивная аналитика в цифровом образовании: анализ и оценка успешности обучения студентов // Сибирский педагогический журнал. 2022. № 1. С. 97–106. <http://dx.doi.org/10.15293/1813-4718.2201.09> EDN: NSPMDR
- [15] Almasri A, Celebi E, Alkhawaldeh RS. EMT: Ensemble meta-based tree model for predicting student performance. *Scientific Programming*. 2019;3610248. <https://doi.org/10.1155/2019/3610248> EDN: DVYAWH
- [16] Egorova ES, Popova NA. Data Mining in education: predicting student performance. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2023;11(2):18–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2023.41.2.003> EDN: XFTHUA
Егорова Е.С., Попова Н.А. Data Mining в образовании: прогнозирование успеваемости учащихся // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11. № 2(41). С. 18–29. <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2023.41.2.003> EDN: XFTHUA
- [17] Gasevic Dr, Dawson Sh, Rogers T, Gasevic D. Learning analytics should not promote one size fits all: the effects of instructional conditions in predicting academic success. *The Internet and Higher Education*. 2016;28(1):68–84. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.10.002>
- [18] Gunawardena Ch-N, Whiteside A, Garrett Dikkers A, Swan K. (eds.) *Social presence in online learning: multiple perspectives on practice and research*. New York: Routledge; 2017. 256 p.
- [19] Kirkwood A, Price L. Technology-enhanced learning and teaching in higher education: what is ‘enhanced’ and how do we know? A critical literature review. *Learning, Media and Technology*. 2014;39(1):6–36. <https://doi.org/10.1080/17439884.2013.770404>
- [20] Mayer R. (ed.) *The Cambridge handbook of multimedia learning*. 2nd ed. Cambridge University Press; 2005. 99 p.
- [21] Wang F, Hannafin MJ. Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research & Development*. 2005;53:5–23. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02504682> EDN: CTANKK
- [22] Brohi SN, Pillai TR, Kaur S, Kaur H, Sukumaran S, Asirvatham D. Accuracy comparison of machine learning algorithms for predictive analytics in higher education. In: Miraz MH, Excell PS, Ware A, Soomro S, Ali M. (eds.) *Emerging Technologies in Computing: Secound International Conference, iGETiG 2019, 19–20 August 2019: Proceeding, London, UK*. Cham: Springer; 2019. p. 254–261. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23943-5_19

- [23] Almaiah MA, Alyoussef IY. Analysis of the effect of course design, course content support, course assessment and instructor characteristics on the actual use of e-learning system. *IEEE Access*. 2019;7(1-1):1–9. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2956349>
- [24] Brown AR, Voltz BD. Elements of effective e-learning design. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2005;6(1):1–10. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v6i1.217>
- [25] Noskov M, Fedotova I, Somova M, Vainshtein Yu. Mathematical model for early prediction of learning success. In: *International Scientific and Practical Conference on “Modern Problems of Applied Mathematics and Information Technology (MPAMIT2022)”, 11–12 May 2022, Bukhara, Uzbekistan*. Melville: AIP Publishing; 2024;3004(1):070001. EDN: NDKRUS
- [26] Hastie T, Tibshirani R, Friedman J, Franklin J. The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction. *The Mathematical Intelligencer*. 2004;27(2):83–85. <https://doi.org/10.1007/BF02985802>

Сведения об авторах:

Носков Михаил Валерианович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, 660041, Красноярский край, Красноярск, пр-т Свободный, д. 79. ORCID: 0000-0002-4514-7925; SPIN-код: 3957-7221. E-mail: mnoskov@sfu-kras.ru

Вайнштейн Юлия Владимировна, доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, 660041, Красноярский край, Красноярск, пр-т Свободный, д. 79. ORCID: 0000-0002-8370-7970; SPIN-код: 9765-2130. E-mail: yweinstein@sfu-kras.ru

Сомова Марина Валериевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры Информационной безопасности, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, 660041, Красноярский край, Красноярск, пр-т Свободный, д. 79. ORCID: 0000-0002-8538-4108; SPIN-код: 3986-2280. E-mail: msomova@sfu-kras.ru

Bio notes:

Mikhail V. Noskov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of the Department of Applied Mathematics and Computer Security, Institute of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, 79 Svobodnyi Prospect, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-4514-7925; SPIN-code: 3957-7221. E-mail: mnoskov@sfu-kras.ru

Yuliya V. Vaynshteyn, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Applied Mathematics and Computer Security, Institute of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, 79 Svobodnyi Prospect, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-8370-7970; SPIN-code: 9765-2130. E-mail: yweinstein@sfu-kras.ru

Marina V. Somova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics, Institute of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, 79 Svobodnyi Prospect, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-8538-4108; SPIN-code: 3986-2280. E-mail: msomova@sfu-kras.ru