

МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ/METHODOLOGY AND TECHNOLOGY OF VOCATIONAL EDUCATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.7>

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНОСТНОГО МЕТОДА В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Научная статья

Карлова М.Ю.¹, Воробьева И.А.² *

¹ORCID : 0000-0002-0354-9897;

²ORCID : 0000-0002-2922-5428;

^{1,2} Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, Липецк, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (vobi[at]bk.ru)

Аннотация

В современных условиях возрастает потребность в различных подходах к анализу сложных динамических педагогических систем. В работе подчёркнута принципиальная применимость логико-вероятностного метода для анализа педагогической системы. Акцентировано различие в данных и их интерпретациях для технической и педагогической систем. Описаны процедуры адаптации метода с учётом специфики образовательных объектов. Приведён пример использования логико-вероятностного метода для оценки риска неуспеваемости студента первого курса по одному из ключевых предметов основного блока учебного плана. Сделан акцент на расширении возможностей ряда методов при совместном использовании с логико-вероятностным методом.

Ключевые слова: логико-вероятностный метод, педагогическая система, вероятностная оценка, логическая функция.

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR THE APPLICATION OF THE LOGICAL-PROBABILISTIC METHOD IN PEDAGOGICAL RESEARCH

Research article

Karlova M.Y.¹, Vorobeva I.A.² *

¹ORCID : 0000-0002-0354-9897;

²ORCID : 0000-0002-2922-5428;

^{1,2} Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky, Lipetsk, Russian Federation

* Corresponding author (vobi[at]bk.ru)

Abstract

In modern conditions, there is a growing demand for various approaches to the analysis of complex dynamic pedagogical systems. The work emphasizes the fundamental applicability of the logical-probabilistic method for analysing pedagogical systems. It highlights the difference in data and their interpretations for technical and pedagogical systems. The procedures for adapting the method, taking into account the specifics of educational objects, are described. An example is given of the use of the logical-probabilistic method to evaluate the risk of failure of a first-year student in one of the key subjects of the main block of the curriculum. Attention is focused on expanding the capabilities of a number of methods when used in conjunction with the logical-probabilistic method.

Keywords: logical-probabilistic method, pedagogical system, probabilistic evaluation, logical function.

Введение

Логико-вероятностный метод (ЛВМ) сочетает в себе инструменты булевой алгебры (математическая логика) и теории вероятностей, и применяется с целью получения количественной оценки вероятности наступления системного события (успех/неудача) на основе анализа сценариев и принятия обоснованных решений. Задача ЛВМ — найти вероятность того, что логическая функция, описывающая состояние системы, примет определённое значение (например, вероятность отказа), зная вероятности исходных данных (случайные события). На рисунке 1 в виде схемы приведён алгоритм работы ЛВМ. Традиционно ЛВМ активно используется для оценки надёжности сложных технических систем (ТС), но его высокая степень абстракции позволяет провести его содержательную трансформацию к другим областям [6], [9], [11], [14].

Педагогическая система (ПС) представляет собой сложную, многофункциональную систему, где есть свои «отказы» (неудачи) и «успешные сценарии», чётко определённые цели, множество влияющих внешних факторов, поэтому ЛВМ можно рассматривать как один из инструментов, для описания сложности и неопределённости образовательных процессов.



Рисунок 1 - Алгоритм применения ЛВМ
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.7.1>

Во время исследования использовались логико-вероятностный метод и системный анализ. А также анкетирование, статистические данные (результаты контрольных мероприятий, диагностики), экспертный опрос преподавателей.

Основные результаты

Во время исследования для обоснования возможности применения логико-вероятностного метода к педагогической системе мы провели аналогии между техническими и педагогическими системами (табл. 1). Основная сложность при использовании логико-вероятностного метода для анализа педагогической системы — переход от объективных технических показателей к субъективным педагогическим факторам. Гибкость логико-вероятностного метода позволяет провести системную методологическую адаптацию при сохранении строгости, содержательной адекватности при работе с объектами педагогической системы: жёсткие причинно-следственные связи технических систем замещаются вероятностными оценками, логические операторы описывают не детерминированные условия, а сценарии возможного исхода (вероятности базовых событий технических систем опираются на статистику отказов, в педагогике — на экспертные оценки, данные образовательной статистики).

Таблица 1 - Аналогии между технической и педагогической системами

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.7.2>

Техническая система	Педагогическая система
Отказ системы (авария)	Риск недостижения педагогической цели (низкая успеваемость, эмоциональное выгорание и др.)
Базовые «рисковые» события — отказы компонентов (отказ элемента, разрыв трубы и др.)	Базовые «рисковые» события — совокупность психолого-педагогических и организационных факторов риска недостижения педагогической цели (низкая мотивация, пробелы в знаниях и др.)
Логические связи (и, или)	Условия, при которых педагогическая цель недостигнута (конфликт с преподавателем, конфликт в группе, некачественные учебные материалы и др.)

Нормативно-подушевое финансирование вузов и сохранение контингента студентов — две стороны одной медали современного образования. На основе логико-вероятностного метода мы оценили риск неуспеваемости студента первого курса, обучающегося по специальности «Математика и информатика» в ЛГПУ им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, по одному из ключевых предметов — «Алгебра»:

1. Определение нежелательного события (верхушка дерева сценариев) — $Y = \text{«Студент не освоил предмет к концу семестра»}$ (набрал < 40 баллов за работу в семестре).

2. Основываясь на практическом опыте, выделение базового события (факторы риска):

– $X_1 = \text{«Студент имеет пробелы в базовых знаниях»}$;

– $X_2 = \text{«Студент имеет низкую учебную мотивацию»}$;

– $X_3 = \text{«Недостаточный уровень методологического обеспечения учебного процесса»}$;

– $X_4 = \text{«Предполагается значительный объем самостоятельной работы, способствующей формированию компетенции»}$;

– $X_5 = \text{«Высокая учебная нагрузка и ограниченные временные рамки»}$;

– $X_6 = \text{«Отсутствие поддержки со стороны куратора/одногруппников»}$.

3. На основании экспертного метода (мнения квалифицированных специалистов — педагогов (5 человек)) построение «дерево неудачи», т.е. определение логических связей с использованием логических операций.

Эксперты считают, что студент попадёт в список неуспевающих, если:

– студент имеет пробелы в базовых знаниях (И) низкую учебную мотивацию к предмету (И) недостаточный уровень методологического обеспечения учебного процесса;

(ИЛИ)

– студент имеет пробелы в базовых знаниях (И) низкую учебную мотивацию к предмету (И) предполагается значительный объем самостоятельной работы, способствующей формированию компетенций;

(ИЛИ)

– высокая учебная нагрузка и ограниченные временные рамки (И) отсутствие поддержки со стороны куратора / одногруппников.

С учётом выделенных базовых событий логическая функция в форме ДНФ (дизъюнктивная нормальная форма), описывающая риск неуспеваемости студента первого курса, имеет вид:

$$Y(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6) = (X_1 \ X_2 \ X_3) \ (X_1 \ X_2 \ X_4) \ (X_5 \ X_6).$$

4. На основании системы методов, таких как анкетирование, статистические данные (результаты контрольных мероприятий, диагностики), экспертного опроса преподавателей, проведённых во время исследования, определяются оценки — вероятности для каждого базового события для конкретной студенческой группы:

– $P(X_1) = 0,3$ (30% студентов имеют пробелы в базовых знаниях, необходимых для освоения предмета);

– $P(X_2) = 0,2$ (20% студентов имеют низкую учебную мотивацию к предмету);

– $P(X_3) = 0,1$;

– $P(X_4) = 0,5$;

– $P(X_5) = 0,45$;

– $P(X_6) = 0,35$.

5. При предположении, что базовые события $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ независимы (упрощение модели), вычисляется вероятность построенной логической функции $Y(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$: $P(Y) = P((X_1 \ X_2 \ X_3) \ (X_1 \ X_2 \ X_4) \ (X_5 \ X_6))$. Вероятности событий «И»:

– событие А: $P(X_1 \ X_2 \ X_3) = P(X_1) \ P(X_2) \ P(X_3) = 0,006$;

– событие В: $P(X_1 \ X_2 \ X_4) = P(X_1) \ P(X_2) \ P(X_4) = 0,003$;

– событие С: $P(X_5 \ X_6) = P(X_5) \ P(X_6) = 0,158$.

Вероятности событий «ИЛИ»: $P(Y) = P(A \ B \ C) = P(A) + P(B) + P(C) - P(A \ B) - P(A \ C) - P(B \ C) + P(A) \ P(B) \ P(C) = 0,188$.

Таким образом, риск неуспеваемости студента первого курса по построенной модели составляет 18,8%.

Построенную модель можно рассмотреть с позиции «Что-если»:

– уменьшение пробелов в базовых знаниях на 20% позволит снизить риск неуспеваемости первокурсника по алгебре на 2% — небольшой эффект;

– при активной работе куратора и благоприятного климата в группе ($P(X_6) = 0,1$) риск неуспеваемости первокурсника по ключевому предмету сокращается на 10.9%. Модель доказывает, что фактор X_6 — «Отсутствие поддержки со стороны куратора/одногруппников» — является «узким местом» модели: даже если изначально студент испытывает трудности при обучении, то наличие поддержки со стороны куратора/одногруппников может предотвратить неудачу и помочь первокурснику адаптироваться в вузе. Полученный результат свидетельствует о важности инвестиций в систему тьюторства и кураторства.

Рассчитанную по модели вероятность риска неуспеваемости следует отслеживать в динамике (результаты аттестаций в семестре) и проводить сравнительный анализ с другими группами/курсами, что позволит выявить и повлиять на фактор, который в наибольшей степени оказывает влияние на риск недостижения поставленной педагогической цели.

Логико-вероятностный метод может оказаться полезен при проектировании образовательных программ, диагностики «слабых мест» учебного процесса, оценки индивидуальных образовательных траекторий, управлении качеством образования в вузе/школе. Одна из трудностей при применении логико-вероятностного метода в педагогических исследованиях — вероятностные события педагогической системы достаточно трудно измерить точно (в отличие от технических систем). Для решения этой задачи необходимо использовать систему методов: экспертные

оценки, опросы, шкалирование, что позволит в некоторой степени нивелировать влияние субъективного фактора. Зависимость базовых событий — другая сложность применения логико-вероятностного метода в педагогических исследованиях, что существенно усложняет расчёты и требует применения дополнительных исследований. Для этой цели можно использовать байесовские сети — мощный и гибкий инструмент для рассуждений в условиях неопределённости, которые позволяют выйти за рамки статистических моделей [12], [15]. Построение вероятностной графической модели позволит наглядно отобразить причинно-следственные связи в педагогической системе, интерпретировать их и представить изучаемую систему в понятном и «прозрачном» виде. На основе применения логико-вероятностного метода происходит структурирование знаний о проблеме, выявляются ключевые факторы риска и скрытые взаимосвязи. Гибкая структура метода позволяет обнаружить и по возможности сократить значимые угрозы. Такой подход позволяет управлять образовательными системами более эффективно, отслеживая «слабые места» педагогической системы (например, массовое отчисление).

Заключение

На сегодняшний день применение классического логико-вероятностного метода для описания особенностей педагогической системы не является массовым, однако существует значительный пласт исследований, в которых используются близкие подходы: квадиметрический [5], [17], вероятностно-статистические модели и педагогическая диагностика [13], [16], системный анализ [1], [4], анализ рисков в управлении качеством образования [2], [10], математическое моделирование и образовательная аналитика [3], [8]. Систематизировав информацию о возможностях каждого из перечисленных подходов, мы оценили возможный результат их совместной работы с логико-вероятностным методом:

1) квадиметрический подход + логико-вероятностный метод — аппарат для логического структурирования системы, который позволяет учесть неопределённость и стохастичность педагогических процессов (дерево свойств дерево отказов);

2) вероятностно-статистические модели и педагогическая диагностика + логико-вероятностный метод — построение гибких логико-вероятностных моделей, учитывающие особенности педагогической системы;

3) системный анализ в образовании + логико-вероятностный метод — возможность перевода качественного системного понимания на строгий математический язык (получение количественных оценок);

4) анализ рисков в управлении качеством образования + логико-вероятностный метод — возможность перевода управления рисками с уровня субъективных экспертных мнений на уровень количественно обоснованных решений;

5) математическое моделирование и образовательная аналитика + логико-вероятностный метод — мощный комплексный инструмент управления (сбор данных, прогнозирование, глубокий причинный анализ, принятие обоснованных решений).

Таким образом, логико-вероятностный метод способен дополнить традиционные подходы к исследованию педагогической системы. Использование логико-вероятностного метода для анализа педагогической системы позволяет перейти от интуитивных оценок к системному, количественному анализу некоторых проблем, возникающих в сфере образования, принятию обоснованных решений по повышению устойчивости изучаемой системы.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Демченок О.Г., Восточно-Сибирский институт МВД России, Иркутск Российской Федерации
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.7.3>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Demenchenok O.G., East-Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Irkutsk Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.7.3>

Список литературы / References

1. Богданова В.В. Прогнозирование в образовании: теория и практика / В.В. Богданова, Н.В. Кузнецова // Психология и педагогика служебной деятельности. — 2023. — № 2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-v-obrazovanii-teoriya-i-praktika> (дата обращения: 07.11.25).
2. Бондарь Ю.В. Анализ рисков в высших учебных заведениях / Ю.В. Бондарь, М.Н. Степанова, А.В. Павленко // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. — 2016. — № 2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-riskov-v-vysshikh-uchebnyh-zavedeniyah> (дата обращения: 07.11.25).
3. Гончарова О.Н. Математическое моделирование как средство формирования социально-адаптационных качеств студентов высших учебных заведений / О.Н. Гончарова // ДМ. — 2021. — № 54. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-kak-sredstvo-formirovaniya-sotsialno-adaptatsionnyh-kachestv-studentov-vysshikh-uchebnyh-zavedeniy> (дата обращения: 07.11.25).
4. Егоров А.И. Системный анализ и управление в высшем профессиональном образовании / А.И. Егоров // Современные проблемы науки и образования. — 2009. — № 6-1. — URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=1354> (дата обращения: 07.11.25).
5. Ершова О.В. Квадиметрия как теоретическое основание рейтинговой системы оценки качества подготовки студентов / О.В. Ершова, Л.В. Чупрова, Э.Р. Муллина и др. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2016. — № 9-1. — С. 141–144. — URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10207> (дата обращения: 06.11.25).

6. Карапасев В.В. Модификация методов логико-вероятностного управления риском и эффективностью в кредитной и лизинговой деятельности / В.В. Карапасев // Лизинг. — 2010. — № 4. — С. 68–72.
7. Карапасева Е.И. Логико-вероятностная модель для оценки операционного риска банка и резервирования капитала / Е.И. Карапасева // Проблемы анализа риска. — 2012. — Т. 9. — № 2. — С. 24–35.
8. Киселева О.М. Применение математических моделей в педагогике. Модель цели обучения / О.М. Киселева // Современная педагогика. — 2014. — № 4. — URL: <https://pedagogika.snauka.ru/2014/04/2234> (дата обращения: 03.06.25).
9. Коваленко В.С. Мониторинг лесных пожаров – логико-вероятностный метод оценки лесопожарной безопасности / В.С. Коваленко, В.П. Крейтор, О.М. Троянов // ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2021. — С. 731–737.
10. Маслова И.А. Методы оценки рисков университетов / И.А. Маслова, Р.Р. Аетдинова // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. — 2022. — № 1 (58). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-riskov-universitetov> (дата обращения: 07.11.25).
11. Калашников А.О. Применение логико-вероятностного метода в информационной безопасности. Часть 6 / А.О. Калашников, Е.В. Аникина, К.А. Бугайский и др. // Вопросы кибербезопасности. — 2025. — № 1(65). — С. 96–107. — DOI: 10.21681/2311-3456-2025-1-96-107
12. Полухин П.В. Вариационные алгоритмы обучения и опроса динамических байесовских сетей в условиях частичной наблюдаемости параметров / П.В. Полухин // Вестник кибернетики. — 2022. — № 2 (46). — С. 75–84. — DOI: 10.34822/1999-7604-2022-2-75-84
13. Романов В.П. Вероятностно-статистическая модель учащегося / В.П. Романов, Н.А. Соколова // Современные проблемы науки и образования. — 2009. — № 6-3. — URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=1444> (дата обращения: 07.11.25).
14. Соложенцев Е.Д. Логико-вероятностные модели риска для оценки и анализа наркоситуации региона / Е.Д. Соложенцев, С.А. Митягин // Проблемы анализа риска. — 2014. — Т. 11. — № 1. — С. 20–39.
15. Торопова А.В. Байесовские сети доверия: инструменты и использование в учебном процессе / А.В. Торопова // КИО. — 2016. — № 4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bayesovskie-seti-doveriya-instrumenty-i-ispolzovanie-v-uchebnom-protsesse> (дата обращения: 07.11.25).
16. Ходанович А.И. Вероятностно-статистические методы и модели учебном компьютерном эксперименте / А.И. Ходанович, И.В. Сорокина, Д.С. Скоморохов // МНКО. — 2017. — № 1 (62). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/veroyatnostno-statisticheskie-metody-i-modeli-uchebnom-kompyuternom-eksperimente> (дата обращения: 07.11.25).
17. Шихова О.Ф. Квадиметрический подход к диагностике компетенций выпускников высшей школы / О.Ф. Шихова, Ю.А. Шихов // Образование и наука. — 2013. — № 4 (103). — С. 40–57.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bogdanova V.V. Prognozirovaniye v obrazovaniye: teoriya i praktika [Forecasting in Education: Theory and Practice] / V.V. Bogdanova, N.V. Kuzneczova // Psychology and pedagogy of service activities. — 2023. — № 2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovaniye-v-obrazovanii-teoriya-i-praktika> (accessed: 07.11.25). [in Russian]
2. Bondar' Yu.V. Analiz riskov v vysshix uchebnyx zavedeniyax [Risk analysis in higher education institutions] / Yu.V. Bondar', M.N. Stepanova, A.V. Pavlenko // Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov. — 2016. — № 2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-riskov-v-vysshih-uchebnyh-zavedeniyah> (accessed: 07.11.25). [in Russian]
3. Goncharova O.N. Matematicheskoe modelirovaniye kak sredstvo formirovaniya social'no-adaptacionnyx kachestv studentov vysshix uchebnyx zavedenij [Mathematical modeling as a means of developing socially adaptive qualities of students in higher education institutions] / O.N. Goncharova // DM. — 2021. — № 54. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovaniye-kak-sredstvo-formirovaniya-sotsialno-adaptatsionnyh-kachestv-studentov-vysshih-uchebnyh-zavedenij> (accessed: 07.11.25). [in Russian]
4. Egorov A.I. Sistemnyj analiz i upravlenie v vysshem professional'nom obrazovanii [Systems analysis and management in higher professional education] / A.I. Egorov // Modern problems of science and education. — 2009. — № 6-1. — URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=1354> (accessed: 07.11.25). [in Russian]
5. Ershova O.V. Kvalimetryiya kak teoretycheskoe osnovaniye rejtingovoj sistemy' ocenki kachestva podgotovki studentov [Qualimetry as a theoretical basis for a rating system for assessing the quality of student training] / O.V. Ershova, L.V. Chuprova, E.R. Mullina et al. // International Journal of Applied and Basic Research. — 2016. — № 9-1. — P. 141–144. — URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10207> (accessed: 06.11.25). [in Russian]
6. Karasev V.V. Modifikaciya metodov logiko-veroyatnostnogo upravleniya riskom i effektivnost'yu v kreditnoj i lizingovoj deyatel'nosti [Modification of methods of logical-probabilistic risk and efficiency management in credit and leasing activities] / V.V. Karasev // Leasing. — 2010. — № 4. — P. 68–72. [in Russian]
7. Karaseva Ye.I. Logiko-veroyatnostnaya model dlya otsenki operatsionnogo riska banka i rezervirovaniya kapitala [A logical-probabilistic model for assessing a bank's operational risk and capital reservation] / Ye.I. Karaseva // Problemi analiza risika [Problems of risk analysis]. — 2012. — Vol. 9. — № 2. — P. 24–35. [in Russian]
8. Kiseleva O.M. Primenenie matematicheskix modelej v pedagogike. Model' celi obucheniya [Application of Mathematical Models in Pedagogy. Learning Goal Model] / O.M. Kiseleva // Modern pedagogy. — 2014. — № 4. — URL: <https://pedagogika.snauka.ru/2014/04/2234> (accessed: 03.06.25). [in Russian]

9. Kovalenko V.S. Monitoring lesnikh pozharov – logiko-veroyatnostnii metod otsenki lesopozharnoi bezopasnosti [Forest fire monitoring – a logical-probabilistic method for assessing forest fire safety] / V.S. Kovalenko, V.P. Kreitor, O.M. Troyanov // Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. — Saint Petersburg: Saint Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Civil Defense, Emergency Situations and Elimination of Consequences of Natural Disasters of the Russian Federation, 2021. — P. 731–737. [in Russian]
10. Maslova I.A. Metody' ocenki riskov universitetov [Methods for risk assessment of universities] / I.A. Maslova, R.R. Aetdinova // Scientific Bulletin: Finance, Banking, Investments. — 2022. — № 1 (58). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-riskov-universitetov> (accessed: 07.11.25). [in Russian]
11. Kalashnikov A.O. Primenenie logiko-veroyatnostnogo metoda v informacionnoj bezopasnosti. Chast' 6 [Application of the logical-probabilistic method in information security. Part 6] / A.O. Kalashnikov, E.V. Anikina, K.A. Bugajskij et al. // Cybersecurity issues. — 2025. — № 1(65). — P. 96–107. — DOI: 10.21681/2311-3456-2025-1-96-107 [in Russian]
12. Poluxin P.V. Variacionny'e algoritmy' obucheniya i oprosa dinamicheskix bajesovskix setej v usloviyax chasticnoj nablyudaemosti parametrov [Variational algorithms for learning and querying dynamic Bayesian networks under conditions of partial observability of parameters] / P.V. Poluxin // Bulletin of Cybernetics. — 2022. — № 2 (46). — P. 75–84. — DOI: 10.34822/1999-7604-2022-2-75-84 [in Russian]
13. Romanov V.P. Veroyatnostno-statisticheskaya model' uchashhegosya [Probabilistic-statistical model of a student] / V.P. Romanov, N.A. Sokolova // Modern problems of science and education. — 2009. — № 6-3. — URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=1444> (accessed: 07.11.25). [in Russian]
14. Solozhentsev Ye.D. Logiko-veroyatnostnie modeli riska dlya otsenki i analiza narkosituatsii regiona [Logical and probabilistic risk models for assessing and analyzing the drug situation in a region] / Ye.D. Solozhentsev, S.A. Mityagin // Problemi analiza riska [Problems of risk analysis]. — 2014. — Vol. 11. № 1. — P. 20–39. [in Russian]
15. Toropova A.V. Bajesovskie seti doveriya: instrumenty' i ispol'zovanie v uchebnom processe [Bayesian Belief Networks: Tools and Uses in Education] / A.V. Toropova // KIO. — 2016. — № 4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bayesovskie-seti-doveriya-instrumenty-i-ispolzovanie-v-uchebnom-protsesse> (accessed: 07.11.25). [in Russian]
16. Xodanovich A.I. Veroyatnostno-statisticheskie metody' i modeli uchebnom kompyuternom eksperimente [Probabilistic-statistical methods and models in educational computer experiments] / A.I. Xodanovich, I.V. Sorokina, D.S. Skomoroxov // MNKO. — 2017. — № 1 (62). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/veroyatnostno-statisticheskie-metody-i-modeli-uchebnom-kompyuternom-eksperimente> (accessed: 07.11.25). [in Russian]
17. Shixova O.F. Kvalimetriceskij podxod k diagnostike kompetencij vy'pusknikov vy'sshej shkoly' [A qualimetric approach to assessing the competencies of higher education graduates] / O.F. Shixova, Yu.A. Shixov // Education and Science. — 2013. — № 4 (103). — P. 40–57. [in Russian]