

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 159.95

DOI <https://doi.org/10.32782/EIS/2023-104-1>

ВИБІР МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ НА ПІДСТАВІ АНАЛІЗУ КОГНІТИВНИХ МОДЕЛЕЙ У СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

Алексєєв Михайло Олександрович,

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем
Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»
ORCID ID: 0000-0001-8726-7469

М'якенький Арсеній В'ячеславович,

аспірант кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем
Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»
ORCID ID: 0000-0002-4141-001X

У статті обґрунтований метод добору навчальних методик, а також модель оцінки когнітивних навичок студента, на підставі аналізу якої робиться висновок щодо необхідності зміни навчальної методики, що дозволило адаптивно змінювати методику викладання матеріалу під час навчання студента. Метою роботи є підвищення ефективності навчання студента через покращення якості добору методики навчання на основі аналізу його когнітивної моделі. Для розв'язання поставлених завдань були проаналізовані методи класифікації когнітивних процесів, що використовуються різними навчальними методиками. Визначено механізм збору інформації щодо змін когнітивних навичок протягом процесу навчання. На підставі аналізу зібраних відомостей обґрунтовано метод добору навчальної методики на основі аналізу когнітивних навичок студента, обчислених за результатами виконання контрольних заходів з дисципліни в системі дистанційної освіти. Запропоновані в роботі моделі та методи надають представлення та дозволяють накопичувати когнітивні навички студентів з метою їх аналізу, розвитку та можливості корегування. Розроблений метод дозволяє змінювати методику навчання для окремого студента, покращувати його когнітивні навички для ефективного засвоєння та розуміння навчальних матеріалів, що підтверджується дослідженням, проведеним у роботі.

Ключові слова: пізнання, когнітивна архітектура, когнітивне моделювання, когнітивні навички, навчальна методика, розумова діяльність.

Aleksieiev Mykhailo, Miakenkii Arseniy. Choose of teaching methodology based on the cognitive models analysis in the distance learning system

The article substantiates the algorithm of selecting teaching methodology and the model of student's cognitive skills evaluation, analysis of which can indicate the need to change the educational method, which allowed to adaptively change the teaching methods during the student's education. The purpose of the work is to increase the effectiveness of the student's education through the improvement of the quality of the selection of teaching methodology based on the analysis of his cognitive model. Methods of classifying cognitive processes used by various teaching methods were analyzed to solve the problems. The mechanism for collecting information on changes in cognitive skills during the education process is defined. Algorithm of selecting the teaching methodology is substantiated based on the analysis of the student's cognitive skills, calculated over the results of the control measures for the discipline in the distance education system. The models and methods proposed in the work provide a representation and allow students' cognitive skills to be accumulated for the purpose of their analysis, development and possibility of correction. The developed method makes it possible to change the teaching methodology for an individual student and improve his cognitive skills for effective learning and understanding of educational materials, which is confirmed by the research conducted in this work.

Key words: cognition, cognitive architecture, cognitive modeling, cognitive skills, teaching methodology, mental activity.

Вступ. Процес пізнання належить до розумової діяльності людини, поєднує в собі процеси сприйняття, уваги, пам'яті, мислення, розуміння, розв'язання проблем і ухвалення рішень, відіграє

важливу роль у взаємодії людини та світу, що її оточує. Важливим питанням у дослідженні розумових процесів є питання побудови моделей когнітивного пізнання людини. Відповідь на це

питання надає когнітивна наука, яка описує підходи та методи побудови обчислювальних моделей когнітивної діяльності людини.

Когнітивні моделі використовують з метою опису когнітивних процесів у розумовій діяльності студентів під час розв'язання завдань і вивчення нового матеріалу. Вони допомагають охарактеризувати знання та навички, яких студенти набувають під час різних етапів навчання, і полегшити пояснення та прогнозування результатів студентів. Таким чином, завдання з контролю знань можна розбити на кінцевий набір атрибутів або когнітивних компонентів як когнітивну модель, щоб вона могла зробити результати тестів більш інтерпретованими та значущими. Моделювання повного циклу пізнання людини з урахуванням усіх когнітивних процесів є комплексним завданням, оскільки вимагає великої кількості експериментальних даних і моделювання не тільки кожного процесу, а й взаємозв'язків між ними.

Мета дослідження. У роботі було вирішено обрати конкретний когнітивний процес для побудови моделі для аналізу, наприклад процес ухвалення рішень, а саме ухвалення рішень студентом під час виконання тестів.

Основний зміст роботи. Ухвалення рішень – це високорівневий когнітивний процес, заснований на процесах сприйняття, пам'яті й уваги. Ситуації, які виникають у реальному житті, потребують ухвалення низки рішень, які залежать від попереднього досвіду людини. Когнітивна наука дозволяє розглядати процес ухвалення рішень як динамічний, описує механізми моделювання чинників, що впливають на рішення людини. На рисунку 1 представлено схематичне співвідношення між процесом ухвалення рішень і видами когнітивних моделей, які лежать у його основі.

Найбільш поширеною моделлю динамічного ухвалення рішень у когнітивній науці є теорія

навчання на основі прикладів, або instance based learning theory (далі – IBLT) [1]. Ухвалення рішень на основі прикладів означає, що рішення про те, яку дію обрати, ухвалюється з використанням накопиченого досвіду. Спостереження в реальних, складних ситуаціях (наприклад, бойові дії та гасіння пожеж) підтверджують ідею про те, що в умовах стресу, невизначеності або перевантаження завданнями люди ухвалюють рішення переважно на основі досвіду. IBLT описує, що під час ухвалення рішень у пам'яті людини накопичуються приклади поведінки. IBLT описує когнітивно вірогідний процес ухвалення рішень, за допомогою якого люди отримують і оновлюють приклади в пам'яті та навчаються.

Основними кроками у процесі ухвалення рішень, запропонованими IBLT, є розпізнавання, судження, вибір і зворотний зв'язок. Ухвалення рішень починається з пошуку альтернатив і класифікації цих альтернатив як типових чи нетипових. Ситуація є типовою, якщо є спогади про подібні ситуації, тоді як нетипові ситуації оцінюються за допомогою евристичного або сукупного значення корисності з минулого досвіду. Далі постає вибір: шукати більше альтернатив або обрати поточну найкращу альтернативу. Результат вибору визначається «рівнем прагнення» особи. Більше альтернатив оцінюється, поки особа, яка ухвалює рішення, «незадоволена» поточною найкращою альтернативою. Основним визначальним чинником «задоволеності» є час, що залишився, для ухвалення рішення, тому якщо часу не лишилося, людина обирає поточну найкращу альтернативу. Після обрання пам'ять про рішення змінюється. У визначену мить зворотний зв'язок із зазначеним результатом попередніх рішень.

Для моделювання процесу ухвалення рішень необхідно також зібрати досить інформації щодо тих когнітивних навичок, які людина

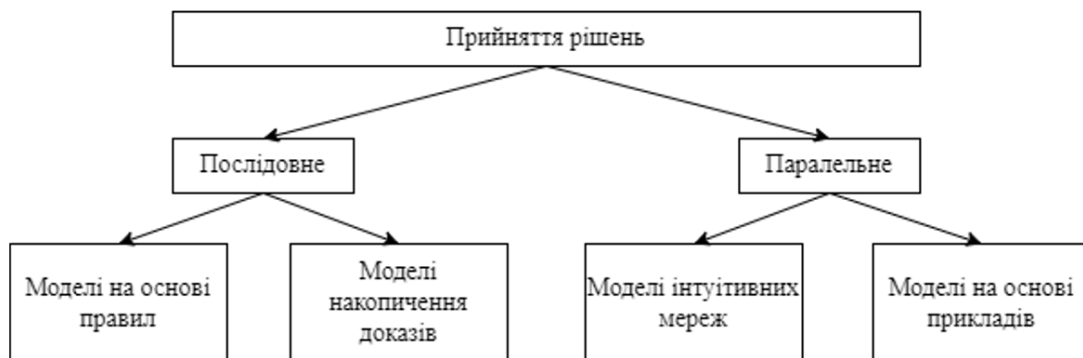


Рис. 1. Схема когнітивних моделей процесу ухвалення рішень

використовує під час цього процесу. Із цією метою була обрана ревізія таксономії Б. Блума [2]. Таксономія Б. Блума містить шість категорій розумових процесів, починаючи від процесів нижчого порядку, які потребують меншої когнітивної обробки, до процесів вищого порядку, які потребують глибшого навчання та більшого ступеня когнітивної обробки. З розвитком когнітивної науки та когнітивної психології таксономія Б. Блума була переглянута у праці Лоріна Андерсона та Девіда Кретвола [3]. Таксономія являє собою ієрархію, яка складається з таких процесів: запам'ятовування, розуміння, застосування, аналіз, оцінка та створення (рис. 2).

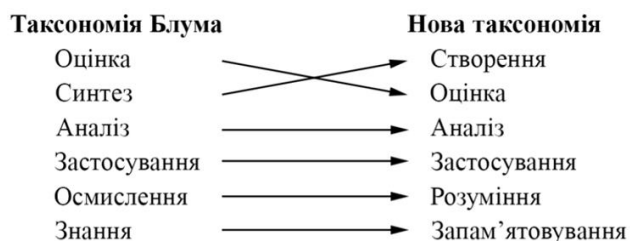


Рис. 2. Переглянута таксономія Б. Блума

Рівень запам'ятовування відповідає за розпізнавання або пригадування знань із пам'яті. У цьому процесі пам'ять використовується для створення чи пошуку визначень, фактів або для отримання раніше вивченої інформації.

Розумінням отриманої інформації та знань вважається здатність людини конструювати сенс із повідомлень, які надходять у вигляді усної, графічної, або письмової, інформації. Це здатність інтегрувати здобуті знання з наявними когнітивними структурами. Застосування передбачає використання процедур для виконання вправ або розв'язання завдань. Рівень аналізу відповідає за розбиття матеріалів або концепцій на частини, визначення того, як частини пов'язані одна з одною чи як частини пов'язані із загальною структурою чи метою. Визначення рівня оцінки не відрізняється від оригінального визначення в таксономії Б. Блума. Він відповідає за винесення суджень на основі критеріїв і стандартів шляхом перевірки та критики. Створення або об'єднання елементів у функціональне ціле перебуває на останньому рівні таксономії. Воно відповідає за реорганізацію елементів у новий шаблон або структуру шляхом створення, планування або виробництва. Створення вимагає по-новому об'єднати частини або синтезувати частини в щось нове та відмінне. Цей процес є найскладнішою розумовою функцією в новій таксономії. Також ревізія оригінальної роботи Б. Блума розширює класифікацію когнітивних процесів через опис когнітивних навичок для кожного рівня таксономії, які можна використовувати для побудови когнітивної моделі студента [3].

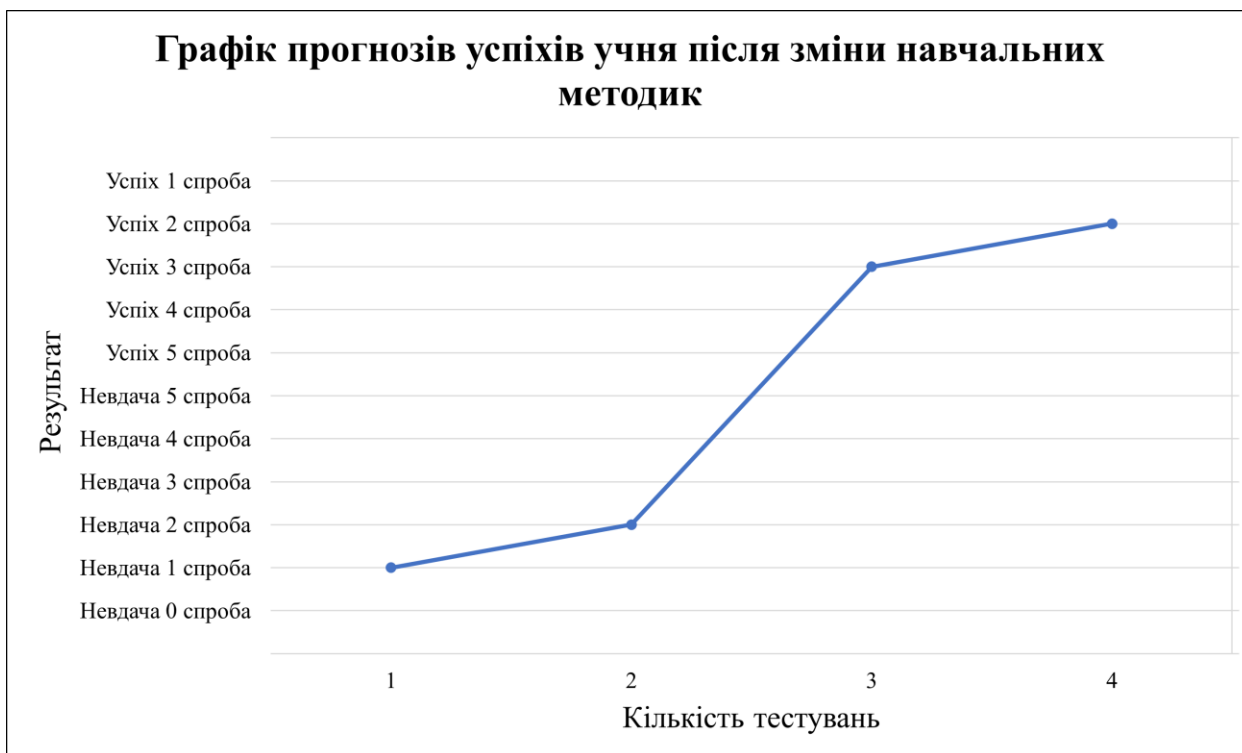


Рис. 3. Графік прогнозів успіхів студента після зміни навчальних методик

Як модель, на підставі якої робиться висновок щодо добору навчальних методик, була побудована модель класифікації з використанням алгоритму випадкового лісу.

Об'єктом класифікації є результат виконання студентом контрольних або проміжних завдань із дисципліни за окремою навчальною методикою. На виконання завдання студентів надається лімітована кількість спроб, а результат визначається станом «склав» або «не склав». Отже, вихідними є класи, отримані комбінацією станів завдання «склав» або «не склав», а також із якої спроби був отриманий стан завдання.

Ознаками класифікації є обчислені когнітивні навички студентів у результаті виконання завдання та теми, які охоплюються завданнями тестових матеріалів. Кожне завдання в розробленій моделі охоплює три теми з набору тем дисципліни. Даний набір ознак дозволяє класифікувати результати тестування окремих студентів і робити висновки щодо покращення навчальної методики.

Аналіз когнітивних навичок студентів системи з подальшим висновком щодо добору навчальних методик здійснюється за допомогою дослідження проходження студентами тестових матеріалів. Щоб тестові матеріали надавали уявлення про когнітивні навички, необхідні для вирішення завдання, був створений набір даних, у якому містяться оцінки

когнітивних навичок для кожного завдання, які надані експертами [4]. Окрім уявлення про когнітивні навички для вирішення завдання, нам необхідно мати уявлення про когнітивні навички студента, які необхідні для засвоєння окремих тем, які охоплює дисципліна та знання яких перевіряється тестовими матеріалами. Перелік когнітивних навичок був обраний згідно з таксономією Л. Андерсона та Д. Кретвола.

Отриманий набір даних використовується для навчання моделі. Після цього студенти починають вивчати матеріали дисципліни за стандартною навчальною методикою курсу, за якими надається наступний тестовий проміжний контроль. Результати тестування використовуються для прогнозування успіхів студенту за попередньою моделлю, а після цього порівнюються з реальними результатами. На основі порівняння робиться висновок щодо ефективності обраної методики для кожного студента. У результаті висновків навчальна методика знову змінюється, модель доповнюється отриманими даними, процедура повторюється до досягнення задовільних результатів.

Запропонована методика була застосована на наборі даних результатів тестувань студентів. На рисунку 3 представлений графік прогнозованих успіхів окремого студента у виконанні окремого завдання на заданий набір тем, а на рисунку 4 представлені реальні результати,

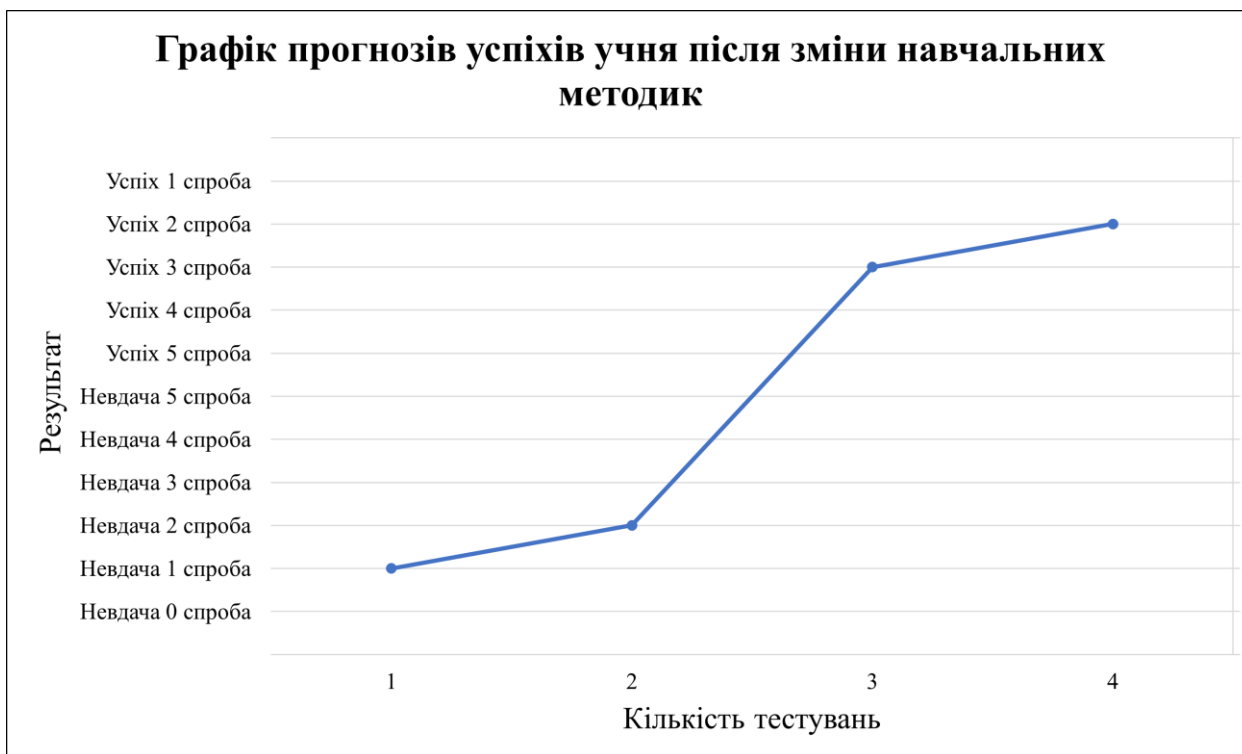


Рис. 4. Графік результатів тестування студента після зміни навчальних методик

отримані студентом під час виконання цього завдання.

Після кожного тестування результати моделі порівнювалися з реальними результатами та робився висновок щодо покращення навчальної методики. Тенденцію ефективності добору навчальних методик показує графік порівняння результатів моделі та реальних результатів, зображений на рисунку 5. Як можна бачити, після першого тестування прогнозований і реальні результати показують невдачу у виконанні студентом поставленого завдання. Із цього можна зробити висновок, що початкова методика навчання не є ефективною та потребує змін. Після корегування навчальних методик на наступному проміжному тестуванні за прогнозованими результатами студент усе ще не мав скласти завдання успішно, але реальні результати показують, що студент використав усі спроби, але виконав завдання успішно. На основі цього можна зробити висновок, що зміна навчальної методики для цього студента покращила його когнітивні навички та його результат із даних тем.

Після доповнення навчальної методики прогнозований і реальний результат показали успіх з невеликою різницею у спробах, що означає, що модифікована навчальна методика значно покращила опанування матеріалу студентом.

Подальші вдосконалення методики не надали результатів покращення. Причиною цього може бути досягнення межі можливостей когнітивної системи студента або відсутність мотивації для досягнення максимального результату, або комбінація цих чинників.

Висновки. У статті був представлений метод добору навчальної методики на основі аналізу когнітивних навичок студента, обчислених за результатами виконання контрольних заходів з дисципліни. За допомогою цього методу було проведено дослідження впливу адаптивної зміни навчальних методик на результати оцінювання окремих студентів. Для тестування запропонованого методу добору були отримані набори даних з експертними оцінками когнітивних навичок і тем, які необхідні для виконання контрольних завдань, а також результати виконання студентами тестових завдань з обрахованими оцінками когнітивних навичок на основі системи штрафів. Отримані результати показали ефективність запропонованого методу добору, що виражається в покращенні результатів контролю знань окремих студентів.

Метод може використовуватись у системах дистанційної освіти з метою підвищення когнітивних навичок студентів, що підвищить ефективність засвоєння матеріалів дисциплін.

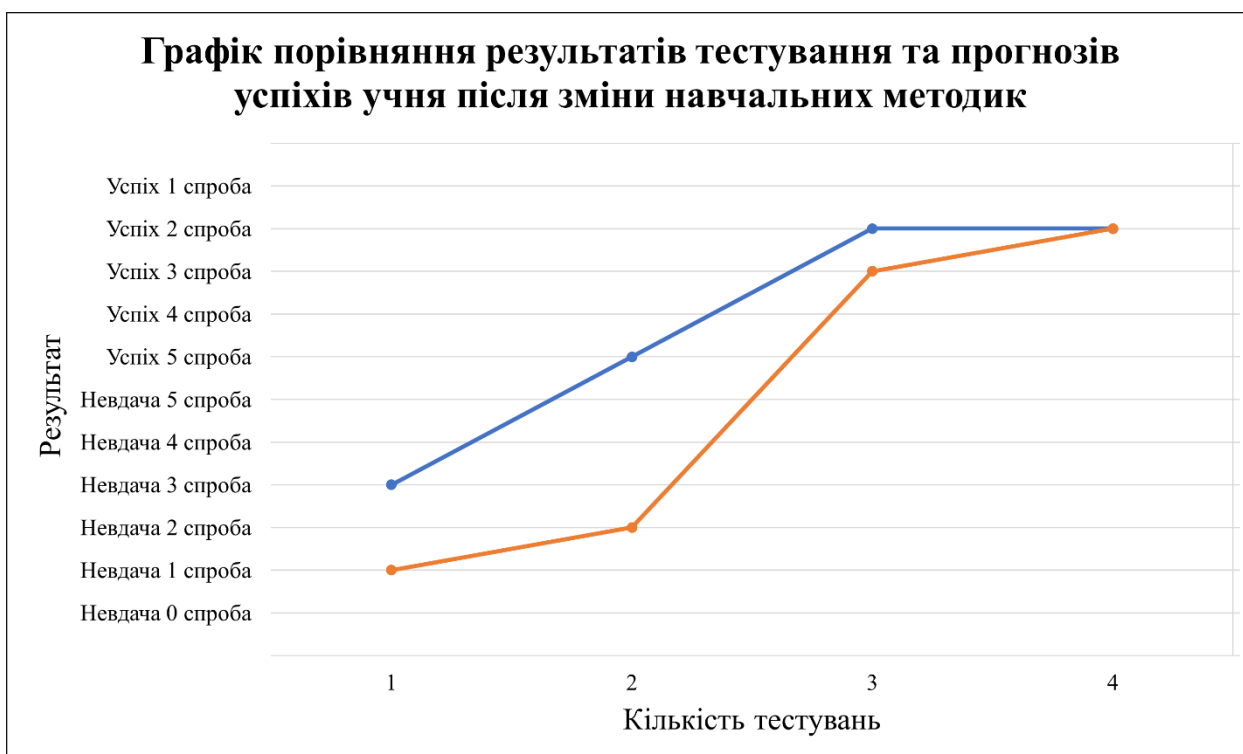


Рис. 5. Графік порівняння результатів тестування та прогнозів успіхів студента після зміни навчальних методик

ЛІТЕРАТУРА:

1. Gonzalez C. Instance-based learning in dynamic decision making. *Cognitive Science*. 2003. № 27 (4). P. 591–635.
2. Bloom B.S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. New York : Longman, 1984. 403 p.
3. Anderson L.W., Krathwohl D.R. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives. New York : Longman, 2001.
4. Automatic Discovery of Cognitive Skills to Improve the Prediction of Student Learning / V.R. Lindsey et al. *Proceeding of 21'nd Conference on Neural Information Processing Systems, 8–10 December 2008, Vancouver*. 2022.

REFERENCES:

1. Gonzalez, C. (2003). Instance-based learning in dynamic decision making. *Cognitive Science*. № 27 (4). P. 591–635.
2. Bloom, B.S. (1984). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. New York : Longman. 403 p.
3. Anderson, L.W., Krathwohl, D.R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives. New York : Longman.
4. (2022). Automatic Discovery of Cognitive Skills to Improve the Prediction of Student Learning / V.R. Lindsey et al. *Proceeding of 21'nd Conference on Neural Information Processing Systems, 8–10 December 2008, Vancouver*.