

## О реализации дискретной линии в обучении дисциплине «Искусственный интеллект» студентов педагогических направлений подготовки

**Е. А. Перминов**

доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры математических и естественно-научных дисциплин,  
Российский государственный профессионально-педагогический университет,  
Россия, г. Екатеринбург. ORCID: 0000-0002-8807-2476. E-mail: perminov\_ea@mail.ru

**Аннотация.** Как известно, искусственный интеллект (ИИ) стал лидирующей информационной технологией цифровой эры. В статье исследуется фундаментальная роль дискретной математики (ДМ) в разработке методики обучения дисциплине «Искусственный интеллект» студентов педагогических направлений подготовки.

Обосновывается, что в отборе содержания обучения дисциплине «ИИ» будущих педагогов велико значение *фундаментальных основ* дискретной математики. Они включают в себя ключевые понятия и методы следующих областей ДМ: *абстрактной алгебры, математической логики, теорий графов, алгоритмов, автоматов и формальных языков, комбинаторики.*

Известно, что проблема представления нечетких знаний является ключевой в разработке ИИ. Характеризуется важная роль фундаментальных основ ДМ в обучении будущих педагогов представлению нечетких знаний в системах искусственного интеллекта. Это обучение особенно необходимо в использовании ими ИИ в своей будущей профессиональной деятельности.

Характеризуется роль ДМ в классификации видов алгоритмически разрешимых задач искусственного интеллекта. Это имеет фундаментальное значение в понимании будущими педагогами того, что можно и что нельзя сделать на основе ИИ в самых различных областях деятельности.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, обучение педагогов, роль дискретной математики.

Как известно, в РФ разработан и утвержден Федеральный проект «Искусственный интеллект» (ИИ) [13], который затронет или полностью преобразует все профессии во всех сферах деятельности человека. Искусственный интеллект на рубеже веков становится ведущей основой автоматизации и роботизации производства, в котором «доля автоматизированных процессов достигнет к 2035 г. 95 %, а 50–70 % нынешних рабочих мест в этой сфере перестанут существовать» [7]. Фундаментальное значение ИИ предсказал более чем полвека назад основоположник кибернетики В. М. Глушков [3].

Формирование ИИ как области науки началось более полувека назад, но и в настоящее время по-прежнему существуют различные представления о предмете и функциях искусственного интеллекта (см., например, [6; 15]). Становится ясно, что в XXI веке Искусственный интеллект стал *лидирующей информационной технологией* научных исследований и поэтому имеет фундаментальное значение в модернизации современного образования, предусмотренной в национальном проекте «Образование». В связи с этим планируется в пилотном режиме ввести в школы страны новый учебный предмет – «Искусственный интеллект» [12]. Несомненно, является назревшей и проблема внедрения предмета ИИ в подготовку в средних специальных учебных заведениях.

**Об актуальности реализации дискретной линии.** В разработке Искусственного интеллекта велико значение дискретной математики (ДМ). Как следует из анализа трудов А. П. Ершова [5], дискретная математика является основой языка информационных технологий и процессов и поэтому – основой ИИ как лидирующей информационной технологии цифровой эры. Роль дискретной математики особенно важна в доведении системы «законов обработки информации до той же степени стройности и заразительности, какой сейчас обладает курс математического анализа, читаемый в лучших университетах» [5, с. 294]. В начавшуюся цифровую эру идеи и методы ДМ стали основой информационной технологии обработки больших данных (Big Data) как новой науки, представляющей удивительную «возможность с точностью предсказывать, что произойдет в будущем в самых разных областях жизни» [10, с. 2].

Поэтому закономерно, что на важность и актуальность в цифровую эпоху изучения основ дискретной математики в школах и вузах указывалось на 13-м Всемирном конгрессе по математическому образованию (ICME-13), проходившем в Гамбурге (Германия) в июле 2016 г. В научном обиходе за рубежом даже появилось крылатое выражение «Дискретная математика рулит!».

Предугадывая еще полвека назад это фундаментальное значение ДМ (известной также под названиями *конечная* и компьютерная), А. Н. Колмогоров указывал, что «по существу все связи между математикой и ее реальными применениями полностью уместаются в области конечного» [8, с. 15].

Таким образом, дискретная математика имеет фундаментальное значение в решении назревшей проблемы внедрения ИИ не только в вузах, но уже и в школах и средних специальных учебных заведениях. Поэтому является *актуальной* реализация дискретной линии в обучении дисциплине «Искусственный интеллект» студентов педагогических направлений, что имеет важное значение и в их методической подготовке к обучению этой дисциплине учащихся школ, колледжей (техникумов).

**О роли фундаментальных основ дискретной математики в обучении дисциплине «Искусственный интеллект».** В последние десятилетия в условиях большой свободы, предоставляемой ФГОС ВО в формировании ООП и учебных планов, возникли большие *диспропорции* между фундаментализацией образования и чрезмерным внедрением в него информационных технологий. Это особенно важно учесть в подготовке студентов педагогических направлений, несущих наибольшую ответственность в подготовке уже со школьной скамьи будущих профессиональных работников цифровой эры.

В фундаментализации подготовки студентов в вузах особенно важна *интеграция или сближение* науки и образования, предполагающая установление связей между ними. Поэтому ДМ как лидирующая наука в информатизации всех областей деятельности лежит в основе фундаментализации подготовки будущих педагогов дисциплине «Искусственный интеллект» как новой уникальной информационной технологии цифровой эры. В то же время наблюдается упрощенное внедрение ИИ в подготовку студентов в вузах. Это особенно выпукло отражается в изучении с ними «инструкций» по использованию различных инструментальных систем ИИ для решения простых задач (например, задачи «Определение площади плоских фигур» или «Расчет параметров электрической цепи постоянного тока» и др. [14]). В результате по-прежнему «над учителем и школьником довлеют рекомендации работать с установившимся инструктивным материалом» [9, с. 13]. В связи с индустрией программного обеспечения инструментальных систем ИИ следует подчеркнуть, что «рекламный звон вокруг инструментов и методов – это чума индустрии ПО (программного обеспечения. – Е. П.). Большая часть усовершенствований средств и методов приводит к увеличению производительности и качества примерно на 5–35 %. Но многие из этих усовершенствований были заявлены как дающие преимущества на “порядок”» [2, с. 23].

В разработке информационных технологий, в том числе и искусственного интеллекта, велико значение сформировавшихся на рубеже тысячелетий *фундаментальных основ* дискретной математики. Как будет обосновано далее, они особенно важны в фундаментализации обучения дисциплине «Искусственный интеллект» студентов педагогических направлений, особенно – в отборе содержания ее обучения.

Анализ монографической и учебной литературы по дискретной математике, проведенный в [17], показывает, что фундаментальные основы ДМ включают в себя ключевые понятия и методы следующих ее областей, пронизывающих исследования самых различных наук: *абстрактной алгебры, математической логики, теорий графов, алгоритмов, автоматов и формальных языков, комбинаторики*. Не случайно базовые понятия и методы из перечисленных разделов ДМ (за исключением комбинаторики) включены в учебное пособие «Фундаментальные основы дискретной математики» [4]. Поэтому понятия и методы этих разделов ДМ стали концептуальной основой методики отбора содержания учебного пособия по ДМ для школьников [16].

Как следует из анализа [17], именно эти области ДМ являются основой разработки систем компьютерной математики и компьютерных технологий, и в том числе – разработки ИИ. Поэтому их значение фундаментально в формировании *общекультурных представлений* студентов педагогических направлений об идеях и методах искусственного интеллекта, имеющих важное значение в их подготовке к работе по «образовательным модулям по ИИ» в школе и в средних специальных учебных заведениях.

Особую ценность перечисленных областей ДМ в отборе целей и содержания профильного обучения ИИ будущих педагогов достаточно охарактеризовать на примере абстрактной алгебры (известной также под названиями современной и общей). Как известно, роль абстрактной алгебры «в современной математике исключительно велика, и существует объективная тенденция к дальнейшей “алгебраизации” математики» [11, стб. 117]. Поэтому «сфера ее применения расширяется столь стремительно, что иногда поговаривают об “алгебраической чуме”, охватившей не только

математику, но и другие науки» [19, с. 7]. Ввиду этого закономерно, что в настоящее время важную роль играет «алгебраизация» исследований даже в плохо формализуемых, но очень важных областях ИИ. Например, идеи и методы абстрактной алгебры оказались эффективными в исследованиях по обработке и распознаванию информации (в том числе видеoinформации), осуществленных в трудах академика Ю. И. Журавлева, а также его учеников и последователей. Поэтому не случайно абстрактная алгебра имеет фундаментальное значение в решении важной проблемы искусственного интеллекта – конструировании «универсальных человекоподобных роботов, способных заменить человека практически во всех областях деятельности, в которых он захочет себя заменить» [3, с. 431]. В частности, возникло «перспективное направление автоматизации более высоких творческих разделов инженерно-конструкторского труда – разработка так называемых алгебр конструкций» [Там же, с. 446].

Перечисленные разделы дискретной математики являются основой разработки формальных систем ИИ, которые имеют фундаментальное значение в автоматизации умственного труда. В настоящее время на основе формальных систем ИИ «разработаны эффективные методы доказательства теорем (методы автоматизации дедуктивного вывода): процедура вывода Эрбрана, принцип резолюции, вывод на графе связей, вывод на графе дизъюнктов» [15, с. 82]. Поэтому благодаря ИИ исследователи, особенно в экспериментальных науках, получают новые результаты, неожиданные для них самих! При этом компьютер «может не просто производить те или иные расчеты, а брать объект исследования, скажем, тот или иной физический прибор, присоединяться к этому прибору и самостоятельно проводить физический эксперимент, рассчитывать показания, обрабатывать их и выдавать готовый результат» [3, с. 415]. ИИ в условиях информационного затора особенно важен в решении тех проблем, которые человек не сможет решить даже в отведенный ему жизнью срок.

В контексте существующих проблем ИИ важно отметить, что «доминирующими в ДМ являются <...> алгебраические, порядковые структуры и логические, алгоритмические, комбинаторные схемы» [17, с. 64]. При этом под схемами в общенаучной терминологии подразумевают средства, методы математического исследования [18]. Как следует из анализа [17], язык этих структур и схем пронизывает исследования перечисленных ранее областей дискретной математики, в совокупности и образующих ее *фундаментальные основы*. Поэтому язык этих структур и схем особенно важен в фундаментализации обучения будущих педагогов дисциплине «Искусственный интеллект». В первую очередь – в обучении корректному использованию компьютерного, аппаратного и программного обеспечения ИИ, что позволяет избежать самых живучих ошибок в исследовании объектов и явлений – ошибок пропущенной логики рассуждений.

Отметим, что основы обучения языку доминирующих в ДМ структур и схем для студентов педагогических направлений изложены в учебном пособии Е. М. Вечтомова [1].

**О фундаментальной роли дискретной математики в обучении будущих педагогов представлению нечетких знаний в системах ИИ.** Проблема представления нечетких знаний является *ключевой* при разработке интеллектуальных систем ИИ различного назначения. Как известно, «нечеткие знания по своей природе разнообразны и могут быть условно разделены на следующие категории: неточность, недоопределенность, неоднозначность, т. е. любые нечеткости, между которыми нельзя провести четкой границы» [15, с. 124].

Нечеткие знания возникают при использовании слов естественного языка в различных видах моделирования (информационного, имитационного, стохастического и др.) объектов, явлений и процессов, особенно в гуманитарных областях, таких как педагогика, психология, медицина, социология, искусство и др. Поэтому будущие педагоги должны знать математические основы представления в системах ИИ нечетких знаний. Это играет важную роль в их подготовке к профильному обучению искусственному интеллекту школьников и студентов колледжей (техникумов) для демонстрации им возможностей ИИ в различных областях деятельности человека.

В связи с этим отметим, что на основе нечеткой математики разработан аппарат формализации содержательно значимых в ИИ понятий (например, таких как высокий или низкий уровень заболеваемости, устойчивая погода, плохое прилежание ученика и т. д.). Но важно подчеркнуть, что неотъемлемой частью математических основ представления в ИИ нечетких знаний, разработки нечетких систем ИИ и нечеткого управления реальными объектами и процессами на основе ИИ являются *основные понятия* языка доминирующих в ДМ структур и схем, перечисленных ранее.

Действительно, понятия нечеткого множества, нечеткого  $n$ -арного отношения и операции, нечеткого высказывания и предиката, нечеткой модели и алгоритма определяются на основе «четких» аналогов этих понятий ДМ. На основе этих четких аналогов разрабатываются средства «обработки неполных знаний, для которых необходимы немонотонные выводы, разрабатываются методы немонотонной логики: немонотонная логика Макдермотта и Доула, в которой вводятся условные логиче-

ские операции, логика умолчания о замкнутости мира Рейтера, немонотонная логика Маккарти и т. д.» [15, с. 109]. Возникающие при этом формальные системы нечеткого логического вывода играют важнейшую роль в приложениях ИИ в самых разных областях науки и производства (ИИ для бизнеса, проектах «умных» городов, различных экспертных систем, систем принятия решений и т. д.).

Важно подчеркнуть, что в результате на основе понятий и методов нечеткой дискретной математики возникает возможность «переформатировать» необходимый аппарат теории вероятностей и математической статистики (информация о вероятностях, корреляционный, факторный, дисперсионный анализ и др.) и представить его в компьютерном формате, пригодном для его использования в системах ИИ.

Следует подчеркнуть, что в использовании в системах ИИ понятий и методов нечеткой математики важную роль играет комбинаторика как раздел ДМ. Комбинаторные понятия и методы имеют фундаментальное значение в теории вероятностей, важной в использовании в ИИ методов нечеткой математики и математической статистики. Но еще более важно то, что понятия и методы комбинаторики позволяют преодолеть трудности в решении задач, приводящие к большим вычислениям на компьютере (эффект «комбинаторного взрыва»), при котором увеличение быстродействия компьютера не упрощает ситуацию с большими вычислениями. Это особенно важно в использовании ИИ в обработке и анализе больших данных (Big Data).

**Роль ДМ в классификациях алгоритмически разрешимых видов задач ИИ.** Вряд ли даже в будущем возможно будет сконструировать искусственный интеллект, который будет соперничать с человеком в выполнении таких задач, как анализ произведений литературы и искусства, принятие врачебных решений, перевод языков, абстрагирование и обобщение и т. д.

Принципиальные различия между разумом человека и «разумом» машины (компьютера) делает даже самые эффективные системы ИИ непригодными к решению многих сложных комплексных задач науки и производства посредством контактов с человеком, особенно ограниченных по времени, тем самым показывая ограниченность искусственно созданных языков. Поэтому для обеспечения надежности и безопасности использования ИИ в производстве и других сферах жизнедеятельности человека необходима сходная с математикой классификация задач, решаемых на основе ИИ. Эта классификация имеет особенно важное значение в подготовке будущих педагогов к формированию представлений школьников и студентов колледжей (техникумов) о возможностях ИИ в решении сложных комплексных проблем науки и производства (особенно проблем оптимизации системы «Человек – материал – среда обитания»).

Классификация задач, решаемых на основе искусственного интеллекта.

- 1) Задачи, не имеющие решения на основе ИИ. Примером такой задачи является задача создания вечного двигателя.
- 2) Задачи с неформализуемым условием на языке той или иной системы ИИ (некорректные задачи). Примером такой задачи является задача всестороннего анализа произведений искусства (задача создания компьютерного «аналога» искусствоведа).
- 3) Задачи с не найденным алгоритмом решения на основе профильной системы ИИ (разработанной для той или иной области исследований). Примером такой задачи является задача разработки алгоритма перечисления всех простых чисел, пока непосильная для систем ИИ, предназначенных для исследований в математике.
- 4) Задачи с «плохим» (экспоненциальным) алгоритмом решения. Примером такой задачи является астрономическая задача нахождения всех Галактик или задача описания всех простых групп (из абстрактной алгебры).
- 5) Задачи с «хорошим» (полиномиальным) алгоритмом решения. Примеров таких алгоритмов решения задач ИИ уже достаточно много известно в науках и производстве.

Как показывает проведенный в [17] анализ элементов ДМ в учебной и популярной литературе для школьников и основ методики элективного обучения ДМ в школе, в настоящее время уже разработаны основы методики внедрения элементов дискретной математики в содержание образовательных модулей по искусственному интеллекту для школьников. Эти элементы ДМ имеют важное значение в развитии математической одаренности школьников [18], развитие которой будет способствовать в будущем формированию их умений в использовании ИИ при обучении в вузах.

### Список литературы

1. Вечтолов Е. М. Математика: основные математические структуры : учебное пособие для академического бакалавриата. 2-е изд. М. : Юрайт, 2018. 296 с. (Серия: Бакалавр. Академический курс).
2. Гласс Р. Факты и заблуждения профессионального программирования: пер. с англ. С.-Петербург : Символ-Плюс, 2007. 240 с.

3. Глушков В. М. Кибернетика. Вопросы теории и практики. Москва : Наука, 1986. 477 с.
4. Горбатов В. А. Фундаментальные основы дискретной математики (информационная математика). М. : Издательство физико-математической литературы, 2000. 544 с.
5. Ершов А. П. Избранные труды. Новосибирск : Наука, Сибирская издат. фирма, 1994. 413 с.
6. Иванов В. М. Интеллектуальные системы : учебное пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. 92 с.
7. Калинина А. Как подготовить страну к четвертой промышленной революции // Газета РБК. 16 января 2017. URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2017/01/16/5878d2389a79470077130332> (дата обращения: 20.02.2019).
8. Колмогоров А. Н. Научные основы школьного курса математики. Первая лекция // Математика в школе. 1969. № 3. С. 12–18.
9. Красовский Н. Н. Математическое моделирование в школе // Изв. УрГУ. 1995. № 4. С. 12–24.
10. Майер-Шенбергер В., Кукьер К. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. 310 с.
11. Математическая энциклопедия : в 5 т. Т. 1. М. : Сов. энцикл., 1979. 1152 стб.
12. Минпросвещения РФ к 2021 году включит изучение искусственного интеллекта в школьную программу. РИА Новости РФ от 22.02.2020. URL: <https://ria.ru/20200221/1565037723.html> (дата обращения: 21.10.2020).
13. Национальный проект «Искусственный интеллект». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946>.
14. Никитин П. В., Горохова Р. И. Методические особенности обучения будущих учителей информатики основам искусственного интеллекта: от практики к теории // Проблемы современного образования. № 2. 2016. С. 121–126. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25919225> (дата обращения: 7.09.2020).
15. Павлов С. Н. Системы искусственного интеллекта : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1. Томск : Эль Контент, 2011. 176 с.
16. Перминов Е. А. Дискретная математика: учебное пособие для 8–9 классов средней общеобразовательной школы. Екатеринбург : ИПРО, 2004. 206 с.
17. Перминов Е. А. Методическая система обучения дискретной математике студентов педагогических направлений в аспекте интеграции образования : монография. Екатеринбург : Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 286 с.
18. Тестов В. А. Математическая одаренность и ее развитие // Перспективы науки и образования : международный электронный научно-практический журнал. 2014. № 6. С. 60–67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskaya-odarennost-i-ee-razvitiye> (дата обращения: 18.08.20).
19. Фрид Э. Элементарное введение в абстрактную алгебру. М. : Мир, 1979. 260 с.

## About the implementation of the discrete line in teaching the discipline "Artificial Intelligence" to students of pedagogical training areas

E. A. Perminov

Doctor of Pedagogical Sciences, associate professor, professor of the Department of Mathematical and Natural Science Disciplines, Russian State Vocational Pedagogical University.  
Russia, Yekaterinburg. ORCID: 0000-0002-8807-2476. E-mail: perminov\_ea@mail.ru

**Abstract.** As you know, artificial intelligence (AI) has become the leading information technology of the digital era. The article examines the fundamental role of discrete mathematics (DM) in the development of methods of teaching the discipline "Artificial Intelligence" to students of pedagogical training areas.

It is proved that in the selection of the content of teaching the discipline "AI" for future teachers, the fundamental foundations of discrete mathematics are of great importance. They include the key concepts and methods of the following areas of DM: abstract algebra, mathematical logic, graph theory, algorithms, automata and formal languages, and combinatorics.

It is known that the problem of representing fuzzy knowledge is a key one in the development of AI. The article describes the important role of the fundamental foundations of DM in teaching future teachers to represent fuzzy knowledge in artificial intelligence systems. This training is especially necessary in their use of AI in their future professional activities.

The role of DM in the classification of types of algorithmically solvable problems of artificial intelligence is characterized. This is fundamental to future educators' understanding of what can and cannot be done with AI in a wide variety of fields.

**Keywords:** artificial intelligence, teacher training, the role of discrete mathematics.

### References

1. Vechtomov E. M. *Matematika: osnovnye matematicheskie struktury : uchebnoe posobie dlya akademicheskogo baccalaureate* [Mathematics: basic mathematical structures : tutorial for academical baccalaureate]. 2nd ed. Moscow. Yurayt. 2018. 296 p. (Series: Bachelor. Academic course).

2. Glass R. *Fakty i zabluzhdeniya professional'nogo programmirovaniya : per. s angl.* [Facts and misconceptions of professional programming : trans. from English]. SPb. Symvol-Plus. 2007. 240 p.
3. Glushkov V. M. *Kibernetika. Voprosy teorii i praktik* [Cybernetics. Questions of theory and practice]. M. Nauka. 1986. 477 p.
4. Gorbatov V. A. *Fundamental'nye osnovy diskretnoj matematiki (informacionnaya matematika)* [Fundamental bases of discrete mathematics (information mathematics)]. M. Physical and Mathematical literature. 2000. 544 p.
5. Ershov A. P. *Izbrannye trudy* [Selected works]. Novosibirsk. Nauka, Siberia publishing firm. 1994. 413 p.
6. Ivanov V. M. *Intellektual'nye sistemy : uchebnoe posobie* [Intellectual systems : textbook]. Yekaterinburg. Ural University. 2015. 92 p.
7. Kalinina A. *Kak podgotovit' stranu k chetvertoj promyshlennoj revolyucii* [How to prepare the country for the fourth industrial revolution] // *Gazeta RBK – RBK newspaper*. January 16, 2017. Available at: <https://www.rbc.ru/newspaper/2017/01/16/5878d2389a79470077130332> (date accessed: 20.02.2019).
8. Kolmogorov A. N. *Nauchnye osnovy shkol'nogo kursa matematiki. Pervaya lekciya* [Scientific foundations of the school course of mathematics. First lecture] // *Matematika v shkole – Maths at school*. 1969. No. 3. Pp. 12–18.
9. Krasovskij N. N. *Matematicheskoe modelirovanie v shkole* [Mathematical modeling in school] // *Izv. UrGU – News of USU*. 1995. No. 4. Pp. 12–24.
10. Mayer-Schoenberger V., Kukier K. *Bol'shie dannye. Revolyuciya, kotoraya izmenit to, kak my zhivem, rabotaem i myslim* [Big data. Revolution that will change the way we live, work, and think]. M. Mann, Ivanov and Ferber. 2014. 310 p.
11. *Matematicheskaya enciklopediya : v 5 t. T. 1 – Mathematical encyclopedia : in 5 vols. Vol. 1.* M. Soviet encyclopedia. 1979. 1152 col.
12. *Minprosveshcheniya RF k 2021 godu vklyuchit izuchenie iskusstvennogo intellekta v shkol'nyu programmu – The Ministry of Education of the Russian Federation will include the study of artificial intelligence in the school curriculum by 2021.* RIA News of the Russian Federation from 22.02.2020. Available at: <https://ria.ru/20200221/1565037723.html> (date accessed: 21.10.2020).
13. *Nacional'nyj projekt "Iskusstvennyj intellekt" – National project "Artificial Intelligence".* Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946>.
14. Nikitin P. V., Gorhova R. I. *Metodicheskie osobennosti obucheniya budushchih uchitelej informatiki osnovam iskusstvennogo intellekta: ot praktiki k teorii* [Methodological features of teaching future teachers of informatics to the basics of artificial intelligence: from practice to theory] // *Problemy sovremennogo obrazovaniya – Problems of modern education*. No. 2. 2016. Pp. 121–126. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25919225> (date accessed: 7.09.2020).
15. Pavlov S. N. *Sistemy iskusstvennogo intellekta : ucheb. posobie : v 2 ch. Ch. 1* [Artificial intelligence systems : textbook : in 2 parts. Part 1]. Tomsk. El Content. 2011. 176 p.
16. Perminov E. A. *Diskretnaya matematika: uchebnoe posobie dlya 8–9 klassov srednej obshcheobrazovatel'noj shkoly* [Discrete mathematics : textbook for 8–9 classes of secondary general education schools]. Yekaterinburg. Institute of Development of Education. 2004. 206 p.
17. Perminov E. A. *Metodicheskaya sistema obucheniya diskretnoj matematike studentov pedagogicheskikh napravlenij v aspekte integracii obrazovaniya : monografiya* [Methodological system of teaching discrete mathematics to students of pedagogical directions in the aspect of integration of education : monograph]. Yekaterinburg. Russian State Prof.-Pedagogical University. 2013. 286 p.
18. Testov V. A. *Matematicheskaya odarennost' i ee razvitie* [Mathematical giftedness and its development] // *Perspektivy nauki i obrazovaniya : mezhdunarodnyj elektronnyj nauchno-prakticheskij zhurnal – Prospects of science and education: international electronic scientific and practical journal*. 2014. No. 6. Pp. 60–67. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-odarennost-i-ee-razvitie> (date accessed: 18.08.20).
19. Fried E. *Elementarnoe vvedenie v abstraktnuyu algebru* [Elementary introduction to abstract algebra]. M. Mir (World). 1979. 260 p.