С. Н. ДВОРЯТКИНА, В. С. МЕРЕНКОВА, Е. И. СМИРНОВ

Диагностика готовности учащихся старших классов к исследовательской деятельности по математике как этап проектирования гибридной интеллектуальной обучающей среды

Введение. Проблема совершенствования процесса организации и сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников посредством интеллектуального управления является актуальной и далеко не решенной. Интеллектуальные системы способны обеспечить процессы самоорганизации личности и индивидуализации обучения, установления персонифицированной и компьютеризированной обратной связи когнитивных и творческих процессов в ходе освоения сложного математического знания.

Цель статьи – оценить готовность обучающегося к исследовательской деятельности в условиях проектирования гибридной интеллектуальной среды обучения.

Материалы и методы. Оценка готовности обучающегося к исследовательской деятельности в условиях применения гибридной интеллектуальной среды была осуществлена на выборке студентов 1-2 курсов СПО ($n_1=42$) и обучающихся старших классов общеобразовательных школ ($n_2=35$). Диагностика осуществлялась с применением теста структуры интеллекта Р. Амтхауэра, опросника креативности Д. Джонсона, теста «Индивидуальные стили мышления» А. Алексеева, Л. Громовой, методики ценностных ориентаций М. Рокича, и др. Значимость различий устанавливалась посредством t-критерия Стьюдента, углового преобразования Фишера, χ^2 -критерия Пирсона.

Результаты исследования. Получены разносторонние оценки готовности обучающихся к исследовательской деятельности по математике на основе актуализации девяти персонализированных параметров научного потенциала, позволяющие предварительно задать рамки краевых условий с целью минимизации времени импринтинга гибридной интеллектуальной системы. По всем трем группам критериев установлены значимые различия по полу, например, по параметру «ценностные ориентации» ($t_{\text{эмп}}=2,26 > t_{\text{кр}}=2,02$); по параметру «креативность» ($\chi_{\text{эмп}}^2=6,02 \geq \chi_{\text{кр}}^2(0,05;2)=5,99$). А также по типу учебного заведения, например, по параметру «мотивация достижения результата» ($\varphi_{\text{эмп}}^*=0,186 > \varphi_{\text{кр}}^*=1,64$).

Заключение. Результаты исследования имеют практическую ценность, так как выступают технологической основой для установления границ и краевых условий наиболее значимых адаптивных параметров эффективности научного потенциала, выражающихся в реализации первого этапа специализированного веб-интерфейса с личным кабинетом учащегося.

Ключевые слова: готовность к исследовательской деятельности, диагностика, параметры научного потенциала, математическое образование, интеллектуальные системы

Ссылка для цитирования:

Дворяткина С. Н., Меренкова В. С., Смирнов Е. И. Диагностика готовности учащихся старших классов к исследовательской деятельности по математике как этап проектирования гибридной интеллектуальной обучающей среды // Перспективы науки и образования. 2021. № 6 (54). С. 192-210. doi: 10.32744/pse.2021.6.13

S. N. DVORYATKINA, V. S. MERENKOVA, E. I. SMIRNOV

Diagnostics of psychological readiness of high school students for research activities in mathematics in the design context of a hybrid intellectual learning environment

Introduction. The problem of improving the process of organizing and supporting the project and research activities of schoolchildren through intelligent management for the purpose of self-organization of the individual, understanding and comprehending complex mathematical knowledge as a principle of personal development is relevant and far from solved. Intelligent systems provide the process of individualization of learning, the establishment of personalized and computerized feedback of cognitive and creative processes.

The purpose of the article is to assess the student's readiness for research activities in the context of designing a hybrid intelligent learning environment.

Materials and methods. The assessment of the student's psychological readiness for research activities in the conditions of using a hybrid intellectual environment was carried out on an experimental representative sample of students of 1-2 courses of secondary vocational education ($n_1=42$) and students of the senior classes of secondary schools ($n_2=30$). The diagnosis was carried out using the intelligence structure test of R. Amthauer, the creativity questionnaire of D. Johnson, the test "Individual styles of thinking" by A. Alekseev, L. Gromova, the methods of value orientations by M. Rokich, etc. The significance of the differences was established by means of Student's t-test, Fisher's angular transformation, χ^2 -test.

The results of the study. The assessment of psychological readiness for research activities in mathematics was carried out on the basis of the developed nine parameters of scientific potential. The presented results allow us to pre-set the framework of boundary conditions in order to minimize the imprinting time of a hybrid intelligent system (including the selection of the neural network topology). For all three groups of criteria, differences by gender were established, for example, by the parameter "value orientations" ($t_{\text{emp}} = 2.26 > t_{\text{cr}} = 2.02$); by the parameter "creativity" ($\chi_{\text{emp}}^2 = 6.02 \geq \chi_{\text{cr}}^2 (0.05; 2) = 5.99$). And also by the type of educational institution, for example, by the parameter "motivation to achieve the result" ($\varphi_{\text{emp}} = 0.186 > \varphi_{\text{cr}} = 1.64$).

Conclusion. The results of the research are of practical value, as they serve as a technological basis for establishing the boundaries and boundary conditions of the most significant parameters for the effective realization of scientific potential, expressed in the work of a specialized web interface created with the student's personal account.

Keywords: readiness for research activity, diagnostics, parameters of scientific potential, mathematical education, intelligent systems

For Reference:

Dvoryatkina, S. N., Merenkova, V. S., & Smirnov, E. I. (2021). Diagnostics of psychological readiness of high school students for research activities in mathematics in the design context of a hybrid intellectual learning environment. *Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education*, 54 (6), 192-210. doi: 10.32744/pse.2021.6.13

Введение

Современный цифровой мир требует от своих пользователей непрерывного обучения, расширения и углубления знаний как в профессиональной среде, так и в академическом секторе. Поэтому альтернативой традиционного обучения в последние десятилетия становится электронное, которое явно продемонстрировало свой потенциал и преимущества в условиях ограниченного общения субъектов образовательного процесса – закрытия школ во время пандемии COVID-19 и постпандемический период. Незапланированный переход к дистанционному формату стал катализатором для создания и внедрения более эффективных методик обучения, ориентированных на инновационные электронные инструменты.

Актуальной методологией широко внедряемого E-learning стали полностью адаптируемые системы электронного обучения и интеллектуальные системы, которые имеют уже почти полувековую историю, включая элементы программированного обучения (С.Л. Пресси, Б. Ф. Скиннер, Э. Л. Торндайк) [19]. Предвосхищая интеллектуальные системы, ученые отмечали, что «при самых лучших условиях обучения, которые мы только можем придумать (например, репетиторство), средний учащийся находится на два пункта выше среднего уровня учащегося, обучающегося в обычной группе. Процесс индивидуального обучения демонстрирует, что большинство школьников имеют существенный потенциал для достижения высокого уровня обучения» [15]. Тем самым, был задан вектор поиска достижения данной цели при более практичных и реалистичных условиях, сохраняя особенности индивидуального обучения, но которое было слишком дорогостоящим для большинства членов общества.

Сегодня интеллектуальные системы обучения применяются по трем направлениям:

- как обучающие системы, реализующие пошаговые учебные действия, основанные на типичной архитектуре нейронной сети, включающей следующие компоненты: предметную область (например, математические знания), дидактическую модель (методы, приемы обучения математическим знаниям) и модель учащихся (знания об опыте обучающегося, изучающего математические понятия, конструкты, методы); модель адаптивной учебной деятельности (систематизация действий совместно с достижениями учащегося: на какие задачи он ответил верно или частично верно, какие продемонстрировал ошибки?); сбор данных (как обеспечить учащемуся индивидуальную формирующую обратную связь?); анализ данных (какое адаптивное обучение будет ведущим, чтобы спрогнозировать следующий шаг и внести коррективы в модель всех учащихся?). В представленном цикле каждый учащийся обеспечен собственной уникальной индивидуальной траекторией обучения посредством доступных учебных мероприятий. По мере того, как учащийся продвигается, система автоматически подстраивает уровень сложности, и предоставляет рекомендации для эффективного освоения конкретной учебной темы.
- с целью оценки результатов обучения на основе реализации экспертных систем с нечеткой логикой и нейронных сетей. К активно внедряемым в учебный процесс следует отнести интеллектуальное программное обеспечение по математике MATNia, предоставляющее индивидуальную поддержку учащимся с целью получения новых знаний и их оценки. Система сама проводит монито-

ринг процесса освоения математических знаний (успехов и неудач) и направляет учащихся по индивидуальным траекториям. Можно упомянуть также широкодоступные цифровые интеллектуальные программы, ориентированные на оценку знаний учащихся, а также используемые для поддержки индивидуального обучения: Dreambox Learning® Math (США), Toppr (Индия) и Yixue (Китай). Оценивание результатов обучения в данных средах сосредоточено на структурированных областях знаний (в частности, математике).

- в роли исследовательской среды обучения, основанной на методологии конструктивизма. В данном случае учащиеся поощряются к активному самостоятельному формированию знаний путем изучения и манипулирования элементами учебной среды, а не путем предоставления системой динамически генерируемой последовательности готовых знаний и алгоритмов. Исследовательское обучение с применением автоматизированных систем существует уже долгое время (учебные исследовательские среды — Fraction Lab, Betty's Brain, Crystal Island), но данные вопросы остаются спорными [24]. Критики автоматизированного обучения [6] утверждают, что из-за отсутствия четких инструкций, и того, что учащиеся должны самостоятельно открывать принципы предметной научной области, данные системы вызывают когнитивную перегрузку, приводят к плохим результатам обучения. Только появление искусственного интеллекта определило пути решения данной задачи, обеспечивая автоматическое управление и обратную связь в структуре нечетких данных и стохастичности процессов. Применение интеллектуальных систем в образовании можно связать, в том числе, с повышением качества исследовательской деятельности школьников и инновационной деятельностью педагога.

Под *интеллектуальным управлением исследовательской деятельностью обучающихся* понимаем использование функционала гибридной интеллектуальной системы в условиях открытости к внешним воздействиям и факторам, а также синтеза математического и компьютерного моделирования с целью актуализации персонализированной обратной связи творческих, когнитивных процессов освоения математики сложного знания [8].

Разрабатывая гибридную интеллектуальную систему (симбиоз искусственного интеллекта и экспертных систем) управления качеством и успешностью освоения исследовательской деятельностью школьников в контексте роста их научного потенциала и личностного развития, исходим из того, что успешность любой программы складывается из проработки трех компонентов:

- *личностно-адаптационного* (установление готовности личности к исследовательской деятельности, что определит выбор индивидуальной образовательной траектории исследовательской деятельности по освоению сложного математического знания (современных достижений в науке) в форме актуализации фундирующего кластера исследовательских заданий; установление личностных предпочтений каждого школьника в освоении математики путем осознанного выбора тематики исследования);
- *педагогического сопровождения и поддержки экспертных систем* (разработка базы данных и знаний тематики проектной деятельности в форме иерархического дерева подзадач фундирующих кластеров исследовательских заданий; инструкций и правил освоения исследовательской деятельности, детализированных по уровням роста научного потенциала школьника (поисково-репро-

дуктивный, эмпирический, теоретический, творческий); формирование базы данных и знаний блока информационного сопровождения проектов (научно-популярные публикации, издания, презентации и т.п.), распределенных по тематикам исследований);

- *выбор архитектуры, параметров и функционала нейронной сети.*

Таким образом, оценка готовности обучающегося к исследовательской деятельности в условиях применения гибридной интеллектуальной среды обучения является первым и наиболее важным этапом дальнейшего совершенствования процесса организации и сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников. Решению указанной проблемы посвящено настоящее исследование.

Параметры готовности школьника к исследовательской деятельности

Считаем, что готовность школьника к исследовательской деятельности проявляется в ряде особенностей личности как субъекта данного вида деятельности. Это могут быть такие параметры качества, как уровень научной подготовки, мотивация, организованность, настойчивость и ответственность, [1; 13], критическое мышление, самостоятельность, работа в команде и межкультурное взаимодействие [12], модальность восприятия информации [21; 25], действия в условиях неопределенности, самосовершенствование, потребность в интеллектуальной деятельности [14], способ сбора, изучения и обработки информации, анализа проблемы, практическая значимость проекта, самооценка (объективность) [3], самооценка личностного роста, творческая самостоятельность, творческое саморазвитие и самореализация [5] и т.п.

Научно-исследовательская деятельность увеличивает интеллектуальный потенциал ученика, расширяет его творческие возможности. Не менее важно, что в процессе такой деятельности развиваются социальные коммуникативные способности и навыки. Очень важно углубить научные знания студентов, воспитание их критического мышления, поощрение научно-исследовательской работы студентов и активной работы научных секций. Этим способом гарантирована не только должная предметная готовность, но и конструктивная.

Для решения задачи формирования готовности к исследовательской деятельности можно использовать ряд научных подходов: личностно-ориентированный, синергетический, культурологический, компетентностный, конструктивистский и др. Среди этих подходов наиболее эффективными и продуктивными являются компетентностный и личностно-ориентированный подходы как ключевые ориентиры в системе современного цифрового образования.

Модель готовности школьника к исследовательской деятельности должна быть нацелена на положительную динамику становления следующих персонализированных параметров научного потенциала, определяющих содержание структурированного учебного контента интеллектуальной системы обучения:

1. **креативность** (моделирование и интеграция знаний; рефлексия, гибкость и информационная насыщенность; надситуационная активность; взаимопереходы знаковых систем (знаково-символической, вербальной, образно-геометрической, конкретно-деятельностной); абстрагирование, обобщение, классификация; критичность и самооценка);

2. **логические процессы** (алгоритмы и процедуры (рекурсия, инверсия, суперпозиция, индукция, дедукция); доказательность; антиципация, рассмотрение области поиска, разделение проблемы и вариативность; интуиция и нелинейность мышления);
3. **принципы и стили** (самоорганизация; полнота, универсализм, упрощение; фундирование опыта личности и знаний; вероятностный стиль мышления);
4. **значимость и ценностные ориентации** (интерес к проявлениям и приложениям современных достижений в науке (сложное знание); самоактуализация личностных предпочтений по отбору эталонов и образцов сложного знания; способы деятельности по освоению обобщенных конструкторов сложного знания; личностный смысл поиска, выявления и анализа этапов научного познания; актуализация методов исследования, механизмов осуществления и интеграции внутри и междисциплинарных знаний);
5. **мотивация достижения результатов** (обзор и анализ опыта; постановка и анализ проблемы, противоречий и гипотезы; проектирование и сопровождение поисковой и творческой активности; принципы историзма, синергетические эффекты исследования; наглядное моделирование алгоритмов и процедур; технологическая готовность к поиску; антиципации, абстрагирование, обобщение, классификация);
6. **мотивация самореализации** (способность реализовать личностный потенциал; удовлетворение и возможности исследовательской деятельности; функционирование стохастических, пороговых, бифуркационных и флуктуационных переходов поисковых и творческих процедур; рефлексия, самоанализ и самоопределение, самооценка личностного роста; позитивный взгляд на саморазвитие);
7. **интеллектуально-познавательная активность** (сравнение, анализ, синтез, ассоциации, аналогии; аппроксимация; интерпретация данных и знаний, действия в условиях неопределенности; вычисление, измерение, конструирование, моделирование; решение подобных задач и получение побочных продуктов);
8. **результативность творческой активности** (дискуссии, дебаты, диспуты, апробации, публичные и виртуальные презентации, публикации; выявление сущности и формализация опыта исследования обобщенного конструкта; творческая самостоятельность; оценка эффективности результатов исследований);
9. **научная коммуникация и диалог** (социальная верификация нового знания; командная работа на основе научного сотрудничества; толерантность к другому мнению и социальная самоорганизация; информационный обмен; социальные роли – генератор идей (исполнитель); диалог математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур).

Выделим кластеры готовности к исследовательской деятельности школьников на основе следующих критериев:

I. Личностный: отражает эффективность и статистически оцениваются: принципы и стили мышления; мотивация достижения; логические процессы. Направленность на адекватную оценку параметров:

- *научное мышление* (креативные и логические акты, принципы и стили мышления);
- *типология модальностей восприятия информации* (знаково-символическая, вербальная, образно-геометрическая, конкретно-деятельностная);
- *опыт и личностные качества* (потребность и интерес (мотивация) к исследовательской деятельности, творческая самостоятельность, самоактуализация, самоорганизация, самореализация и самооценка);

(1-6 параметры)

II. Деятельностный: отражает эффективность и статистически оцениваются: познавательные процессы (устойчивость, концентрация и переключаемость внимания); теоретическое, индуктивное мышление, вычислительные способности, стремление к упорядоченности, соразмерности отношений, наглядно-действенное и аналитико-синтетическое мышление, конструктивные практические и теоретические способности.

Направленность на адекватную оценку параметров:

- *научная деятельность* (исследование опыта (анализ, синтез, ассоциации, аналогии, сбор, изучение и обработка информации и т.п.); вариативность данных, ограничение опыта; импровизации, рефлексия здравого смысла, метод проб и ошибок, действия в условиях неопределенности, постановка проблемы и поиск противоречий; постановка эксперимента, выдвижение гипотезы);

(7 параметр)

III. Коммуникативный: отражает эффективность и статистически оцениваются: вид эмпатических способностей (рациональный, интуитивный, эмоциональный и др.), коммуникативная толерантность, вид направленности (на общение, на себя, на дело), вербальный интеллект.

Направленность на адекватную оценку параметров:

- *научное общение* (межкультурное взаимодействие, социальная верификация нового знания и т.п.; умение работать в малых группах (команде); толерантность к другому мнению и социальная самоорганизация; информационный обмен; выраженность социальных ролей – генератор идей (исполнитель); диалог математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур);

(9 параметр)

IV. Результативный: отражает эффективность и статистически оцениваются: вербальная креативность, оригинальность, творческая активность, научная активность (публикационная).

Направленность на адекватную оценку параметров:

- технологическая готовность, точность практической реализации, практическая значимость проекта, получение нового или побочного результата, апробации, публичные и виртуальные презентации, публикации, исследовательские проекты.

(8 параметр)

При этом необходима *экспертная деятельность* по характеристике, формализации и технологизации процедур диагностики состояния базовых параметров на начальном, текущих и итоговом замерах (соответственно критериям эффективности и уровням исследовательской деятельности). Качество и успешность проектно-исследовательской деятельности школьников определяется по текущим показателям личностного роста соответственно уровням и классификационным критериям квалитетности параметров, каждый из которых имеет выраженность и характеристику по 3-м позициям (низкий, средний, высокий), определяемым нейронной сетью на основе параметров успешности и актуализации блока педагогического и информационного сопровождения (экспертная оценка).

Ниже представлена схема и раскодирование параметров научного потенциала субъектов исследовательской деятельности (см. рис.1).

Рисунок 1 Содержание и структура параметров научного потенциала субъектов исследовательской деятельности

Программа исследования

Цель исследования – оценить готовность обучающегося к исследовательской деятельности в условиях проектирования гибридной интеллектуальной среды обучения.

Гипотеза исследования: готовность обучающихся к исследовательской деятельности по математике в условиях проектирования гибридной интеллектуальной обучающей среды будет обеспечена, если:

- определены критерии и параметры научного потенциала обучающихся;
- заданы рамки краевых условий с целью минимизации времени импринтинга гибридной интеллектуальной системы в зависимости от гендерных факторов, насыщенности и вариативности развивающей предметной среды.

Объект исследования: студенты 1-2 курсов СПО и обучающиеся старших классов общеобразовательных школ. В частности, в исследовании приняли участие 22 юноши и 20 девушек института СПО ЕГУ им. И.А. Бунина в возрасте от 16 до 18 лет, а также 20 юношей и 15 девушек того же возраста старшей общеобразовательной школы города Ельца.

Предмет исследования: факторы и условия развития готовности к исследовательской деятельности в контексте проектирования гибридной интеллектуальной обучающей среды.

Результат учебно-исследовательской деятельности учащихся, на наш взгляд, будет зависеть от многих факторов. В исследовании выделены субъективные (индивидуальные характеристики и уровень готовности) и объективные факторы (условия образовательной среды, информационная среда, диагностика и контроль за исследовательской деятельностью) факторы.

Условия исследовательской деятельности рассматриваются в комплексе:

- организационные (определяют характер организации исследовательской деятельности учащихся, включают разработку общей концепции исследовательской деятельности учащихся по математике в условиях внедрения гибридной

интеллектуальной среды обучения, основные критерии отбора научно-исследовательского материала, насыщенность информационной среды — погружение в академическую научную среду и классическое школьное обучение);

- дидактические (система исследовательских практико-ориентированных задач, дифференцированных в соответствии с уровнями сложности элементов обобщенного конструкта математического знания; компьютерные средства поддержки — математические пакеты, системы компьютерной алгебры, web-приложения);
- установочно-целевые (ориентация целей и задач образовательного процесса на организацию исследовательской деятельности учащихся в условиях внедрения гибридной интеллектуальной среды обучения, формирование у учащихся готовности к ней в процессе изучения математики; организация исследовательской деятельности на основе концепции развития личности, а также личностно-ориентированного, синергетического, культурологического, компетентностного, конструктивистского подходов);
- логико-структурные (обеспечение межпредметных связей при обучении математики; осуществление взаимодействия в интерактивной триаде «педагог — компьютер — обучающийся» в исследовательском процессе);
- диагностико-результативные (первичная диагностика (выявление у учащихся готовности к исследовательской деятельности в соответствии с разработанными критериями (личностный, деятельностный, коммуникативный, результативный); мониторинг индивидуально-психологических особенностей сформированности у обучающихся параметров научного потенциала после апробирования гибридной интеллектуальной системы сопровождения исследовательской деятельности) [4].

В процессе проведения эксперимента был использован комплекс методов экспериментального исследования: анкетирование, тестирование, экспертные методы. Эмпирические результаты исследования были проанализированы с использованием совокупности математико-статистических методов (методы описательной статистики, t-критерий Стьюдента, угловое преобразование Φ^* -критерий Фишера). Для наглядного представления экспериментальных данных использовались таблицы, диаграммы и графики. Диагностика параметров научного потенциала осуществлялась с применением квалиметрических методов, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Методы исследования

Параметр	Метод	Автор
Креативность	Опросник креативности	Д. Джонсон
Логические процессы	Тест структуры интеллекта (субтесты 5, 6, 7, 8)	Р. Амтхауэр
Значимость и ценностные ориентиры	Методика ценностных ориентаций	М. Рокич
Принципы и стили	Тест «Индивидуальные стили мышления»	А.А. Алексеев, Л.А. Громова
Мотивация достижения результатов	Измерение мотивации достижения (ТМД), модификация теста-опросника А. Мехрабиана	М.Ш. Магомед-Эминовым
Мотивация самореализации	Диагностика уровня саморазвития	Л.Н. Бережнова

Результативность творческой активности	Тест отдаленных ассоциаций (RAT); Определение творческой активности; Экспертные оценки	С. Медник; М.И. Рожков, Ю.С. Тюнников, Б.С. Алишев, Л.А. Волович
Научные коммуникации и диалог	Диагностика уровня эмпатии, толерантности; Тест структуры интеллекта (субтесты 1-4); Методика диагностики направленности личности	В.В. Бойко, Р. Амтхауэр Б. Басс
Интеллектуально-познавательная активность	Корректурная проба; Тест структуры интеллекта (субтесты 7, 8, 9)	Б. Бурдон Р. Амтхауэр

Результаты исследования

Начальный этап исследования предполагал комплексное изучение параметров готовности к исследовательской деятельности учащихся, устанавливающее зависимость от пола и типа учебного заведения (насыщенности развивающей предметной среды). В институте СПО ЕГУ им. И.А. Бунина, как и другом среднем профессиональном учреждении, организованном на базе университета, создаются все условия, необходимые для самоопределения и самопознания студента, для формирования потребности самоактуализации, самореализации, а значит, – самосовершенствования. Доминантой исследовательской деятельности является формирование исследовательских компетенций обучаемых. На мотивационном уровне формирование исследовательских компетенций происходит посредством выработки потребности в получении профессиональных навыков; на научно-теоретическом уровне студент овладевает навыками исследовательской деятельности; на эмпирическом уровне он многократно обогащает свои возможности применения приобретенных компетенции в будущей профессиональной деятельности. В связи с этим научно-исследовательская деятельность студента опирается на профильно-теоретическую подготовку в процессе обучения, на широкую междисциплинарную базу знаний, на практико-ориентированные установки и поликультурную научную коммуникацию. В старших классах подобные установки, как правило, отсутствуют, современная школа больше ориентирована на успешную сдачу итоговых испытаний посредством многократного решения задач из рекомендованного экспертами открытого банка заданий ЕГЭ, и доведения алгоритма решения практически до автоматизма.

Остановимся на отдельных результатах, которые представляют наибольшую ценность в рамках настоящего исследования.

Результаты экспериментальной работы установили следующее распределение учащихся в % отношении по уровням развития параметра «Принципы и стили» (см. табл. 2).

Из таблицы видно, что преобладающим стилем мышления у девушек института СПО является аналитический (систематическое и всестороннее рассмотрение вопроса, логический, методичный, тщательный с акцентом на детали способ решения проблем), у юношей – синтетический (способность создавать что-то новое, оригинальное, комбинировать несходные, часто противоположные идеи, взгляды, осуществлять мысленные эксперименты). Совершенно иная картина наблюдается при анализе распределения стилевых особенностей мышления в общеобразовательной школе: у девушек и юношей преобладает прагматический стиль (решение проблемы с опорой на личный опыт, на использование легко доступных материалов и информации, стремление быстрого получения конкретного результата).

Таблица 2

Распределение стилей мышления в зависимости от пола и типа учебного заведения

Стили	Девушки СПО (%)	Юноши СПО (%)	Девушки школа (%)	Юноши школа (%)
аналитический	23	24	20	14
синтетический	19	26	5	14
идеалистический	15	13	30	23
прагматический	20	22	35	27
реалистический	13	15	10	22

Проверка экспериментальных данных с применением t-критерия Стьюдента на уровне значимости 0,05% не выявила значимых различий в стилевых особенностях среди юношей и девушек, обучающихся в старших классах школы и институте СПО: эмпирическое значение критерия меньше критического (см. табл. 2). Применение данного параметрического критерия было аргументировано данными описательной статистики – нормальность распределения признака подтверждено равенством моды, медианы и выборочной средней и применением правила «3-х сигм».

Таблица 2

Результаты применения t-критерия Стьюдента для сравнения средних двух выборок (юноши и девушки)

Стили	Эмпирическое значение t-критерия	Критическое значение t-критерия
аналитический	0,8144	2,0211
синтетический	-0,8545	2,0395
идеалистический	1,0712	2,0227
прагматический	0,5579	2,0322
реалистический	0,9684	2,0369

Интерес, на наш взгляд, представляет тот факт, что как у учащихся старших классов, так и у студентов института СПО наблюдаются общие тенденции в области ценностных ориентаций. Из пяти жизненных сфер (Профессиональная жизнь, Обучение и образование, Семейная жизнь, Общественная жизнь, Увлечения) респондентам свойственна высокая потребность в «Обучении и образовании» (см. табл. 3). Важности профессиональной сферы большинство студентов пока не осознают.

Однако по данному параметру (категория «Обучение и образование») существуют значимые различия на 5% уровне значимости в зависимости от пола (между выборкой девушек СПО и юношами СПО, а также выборкой юношей школы и выборкой девушек школы): $t_{\text{эмп}} = 2,26 > t_{\text{кр}} = 2,02$; $t_{\text{эмп}} = 2,21 > t_{\text{кр}} = 2,03$ соответственно. Полученные результаты совпадают с ранее выявленными данными о наличии различий в групповой иерархии системы терминальных ценностей у юношей и девушек. В частности, доминирующими в данной системе юношей являются активные социальные контакты и развитие себя, у девушек, напротив, преобладает высокое материальное

положение, которое в свою очередь и определяет такую жизненную сферу, как обучение и образование.

Таблица 3

Доминирование жизненных сфер в зависимости от пола и типа учебного заведения

Жизненные сферы	Девушки СПО (%)	Юноши СПО (%)	Девушки школа (%)	Юноши школа (%)
Профессиональная жизнь	15	32	15	22
Обучение и образование	45	50	60	45
Семейная жизнь	6	3	5	5
Общественная жизнь	22	10	10	13
Увлечения	12	5	10	15

Рассмотрим результаты диагностики мотивации достижения у старших школьников и студентов. Были проанализированы два вида мотивов (стремление избежать неудачи и стремление к успеху), и выбран доминирующий (см. табл. 4).

Таблица 4

Распределение респондентов по мотивации достижения результатов среди школьников

	"Есть эффект": преобладание мотивации избегания неудачи	"Нет эффекта": преобладание мотивации на успех
	Количество испытуемых	Количество испытуемых
девушки	13 (86,7%)	2 (13,3%)
юноши	17 (85%)	3 (15%)

Для оценки достоверности различий между процентными долями двух выборок, в которых зарегистрирован интересующий нас эффект, применили угловое преобразование Фишера (ϕ^* -критерий). Статистическая проверка установила отсутствие значимых различий на 5% уровне значимости между девушками и юношами, у которых проявляется исследуемый эффект (преобладание мотивации на результат) ($\phi_{\text{эмп}}^* = 0,143 < \phi_{\text{кр}}^* = 1,64$). Следовательно, гипотеза об отсутствии различий между девушками и юношами, у которых проявляется исследуемый эффект (преобладание мотивации на результат), принимается.

Несколько иная ситуация наблюдается при анализе данного параметра у студентов института СПО — наблюдается смена мотива на достижение результата.

Однако статистическая проверка с применением углового преобразования ϕ^* - критерия Фишера различий между юношами и девушками также не выявила (см. табл. 5): ($\phi_{\text{эмп}}^* = 0,984 < \phi_{\text{кр}}^* = 1,64$).

При оценке мотивации достижения результатов среди школьников и студентов СПО обнаружены статистически значимые различия на 5% уровне значимости: $\phi_{\text{эмп}}^* = 0,186 > \phi_{\text{кр}}^* = 1,64$. Данные показатели следует соотнести с общим когнитивным развитием обучаемых, а также с их индивидуальными проявлениями в ходе смены основного вида деятельности.

Таблица 5

Распределение респондентов по мотивации достижения результатов
среди студентов СПО

	"Есть эффект": преобладание мотивации избегания неудачи	"Нет эффекта": преобладание мотивации на успех
	Количество испытуемых	Количество испытуемых
девушки	13 (65%)	7 (35%)
юноши	11 (50%)	11 (50%)

Известно, что главным средством формирования мотивационной сферы развивающейся личности является значимая для него деятельность, которой в юношеском возрасте является учебно-профессиональная. Необходимо отметить, что юноши и девушки, обучающиеся в средних профессиональных образовательных учреждениях, уже определились с профессиональной направленностью своей будущей деятельности. В связи с этим полученные нами данные о преобладании мотивации достижения у студентов института СПО по сравнению со старшеклассниками средних образовательных учреждений являются вполне обоснованными.

Проведенное исследование установило значимое различие в уровне креативности в зависимости от пола и отсутствие различий в группах студентов СПО и старшеклассников. Было установлено, что высокий уровень креативности имеют 31% мальчиков и лишь 8 % девочек; в то же время низкий уровень был зафиксирован у 57 % девочек и 17 % мальчиков. Исследование по полу осуществлялось на общей группе мальчиков и девочек. Очень высокого уровня не наблюдалось ни у кого из респондентов. Обнаруженные гендерные различия по показателю креативности охарактеризуют развитие устойчивой исследовательской позиции детей в школьные и ранние студенческие годы. В старшем школьном возрасте одаренные девочки больше уязвимы в отношении исследовательской позиции, чем их сверстники противоположного пола. Девушки, имея более высокие показатели развития исследовательской позиции в младшем возрасте, утрачивают свое преимущество. Это обусловлено существенным снижением их настойчивости в достижении познавательной активности, что и является причиной падения их уровня креативности. Статистическая проверка с применением χ^2 -критерия Пирсона установила значимые различия в уровне креативности по гендерным различиям: $\chi^2_{\text{эмп}} = 6,02 > \chi^2_{\text{кр}} (0,05; 2) = 5,99$.

Проведя диагностику параметра «Логические процессы» посредством теста диагностики структуры и уровней различных аспектов интеллектуального развития школьников, мы пришли к следующим выводам относительно успешности выполнения математических и пространственных субтестов (см. рис. 2):

- средние баллы (>90) при выполнении математического субтеста 5 (А3) и субтеста 6 (ЧР) позволяют характеризовать выше среднего уровень развития аналитико-синтетических процессов и индуктивного мышления у девушек и юношей СПО, что свидетельствует о наличии математической интуиции, способности выдвигать и проверять математические гипотезы, необходимых для решения исследовательских заданий. Однако следует отметить высокое значение дисперсии по данным диагностическим группам, что означает неоднородность выборки;

- несколько выше результаты выполнения данной группой студентов пространственных субтестов (ПВ и ПО), поэтому можно говорить о способности респондентов к наглядному и логико-математическому моделированию, пространственному комбинированию, концептуальному видению проблемы, применять гипотетико-дедуктивный метод для решения сложных проблем;
- сочетание положительных результатов по пространственным и математическим группам субтестов обеспечивает положительную динамику готовности студентов СПО к успешной исследовательской деятельности по математике;
- результаты учащихся школы несущественно отличаются от показателей студентов СПО (статистически значимых различий нет), но демонстрируют те же установленные закономерности и зависимости.

Рисунок 2 Описательная статистика по параметру «Логические процессы»

Таблица 6

Результаты применения t-критерия Стьюдента для сравнения средних двух выборок (юноши и девушки)

Субтесты	Эмпирическое значение t-критерия	Критическое значение t-критерия
Арифметические задачи	4,5741	2,0262
Числовые ряды	2,2504	2,0227
Пространственное воображение	1,379374	2,0345
Пространственное обобщение	1,3086	2,0244

Сравнение исследуемых средних показателей среди юношей и девушек по пространственным и математическим группам субтестов с применением параметрического t-критерия Стьюдента установило значимые различия по математическим группам и отсутствие различий по пространственным субтестам (см. табл. 6). Данный факт подтверждается результатами других исследований [3; 7], в которых отмечено, что

представительницами женского пола наиболее эффективно решаются лингвистические задачи, а мужского, напротив, задачи на мысленное вращение геометрических фигур, поскольку отличительной особенностью их мышления является выраженная латерализация, т.е. преобладания левого или правого полушария, и зависит от типа выполняемого задания.

Обсуждение результатов

Полученные результаты исследования вносят определенный вклад в теорию и практику создания интеллектуальных сред предметного обучения с учетом индивидуальных особенностей обучаемых в целом, и интеллектуального сопровождения исследовательской деятельности школьников в частности.

Представленные результаты настоящего исследования согласуются с научными достижениями, полученными в ранее проводимых международных работах. Классическая адаптивная система обучения основана на модели знаний [17], которая может различать несколько уровней знаний пользователя: основанной на качественной шкале (например, хороший – средний – плохой), на количественной шкале (например, от 0 до 100), или на вероятностном подходе. В ходе проведенного анализа установлено, что в работах Р. Р. Маалив [25], А. Мустафы, С. М. Шарифа [18], В. И. Токтаровой [11] и др. в качестве критерия адаптации установлен стиль обучения студентов. Исследователи С. Фотахи [20], Дж. Ким, А. Ли, Х. Рю [23] для проектирования адаптивной среды обучения применяют модель типологии Майерс-Бриггс (MBTI), характеризующую тип мышления (сенсорик – интуит), стиль поведения (логик – этик), тип энергии (экстраверт – интроверт) и стиль жизни (рационал – иррационал). В тоже время группа ученых [21] в качестве основного элемента адаптации наряду с традиционными характеристиками профилирования пользователей, которые дают наиболее оптимизированный, адаптированный и персонализированный результат, применяют также такие параметры, как пользовательские перцепционные предпочтения (визуальные, когнитивные и эмоциональные личностные параметры).

Полученные в исследовании результаты полностью подтверждают значимость данных критериев. В то же время, авторы расширили перечень параметров «модели ученика» для задания алгоритмов адаптации в связи с особенностью «модели предметной области» интеллектуальной системы, ориентированной на организацию и сопровождение исследовательской деятельности по математике. Структуру личностного критерия процесса адаптации реализуемой системы дополнили новые параметры, такие как креативность, значимость и ценностные ориентации, мотивация достижения результатов и мотивация самореализации, научная коммуникация и диалог. Оценка данных параметров установила готовность обучаемых к исследовательской деятельности в условиях реализации гибридной интеллектуальной среды, реализующей принцип адаптированного и персонализированного цифрового обучения.

Следует отметить, что полученные результаты не согласуются с теоретическими результатами отдельных исследований [16], в которых опровергается теория влияния стилей обучения на повышение его эффективности. Несогласованные результаты данных авторов объясняются ограничением исследований в области визуальной и вербальной перспектив, остальные стилевые особенности в рамках эксперимента не были рассмотрены.

Впервые был исследован гендерный подход при изучении готовности обучаемых к исследовательской деятельности. Ранее изучению этого феномена в данном проблемном поле были посвящены исследования, основанные на выборках другого возрастного диапазона, в частности, магистрантов и аспирантов [9; 10]. Исследователями была выявлена сильная корреляция активности в научно-исследовательской деятельности студентов от пола (большую активность проявляют девушки). Вместе с тем, данный результат был подтвержден не по всем параметрам готовности к исследовательской деятельности среди школьников и студентов СПО.

Отличительной особенностью проведенного исследования является изучение влияния фактора насыщенности информационной среды на психологическую готовность к исследовательской деятельности обучаемых. В ходе исследования было установлено значимое влияние раннего погружения в академическое научное пространство на такие показатели, как «Принципы и стили», «Мотивация на достижение», «Логические процессы». Изложенное позволяет заключить, что более раннее знакомство с научными традициями с одной стороны, в вовлечение в творческий процесс исследования нового, неординарного, поиска решения неизвестного, с другой стороны, способствует не только прочному и углубленному усвоению знаний, но развитию когнитивной и мотивационной сферы, познавательных процессов, исследовательской культуры.

Заключение

Настоящее исследование представляет собой поиск оптимальных параметров психологической готовности обучающихся к исследовательской деятельности в условиях реализации гибридной интеллектуальной среды обучения и их диагностику. Оно основано на нейросетевом подходе для решения задач компьютерного моделирования «модели учащихся» с целью поддержки и организации исследовательской деятельности при освоении школьниками современных разделов математики. Полученные разносторонние оценки психологической готовности обучающихся к исследовательской деятельности по математике на основе актуализации установленных девяти персонализированных параметров научного потенциала обеспечат наиболее полную адаптивность гибридной интеллектуальной системы, а установленная зависимость критериев готовности от гендерных факторов и насыщенности, вариативности развивающей предметной среды позволит предварительно задать рамки краевых условий с целью минимизации времени импринтинга гибридной интеллектуальной системы, в том числе, осуществить подбор топологии нейронной сети. Эмпирически полученные весовые значения каждого параметра научного потенциала на основе показателей центральной тенденции и разброса, установление на их основе пороговых значений диагностических оценок компонентов формирования исследовательских умений старшеклассников при обучении математике в гибридной интеллектуальной среде стали основой для создания программного продукта, входящего в структуру гибридной интеллектуальной системы сопровождения и организации исследовательской деятельности обучающихся с использованием экспертных систем.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14009.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова И. В., Вечтомов Е. М., Шилова З. В. Инновационные аспекты организации проектно-исследовательской деятельности педагогов в вузе // *Перспективы науки и образования*. 2020. № 3 (45). С. 488-507. doi: 10.32744/pse.2020.3.35
2. Бордовский Г.А. Научно-исследовательская деятельность — решающее условие повышения качества подготовки специалиста // *Подготовка специалиста в области образования: Научно-исследовательская деятельность в совершенствовании профессиональной подготовки*. 1999. № VII. С. 3-7.
3. Вольф Н.В. Половые различия функциональной организации процессов полушарной обработки речевой информации. Ростов н/Д: ООО ЦВВЗ, 2000
4. Кравцова Е.Ю. Учебно-исследовательская деятельность старшеклассников в процессе изучения химии и биологии: монография/ Под общ. ред. проф. Е.И. Зритневой. Ставрополь: Сервисшкола, 2014. 148 с.
5. Макотрова Г.В. Развитие исследовательского потенциала школьников в контексте реализации ФГОС // *Отечественная и зарубежная педагогика*. 2016. № 2. С. 201–205.
6. Михайлов О.В., Денисова Я.В. Дистанционное обучение в российских университетах: «шаг вперед, два шага назад»? // *Высшее образование в России*. 2020. № 10 (29). С. 65-76. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-10-65-76>.
7. Николаева Е. Психофизиология. Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2019. 704 с.
8. Смирнов Е.И., Тихомиров С.А., Дворяткина С.Н. Технология самоорганизации математической деятельности на основе интеллектуального управления // *Перспективы науки и образования*. 2020. № 3 (45). С. 77-86. doi: 10.32744/pse.2020.3.6
9. Соловей А.П. Женщины в составе научных кадров Республики Беларусь // *Высшая школа: проблемы и перспективы: 12-я Международная научно-методическая конференция, Минск, 22–23 окт. 2015 г.: в 2 ч. Ч. 2*. Минск, 2015. С. 194–199.
10. Столярская, Е. В. Гендерные особенности самореализации студентов в вузе // *Проблемы управления*. 2015. № 4 (57). С. 68–71.
11. Токтарова В.И., Маматов Д.Р. Реализация модели адаптивного обучения на основе познавательных стилей // *Теория и практика общественного развития*. 2015. №8. 242-246.
12. Чванова М.С., Котова Н.А. Моделирование образовательной сферы университета на основе инновационного подхода // *Вестник Тамбовского университета*. 2016. № 3-4 (155-156). С. 14-24.
13. Шаршов И.А. Оценка эффективности научно-исследовательской деятельности в современном университете // *Психолого-педагогический журнал Гаудеамус*. 2014. № 1 (23). С. 38-44.
14. Шадчин И. В. Формирование готовности студентов вуза к научно-исследовательской деятельности // *Интеграция образования*. 2012. №. 1, С. 14-18.
15. Bloom, S. B. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13 (6), 4-16. <https://doi.org/10.3102/0013189X013006004>
16. Brown, E., Brailsford, T., Fisher, T., Moore, A. (2009). Evaluating learning style personalization in adaptive systems. Quantitative methods and approaches. *IEEE Trans. Learn. Technol*, 2(1), 10-22.
17. Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted-Interaction*, 11 (1-2), 87 -110.
18. Mustafa, A. & Sharif, S. M. (2021). An approach to Adaptive E-Learning Hypermedia System based on Learning Styles (AEHS-LS): Implementation and evaluation. *International Journal of Library and Information Science*, 3(1), 15-28.
19. Fadel, C., Holmes, W., Bialik, M. (2019). *Artificial Intelligence In Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. The Center for Curriculum Redesign, Boston, MA.
20. Fatahi, S. (2019). An experimental study on an adaptive e-learning environment based on learner's personality and emotion. *Education and Information Technologies*, 1-17. DOI:10.1007/s10639-019-09868-5
21. Germanakos, P., Tsianos, N., Lekkas, Z., Mourlas, C., Samaras, G. (2008). Capturing essential intrinsic user behaviour values for the design of comprehensive web-based personalized environments. *Computers in Human Behavior*, 24 (4), 1434-1451.
22. Hassan, R., Hashim, M. N., & Hussein, A. (2010). How Learners Respond to Computer Based Learning Material Based on Modality Learning Style? *Journal of Technical Education and Training*, 10(2), 2-12.
23. Kim, J. & Lee, A. & Ryu, H. (2013). Personality and its effects on learning performance: Design guidelines for an adaptive e-learning system based on a user model. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43 (5), 450–461.
24. Kirschner, P., Sweller, J., Clark, R.E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. DOI: 10.1207/s15326985ep4102_1
25. Maaliw III, R. (2020). Adaptive Virtual Learning Environment based on Learning Styles for Personalizing E-learning System: Design and Implementation. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 8(6), 3398-3406. DOI: 10.35940/ijrte.F8901.038620.

26. Popescu, E. (2012). Integrating Individual Differences in Adaptive Educational Systems: The Unified Learning Style Model Case. In: *Intelligent Learning Systems and Advancements in Computer-Aided Instruction: Emerging Studies* (pp. 94-118). Hershey: IGI Global.
27. Vandewaetere, M., Desmet, P., Clarebout, G. (2011). The contribution of learner characteristics in the development of computer-based adaptive learning environments. *Computers in Human Behavior*, 27 (1), 118-130.

REFERENCES

1. Abramova, I. V., Vechtomov, E. M., & Shilova, Z. V. (2020). Innovative aspects of the organization of project-research activities of teachers in the university. *Perspectives of Science and Education*, 45 (2), 488-507. doi: 10.32744/pse.2020.3.35 (in Russ.)
2. Bordovsky G.A. (1999). Research activity - a crucial condition for improving the quality of specialist training. *Preparation of specialist in education: Research activity in improving professional training*, 7, 3-7. (in Russ.)
3. Wolf N.V. (2000). Gender differences in the functional organization of hemispheric processing of speech information. Rostov-on-Don. (in Russ.)
4. Kravtsova, E. Yu. (2014). Educational-research activity of high school students in the process of studying chemistry and biology: monograph / Ed. by prof. E.I. Zritneva. Stavropol, Service School Publ., 148. (in Russ.)
5. Makotrova, G. V. (2016). Development of research potential of schoolchildren in the context of the FGOS implementation. *Domestic and foreign pedagogy*, 2, 201-205. (in Russ.)
6. Mikhailov, O. V., & Denisova, Y. V. (2020). Distant learning in Russian universities: "one step forward, two steps back"? *Higher Education in Russia*, 29 (10), 65-76. DOI: 10.31992/0869- 3617-2020-29-10-65-76. (in Russ.)
7. Nikolaeva, E. (2019). Psychophysiology. Textbook for universities. Third generation standard. St. Petersburg, Peter Publ., 704. (in Russ.)
8. Smirnov, E. I., Tikhomirov, S. A., & Dvoryatkina, S. N. (2020). Technology of self-organization of mathematical activity on the basis of intelligence management. *Perspectives of Science and Education*, 45 (3), 77-86. doi: 10.32744/pse.2020.3.6 (in Russ.)
9. Solovey, A. P. (2015). Women in the Scientific Staff of the Republic of Belarus. *Higher School: problems and prospects: 12th International Scientific and Methodological Conference, Minsk, 22-23 October*. P. 2. Minsk, 194-199. (in Russ.)
10. Stolyarskaya, E. V. (2015). Gender peculiarities of students' self-realization in higher education. *Problems of Management*, 57 (4), 68-71. (in Russ.)
11. Toktarova, V. I., & Mamatov, D. R. (2015). Implementation of the model of adaptive learning based on cognitive styles. *Theory and practice of social development*, 8, 242-246. (in Russ.)
12. Chvanova, M. S., & Kotova, N. A. (2016). Modeling of educational sphere of university on the basis of innovative approach. *Bulletin of Tambov University*, 3-4 (155-156), 14-24. (in Russ.)
13. Sharshov, I. A. (2014). Evaluation of the effectiveness of research activities in modern university. *Psychological and Pedagogical Journal Gaudeamus*, 23 (1), 38-44. (in Russ.)
14. Shadchin, I. V. (2012). The formation of the readiness of university students to research activity. *Integration of Education*, 1, 14-18. (in Russ.)
15. Bloom, S. B. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13 (6), 4-16. doi: 10.3102/0013189X013006004
16. Brown, E., Brailsford, T., Fisher, T., Moore, A. (2009). Evaluating learning style personalization in adaptive systems. Quantitative methods and approaches. *IEEE Trans. Learn. Technol*, 2(1), 10-22.
17. Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted-Interaction*, 11 (1-2), 87 -110.
18. Mustafa, A. & Sharif, S. M. (2021). An approach to Adaptive E-Learning Hypermedia System based on Learning Styles (AEHS-LS): Implementation and evaluation. *International Journal of Library and Information Science*, 3(1), 15-28.
19. Fadel, C., Holmes, W., Bialik, M. (2019). Artificial Intelligence In Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. The Center for Curriculum Redesign, Boston, MA.
20. Fatahi, S. (2019). An experimental study on an adaptive e-learning environment based on learner's personality and emotion. *Education and Information Technologies*, 1-17. DOI: 10.1007/s10639-019-09868-5
21. Germanakos, P., Tsianos, N., Lekkas, Z., Mourlas, C., Samaras, G. (2008). Capturing essential intrinsic user behaviour values for the design of comprehensive web-based personalized environments intrinsic user behaviour values for the design of comprehensive web-based personalized environments. *Computers in Human Behavior*, 24 (4), 1434-1451.
22. Hassan, R., Hashim, M. N., & Hussein, A. (2010). How Learners Respond to Computer Based Learning Material Based on Modality Learning Style? *Journal of Technical Education and Training*, 10 (2), 2-12.
23. Kim, J. & Lee, A. & Ryu, H. (2013). Personality and its effects on learning performance: Design guidelines for an adaptive e-learning system based on a user model. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43 (5), 450-461.
24. Kirschner, P., Sweller, J., Clark, R.E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75-86. DOI: 10.1207/s15326985ep4102_1

25. Maaliw III, R. (2020). Adaptive Virtual Learning Environment based on Learning Styles for Personalizing E-learning System: Design and Implementation. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(6), 3398-3406. DOI: 10.35940/ijrte.F8901.038620.
26. Popescu, E. (2012). Integrating Individual Differences in Adaptive Educational Systems: The Unified Learning Style Model Case. In: *Intelligent Learning Systems and Advancements in Computer-Aided Instruction: Emerging Studies* (pp. 94-118). Hershey: IGI Global.
27. Vandewaetere, M., Desmet, P., Clarebout, G. (2011). The contribution of learner characteristics in the development of computer-based adaptive learning environments. *Computers in Human Behavior*, 27 (1), 118-130.

Информация об авторах

Дворяткина Светлана Николаевна

(Российская Федерация, Елец)

Доцент, доктор педагогических наук, заведующий кафедрой математики и методики ее преподавания ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»

E-mail: sobdvor@yelets.lipetsk.ru

ORCID ID: 0000-0001-7823-7751

Scopus Author ID: 57193775897

Меренкова Вера Сергеевна

(Российская Федерация, Елец)

Доцент, кандидат психологических, директор института психологии и педагогики

E-mail: krakovv@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-1550-3746

Смирнов Евгений Иванович

(Российская Федерация, Ярославль)

Профессор, доктор педагогических наук, заведующий кафедрой математического анализа, теории и методики обучения математики Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского

E-mail: smiei@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-8780-7186

Scopus Author ID: 55734369900

Information about the authors

Svetlana N. Dvoryatkina

(Russian Federation, Yelets)

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of Mathematics and Methods of its Teaching Department Bunin Yelets State University

E-mail: sobdvor@yelets.lipetsk.ru

ORCID ID: 0000-0001-7823-7751

Scopus Author ID: 57193775897

Vera S. Merenkova

(Russian Federation, Yelets)

PhD in Psychology, Assistant Professor, Director Institute of Psychology and Pedagogy Bunin Yelets State University

E-mail: krakovv@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-1550-3746

Eugeny I. Smirnov

(Russian Federation, Yaroslavl)

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of Mathematical Analysis, Theory and Methods of Teaching Mathematics Department Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky

E-mail: smiei@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-8780-7186

Scopus Author ID: 55734369900