



Развитие когнитивной мобильности при обучении теории вероятностей и математической статистике студентов средствами цифровых решений

С. В. ЩЕРБАТЫХ, К. Г. ЛЫКОВА, Е. В. ИГОНИНА, Г. А. СИМОНОВСКАЯ

АННОТАЦИЯ

Введение. Современное общество, находясь под влиянием глобальных трендов, предъявляет особые требования к подготовке обучающихся, их умениям креативно и «гибко» мыслить, быстро ориентироваться в развивающемся информационном мире, адаптироваться к цифровым технологиям. Фундаментальным образованием, позволяющим развивать перечисленные способности, является математическое образование, в частности вероятностно-статистическая его компонента. Поиск и совершенствование эффективных дидактических практик обучения теории вероятностей и математической статистике, базирующихся на применении цифрового инструментария, в направлении проявления такого важного образовательного эффекта, как развитие когнитивной мобильности, представляет научный интерес и определяет цель работы.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе Елецкого государственного университета им. И. А. Бунина (Российская Федерация). Экспериментальная выборка состояла из 71 обучающегося института среднего профессионального образования. В исследовании анкетирование и тестирование применялось для оценки степени сформированности показателей когнитивной мобильности; педагогическое наблюдение и эксперименты использовались для выявления эффективности применяемых разнообразных форм, методов и средств при обучении теории вероятностей и математической статистике; однофакторный дисперсионный анализ применялся для оценки влияния предложенного учебного курса на развитие когнитивной мобильности в целом, а многофункциональный критерий Фишера - для выявления образовательного эффекта, выражающегося в превышении порогового значения для уровней выше среднего и высокого для каждого из компонентов когнитивной мобильности у ЭГ и КГ.

Результаты исследования. Спроектированная структурно-функциональная модель позволила раскрыть механизмы формирования и развития компонентов когнитивной мобильности в процессе обучения теории вероятностей и математической статистике средствами цифровых решений, усилив навыки работы студентов с различными программными средствами для моделирования, анализа данных и визуализации результатов. Выявленные методические особенности организации учебного курса на основе цифрового инструментария: CourseLab, PhET, МК, WolframAlpha, BlackBox, позволили сделать процесс обучения более эффективным и интерактивным за счет углубления предметных знаний студентов, успешного их применения на практике и в собственных исследованиях, совершенствования умений принимать решения в ситуациях с элементами неопределенности. В ходе реализации методики у студентов ЭГ было зафиксировано повышение уровня сформированности рефлексивного компонента на 26% ($\varphi = 1,803$; $p < 0,05$), а деятельностного компонента на 17% ($\varphi = 2,027$; $p < 0,05$).

Обсуждение результатов. Положительные изменения уровней развития компонентов когнитивной мобильности обусловлены эффективностью реализованной методики. Проявленные способности студентов креативно и самостоятельно мыслить, быстро переключаться и подстраиваться к разным видам деятельности, демонстрируют сформированность мотивационной, деятельностной и рефлексивной составляющих когнитивной мобильности в процессе обучения теории вероятностей и математической статистике средствами цифровых решений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

когнитивная мобильность, цифровые технологии, теория вероятностей, математическая статистика, моделирование, развитие личности, среднее профессиональное образование

Для цитирования: Щербатых С. В., Лыкова К. Г., Игонина Е. В., Симоновская Г. А. Развитие когнитивной мобильности при обучении теории вероятностей и математической статистике студентов средствами цифровых решений // Перспективы науки и образования. 2025. № 2. С. 175–192. <https://doi.org/10.32744/pse.2025.2.12>

Поступила: 24.09.2024 | Одобрена: 08.02.2025 | Опубликована: 30.04.2025



Лицензия «С указанием авторства — С сохранением условий». Позволяет перерабатывать, исправлять и развивать произведения при условии указания авторства и лицензирования производных работ на аналогичных условиях.



Development of cognitive mobility when teaching probability theory and mathematical statistics to students using digital solutions

S. V. SHCHERBATYKH, K. G. LYKOVA, E. V. IGONINA, G. A. SIMONOVSKAYA

ABSTRACT

Introduction. Modern society, exposed to the impact of global trends, imposes special requirements on the training of students, their ability to think creatively and “flexibly”, to quickly navigate in the developing information world, and to adapt to digital technologies. The fundamental education that contributes to the development of the above abilities is mathematical education, in particular its probabilistic-statistical component. The search for and improvement of efficient didactic practices of teaching probability theory and mathematical statistics, based on the use of digital tools, with the aim of achieving such an important educational effect as the development of cognitive mobility, is of scientific interest and determines the purpose of the work

Materials and methods. The study was conducted on the basis of the Yelets State Ivan Bunin University (Russian Federation). The experimental sample included 71 educational institutions of secondary vocational education. Questionnaires and testing were used to assess the degree of formation of cognitive mobility indicators; pedagogical observation and experiments were used to determine the efficiency of various forms, methods, and means used in teaching probability theory and mathematical statistics; one-way analysis of variance was used to assess the impact of the proposed training course on the development of cognitive mobility in general, and Fisher's multifunctional criterion was used to identify the educational effect expressed in exceeding the threshold value for above-average and high levels for each of the components of cognitive mobility in the experimental and control groups.

Results. The developed structural and functional model made it possible to identify the mechanisms of formation and development of cognitive mobility components in the process of teaching probability theory and mathematical statistics using digital solutions, strengthening students' skills of work with various software tools for modeling, data analysis, and visualization of results. The identified methodological features of organizing the training course on the basis of digital tools: CourseLab, PhET, MK, WolframAlpha, and BlackBox, made the learning process more efficient and interactive due to the advancement of students' subject knowledge, its successful application in practice and in their own research, and improvement of decision-making skills in situations with elements of uncertainty. The implementation of the methodology resulted in an increase in the development level of the reflexive component in experimental group students by 26% ($\varphi = 1.803$; $p < 0.05$), and the activity component by 17% ($\varphi = 2.027$; $p < 0.05$).

Discussion. Positive changes in the development levels of cognitive mobility components attest to the effectiveness of the implemented methodology. The demonstrated students' abilities to think creatively and independently and to quickly switch and adjust to different types of activities show the formation of the motivational, activity, and reflexive components of cognitive mobility in the process of teaching probability theory and mathematical statistics using digital solutions.

KEYWORDS

cognitive mobility, digital technologies, probability theory, mathematical statistics, modeling, personality development, secondary vocational education

For Citation: Shcherbatykh, S. V., Lykova, K. G., Igonina, E. V., & Simonovskaya, G. A. (2025). Development of cognitive mobility when teaching probability theory and mathematical statistics to students using digital solutions. *Perspektivy nauki i obrazovaniya = Perspectives of Science and Education*, (2), 175–192. <https://doi.org/10.32744/pse.2025.2.12>

Received: 24 September 2024 | Approved: 8 February 2025 | Published: 30 April 2025



This is an open access article distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike International License (CC-BY-SA 4.0) that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal

ВВЕДЕНИЕ

Глобальные изменения в мире, происходящие под внедрением цифровых технологий, предъявляют новые требования к функционированию системы образования. Международные инициативы, таких объединений как Совет Европы, МАУ, посвящены решению проблем о развитии когнитивной сферы учащихся в образовании. Одним из важнейших проектов организации Совет Европы является "Образование для демократии", направленный на обучение студентов критическому мышлению, развитию навыков анализа и обобщения информации, формированию у них способности к самостоятельному принятию решений. Международной ассоциацией ученых (МАУ) также проводится большое число исследований, признающих значимость совершенствования когнитивных способностей учащихся в образовании. МАУ осуществляет поддержку инициатив, способствующих повышению уровня когнитивной нагрузки в учебном процессе, внедрению инновационных методик обучения, а также обмену опытом и знаниями между учеными и педагогами из разных стран. Стратегические национальные приоритеты Российской Федерации тоже обуславливают повышение качества образования и его конкурентоспособности на мировой арене за счет развития личности обучающихся, их творческих, креативных и когнитивных способностей, нравственных ценностей с учетом обновления образовательных программ и предметов, формирования мотивации к непрерывному индивидуальному росту.

Процесс обучения математике сопровождается применением большого числа различных цифровых средств. Работа обучающихся с различного рода источниками информации в цифровых образовательных средах непосредственно влияет на их сознание, восприятие и поведение. Возраст, соответствующий второкурсникам СПО и совпадающий с изучением дисциплин «Математического и общего естественнонаучного учебного цикла», а именно дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» (ТВиМС), обуславливается существенными изменениями в интеллектуальной деятельности подростков. Многими психологами считается наиболее подходящим для направленного воздействия на развитие когнитивных качеств и процессов. В этом возрасте происходит индивидуализация процесса учения и становление его важнейшего компонента – умения учиться осознанно. Изучение ТВиМС играет важную роль в процессе познания и формирования представлений обучающихся о мире за счет вероятностно-статистических методов, лежащих в основе фундаментальных принципов и закономерностей, что способствует развитию когнитивных способностей, связанных с восприятием и интерпретацией информации. На основании чего теория вероятностей и математическая статистика рассматривается не только как предмет изучения, но и как инструмент развития когнитивной мобильности.

Актуальность исследования определяется тем, что развитие когнитивной мобильности как необходимого качества, выражающего способность личности к внутреннему совершенствованию, гибкому реагированию на изменяющиеся условия и быстрой адаптации к ним в процессе обучения ТВиМС будет способствовать выявлению наиболее эффективных путей решения проблемы, обусловленной социальным заказом современного информационного общества и мировых образовательных тенденций.

Когнитивная мобильность помогает человеку быстро адаптироваться к изменяющимся условиям, новым технологиям, методам работы и требованиям рынка, эффективно решать проблемы и достигать поставленные цели. В современном мире, где информация крайне быстро меняется, умение оперативно обучаться и переносить полученные знания на практику становится ключевым навыком.

Изучение мобильности осуществляется в различных областях исследований, таких как педагогика, психология, нейронауки, когнитивная наука и другие. Многие ученые России, Америки и Европы: Р. Бендикс, П.Сорокин, Р. Эриксон и др. занимались данной проблемой.

В психолого-педагогической литературе представлен большой пласт научных исследований, посвященных различным концепциям к определению мобильности, как виду деятельности: академическая мобильность (С.В. Рязанцев, Т.К. Ростовская и др.), интеллектуальная мобильность (Е.Б. Плотникова, Ж.Б. Хохлова и др.), информационная мобильность (Н.Н. Манаева [1], Н.А. Козлова и др.), когнитивная мобильность (Т.Л. Аракелова [2], Е. А. Поддубская [3] и др.), образовательная мобильность (И.Ф. Исаев, Н.И. Исаева [4] и др.), профессиональная мобильность (А.И. Архангельский, Ю.В. Троицкая [5] и др.). Особое внимание отводится исследованиям мобильности как черте личности человека: личностная мобильность, коммуникативная мобиль-

ность, механизм адаптации, мобильность стилевого поведения (У. Уиткин, М.А. Холодная и др.), концепт системы социальной мобильности общества (А.О. Карпов). Как следствие, в большинстве психологических теорий мобильность находится в тесной связи с когнитивными процессами, являясь важным фактором в формировании личности.

Терминологический анализ конструкта «когнитивная мобильность» свидетельствует о том, что слово «мобильность» в различных областях знания определяет готовность к быстрой адаптации и включению в процесс решения возникающих задач. Слово «когниция» трактуется в 2 направлениях: процессуальном (процессы восприятия, внимания, памяти, мышления и обучения) и содержательном (ориентация на взаимодействие субъекта с окружающей средой, включая социальные и культурные контексты). Под когнитивной мобильностью в целом понимается: «интегративная динамическая характеристика познавательной сферы, определяющая эффективность адаптации к изменяющимся условиям образовательной среды» [3, с. 12].

В зарубежной литературе интеллектуальная (познавательная или когнитивная) мобильность не является исследовательской категорией. Многие ученые (Д. Голдторп, Р. Эриксон и др.) использовали схожие по содержанию понятия: гибкость и вариативность, устанавливая дуальность данной категории. Мобильность проявляется и как качество личности, и как процесс. Ф. Харонян вариативность употреблял для обозначения мобильности по горизонтали (т.е. связи с интеллектом), а гибкость – для обозначения по вертикали (т.е. связи с креативностью). Значимыми направлениями в развитии мобильности зарубежных исследователей считаются концепции: дифференцируемости восприятия; системного мышления (R. Chowdhury) [6], личностных конструктов; внутренних и внешних детерминант поведения; мобильности стилевого поведения; когнитивной гибкости (A.U. Nair [7], H.Odaci, Ö.Cikrikci [8]) и др. Результаты исследований ученых свидетельствуют о том, что когнитивная гибкость, проявляющаяся через способность быстро менять способы мышления и приспосабливаться к новым ситуациям, дополняет когнитивную мобильность, это способствует успешной адаптации человека в различных сферах жизни. Такая дифференциация связана с постоянным расширением спектра исследовательских направлений и углублением специализированных знаний в определенных областях, что является необходимым для эффективного развития науки и обеспечения ее соответствия современным вызовам и потребностям общества.

На основании результатов проведенного теоретического анализа можно сделать следующие выводы:

- понятие «когнитивная мобильность» являясь не совсем новым, самостоятельным предметом исследования не стало;
- отсутствует наличие единого подхода к определению когнитивной (познавательной) мобильности, при этом когнитивная составляющая мобильности в разной степени присутствует у всех авторов;
- недостаточная теоретическая разработанность проблемы, небольшое число опубликованных научно-методических работ и связанные с этим трудности в реализации образовательных практик подчеркивают важность и актуальность данного исследования.

Проблема роли и места стохастического образования в развитии личности находится в центре внимания российских и зарубежных учёных-методистов. Методические особенности обучения математике, в частности стохастики, в том числе с применением новых цифровых средств представлены работах исследователей (Е.Г. Galimova [9], С. Palmer [10] и др.). Авторами отмечается, что изучение стохастического материала положительно влияет на развитие когнитивных способностей обучающихся, а использование цифровых технологий [11; 12] в обучении теории вероятностей и статистике позволяет добиться повышения результативности и эффективности учебного процесса за счет возможностей моделирования [13; 14], применения виртуальных лабораторий, электронных тренажеров, нейросетей и ИИ [15], технологий виртуальной и дополненной реальности [16; 17] и др.

Несмотря на достижения, полученные как отечественными, так и зарубежными исследователями ряд вопросов остается открытым. В частности, поиск эффективных дидактических решений для поддержки комплексного когнитивного развития личности обучающегося. Не в полной мере исследователями рассмотрены механизмы совершенствования когнитивных способностей обучающихся в различных видах учебно-познавательной деятельности при обучении математике.

Идея развития когнитивной мобильности при выявлении возможностей математического образования, в частности вероятностно-статистической его компоненты, в развитии личности является новой для научной практики. Математическое образование помогает подстроиться и адаптироваться под тенденции развития современного информационного общества, эффективно работать с информацией, интерпретировать её и оперативно включать в деятельность, применяя в новых ситуациях.

Цель статьи – теоретическое обоснование и разработка методики развития когнитивной мобильности при обучении теории вероятностей и математической статистике студентов средствами цифровых решений.

Для достижения поставленной цели были выявлены компоненты когнитивной мобильности студентов, уровни её диагностики при обучении вероятности и статистике, проанализированы возможности цифровых инструментов, применяемых при обучении теории вероятностей и математической статистике, на их основе разработаны цифровые решения, спроектирована структурно-функциональная модель развития когнитивной мобильности, разработан и внедрен учебный курс по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» для студентов СПО, направленный на развитие когнитивной мобильности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Теоретико-методологической основой исследования выступила интеграция таких научных подходов, как системный, аксиологический, личностно-деятельностный, рефлексивный, информационно-технологический, при реализации которых использовались принципы единства, комплексности, активности, проблематизации, творческой позиции, рефлексивности.

Системный подход позволил представить содержание учебного курса как сложную систему, направленную на его усвоение в деятельности. Аксиологический подход при обучении позволил развивать ценностные ориентиры студентов, сформировать знание теории вероятностей и статистики как ценность, а вероятность и статистику в целом воспринимать как эффективный метод познания окружающего мира и отдельных его составляющих [18]. Личностно-деятельностный подход благоприятствовал развитию устойчивых мотивов, полезных качеств личности обучающегося, способов вероятностного познания в следствии реализации различных видов деятельности: исследовательской, проблемно-творческой и др. Рефлексивный подход способствовал проектированию рефлексивных ситуаций, побуждающих обучающегося к самостоятельному освоению стохастических знаний, более ответственному отношению к собственной познавательной деятельности, саморазвитию. Информационно-технологический подход повлиял на интеграцию различных цифровых технологий, обуславливающих трансформацию системы математического образования в соответствии с глобальными трендами. Внедрение в учебный процесс различных цифровых средств и инструментов способствовало выявлению новых закономерностей для эффективного развития когнитивной мобильности.

В исследовании применялись такие эмпирические методы, как индивидуальные и групповые консультации со студентами, анкетирование, педагогическое наблюдение, тестирование, педагогический эксперимент: в качестве диагностического аппарата использовалось тестирование, направленное на выявление уровня сформированности отдельных составляющих когнитивной мобильности. Особое внимание уделялось экспериментальным и статистическим методам обработки данных. Апробация методики развития когнитивной мобильности при обучении теории вероятностей и математической статистике средствами цифровых решений, осуществлялась в Елецком государственном университете им. И. А. Бунина. Экспериментальную выборку ($n = 71$) составили обучающиеся 2 курса направлений подготовки «Компьютерные сети», «Программирование в компьютерных системах», «Информационные системы и программирование».

Однофакторный дисперсионный анализ позволил определить, есть ли статистически значимые различия между средними групповыми значениями для студентов в отношении предложенного учебного курса, которые его посещали «по желанию», «обязательно» или «не посещали». Критерий Фишера использовался для проверки статистической значимости различий сформированности каждого из компонентов когнитивной мобильности между процентными долями ЭГ и

КГ по уровням. Применение этих методов способствовало получению объективного анализа о результатах внедренной методики.

В ходе теоретических и экспериментальных исследований при реализации методики развития когнитивной мобильности при обучении теории вероятностей и математической статистике студентов СПО были установлены следующие компоненты когнитивной мобильности: мотивационный, деятельностный, рефлексивный.

Мотивационный компонент включает такие качества, как мотивация, активность личности, инициативность, познавательные потребности, которые отвечают за стимулирование и заинтересованность обучающихся в учебной деятельности, успешность в будущей профессиональной сфере. Мотивационные процессы в познавательной деятельности являются своего рода «строительным материалом личности». Результатом мотивационного компонента является активность обучающегося в освоении разработанного учебного курса, выражающая степень задействованности его интеллектуального потенциала и мыслительных способностей, а также инициативность, обуславливающая способность к постоянному поиску решения проблемы.

Деятельностный компонент включает такие качества, как критичность, самостоятельность, гибкость, адаптивность, динамизм, которые выражают способности объективно и конструктивно осуществлять оценку результатов деятельности, рационально принимать решение на основе имеющихся внешних и внутренних ресурсов, выявлять ошибки и их устранять, находить сильные и слабые стороны в процессе решения, чтобы собственными силами разрешить проблемную ситуацию. Результатом деятельностного компонента является переход от воспроизводящей к продуктивной познавательной и практической деятельности, выполнение преобразовательной, исследовательской, проблемно-творческой видов деятельности на различных этапах изучения ТВиМС.

Рефлексивный компонент проявляется в совершенствовании волевой регуляции (ответственности, целеустремленности и др.) и рефлексивности, как способности осмысливать и осознавать собственные действия, видоизменять их и корректировать в проблемной ситуации.

Динамика изменений компонентов когнитивной мобильности при реализации методики развития когнитивной мобильности определялась с помощью применения однофакторного дисперсионного анализа и многофункционального критерия Фишера: если эмпирическое значение в ЭГ окажется выше критического, то существуют существенные различия между образовательными эффектами на развитие когнитивной мобильности до и после внедрения разработанного учебного курса по ТВиМС.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для создания методики развития когнитивной мобильности при обучении ТВиМС средствами цифровых решений, была спроектирована структурно-функциональная модель, выявлены методические особенности обучения ТВиМС средствами цифровых решений, разработан и внедрен учебный курс по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» для студентов СПО, направленный на развитие когнитивной мобильности.

Структурно-функциональная модель состоит из теоретического, содержательно-организационного и результативно-оценочного блоков, комплексная реализация перечисленных составляющих способствует поэтапному развитию исследуемого качества.

Теоретический блок включает цель исследования, методологические подходы и принципы к организации учебно-образовательного процесса на каждом этапе его реализации.

Содержательно-организационный блок модели отражает сущность компонентов когнитивной мобильности, их показателей, обеспечивает выполнение педагогических условий, направленных на создание стимулирующей среды с учетом специфики структурно-содержательного наполнения учебного курса, разнообразия и вариативности форм, методов и средств, позволяющих интегрировать в учебно-образовательный процесс цифровые решения, а также последовательную реализацию этапов обучения, отражающих динамику развития компонентов когнитивной мобильности. Установленные педагогические условия развития когнитивной мобильности, как интегративный

подход к организации содержания обучения, активное применение и вариативность учебных цифровых инструментов, стимулирование продуктивной активности, активизация позиции субъекта взаимодействия, способствовали оптимизации и повышению качества образовательного процесса за счет проявления творческих идей и нестандартных подходов к решению вероятностно-статистических задач, укреплению саморефлексии, формированию потребностей к саморазвитию.

Разработанные цифровые решения по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» включали: проблемные лекции, созданные на платформе CourseLab с интеграцией в них сервисов LearningApps, PhET и др.; кейсы, решение которых осуществлялось с применением сред Математический конструктор (МК), WolframAlpha, BlackBox; контрольно-измерительные материалы в средах OnlineTest Pad, Simpoll.

Организация обучения теории вероятностей и статистике, направленного на развитие компонентов когнитивной мобильности студентов, осуществлялась последовательно в три этапа.

Первый этап направлен на развитие интереса, мотивации, потребности в обучении, ориентирован на познавательную активность и инициативность в усвоении и применении новых знаний. За счет этого осуществлялось развитие мотивационного компонента, обеспечивающего личностную включенность и вовлеченность каждого студента в учебную деятельность. Применялись методы активного обучения: проблемные лекции, тематические дискуссии, ситуационные методы, учебные тренажеры, лабораторные работы и др., интегрируемые в цифровые решения для CourseLab, МК, WolframAlpha, BlackBox.

В процессе обучения на первом этапе ставилась задача формирования у обучающихся положительного отношения к случайным событиям и вероятностям, а также к своим возможностям в познании. Обстановка и ситуации, располагающие к обсуждению, применение виртуальных тренажеров, способствовали преодолению студентами неуверенности в собственных силах.

Второй этап направлен на развитие самостоятельности, креативности и критичности. Студенты выполняли проблемные задания, групповые и индивидуальные проекты, нацеленные на совершенствование способностей анализа стохастических ситуаций, поиска новых подходов и стратегий действий, принятия нестандартных решений за счет рассмотрения проблем с различных точек зрения. Поощрялось проведение самостоятельных исследований и экспериментов, регулярно проводился интерактивный мозговой штурм. Такой процесс полезен для генерирования творческих идей.

Одним из важных аспектов организации обучения стала постановка проблемных заданий. Вероятностный раздел математики изобилует проблемами и парадоксами. В связи с чем часто возникают неверные интуитивные представления о значениях вероятности и её применимости в конкретной проблеме. Например, нелогично, что при подбрасывании правильной монеты выпадение четырех орлов подряд не влияет на вероятность того, что следующим выпадет орел (ошибка игрока). Так, вероятностные методы помогают развивать критичность мышления обучающихся. Проблематизация выступила необходимым элементом для личностного включения студентов в учебную работу, активизации поиска решений. При этом студенты сталкивались с ситуациями выбора из нескольких вариантов, что приводило их к многоаспектности проблемы и неоднозначности её решения для более глубокого осмысления учебного материала.

На данном этапе решалась задача о закреплении умений студентов эффективно применять моделирование как способ решения вероятностных задач. Процесс моделирования в средах Математический конструктор, WolframAlpha, PhET, BlackBox включал реализацию следующих шагов: 1) выбор модели случайного эксперимента, 2) определение случайных событий, 3) воспроизведение и повторение эксперимента, 4) анализ данных и интерпретация результатов, 5) проверка гипотезы с эмпирической вероятностью; знакомство обучающихся с ограничениями, возникающими при моделировании (точность, независимость и т.д.). Так, различные вариации моделей с подбрасыванием монет постепенно подвели студентов от изучения случайных событий и величин к эмпирическому закону больших чисел. В ходе совместных обсуждений, исследований и моделирований стохастических ситуаций студенты постепенно обретали уверенность.

Таким образом, в процессе обучения осуществлялось развитие деятельностного компонента за счет смены и комбинирования видов деятельности продуктивной, преобразовательной, исследовательской, проблемно-творческой.

Третий этап включал проведение индивидуальных консультаций, реализацию различных форм обратной связи, самооценки и самоанализа. Создавалась образовательная среда, помогающая выявлять студентам свои сильные и слабые стороны, ошибки в выполняемых действиях, осознавать какие стратегии и методы работы являются для них эффективными.

Работа над кейс-заданиями, направленными на решение реальных проблем и углубление представлений о вероятностно-статистических тенденциях, завершалась проведением самооценки и саморефлексии.

Третий этап обуславливал развитие рефлексивного компонента. По его завершению студенты демонстрировали способность к проявлению мобильного поведения при изучении других предметов, активно включались в поиск и решение проблем, отличались разнообразием видов деятельности, использовали конструктивные навыки, в отдельных ситуациях - выходили за пределы первоначально-поставленной задачи.

Результативно-оценочный блок, направленный на диагностику развития когнитивной мобильности, включал следующие уровни низкий, ниже среднего, средний, выше среднего и высокий.

Низкий уровень характеризуется полным отсутствием мотивации, потребности и инициативы в приобретении знаний, проявлением пассивности в реализуемой деятельности, рефлексия не проявляется.

На уровне ниже среднего проявляется пассивность в реализуемой деятельности, мотивация и рефлексия представлены частично, прослеживаются неустойчивые познавательные потребности.

Средний уровень характеризуется слабой мотивацией, фрагментарностью предметных знаний, невысоким уровнем активности, доминирует репродуктивная деятельность, произвольная регуляция, слабо выраженная коррекция действий.

Уровень выше среднего характеризуется устойчивой мотивацией, стремлением к самостоятельности, ответственности, активному использованию приобретенных предметных знаний в различных ситуациях, личностной произвольной саморегуляцией, реализацией продуктивной и исследовательской видов деятельности.

Высокий уровень характеризуется самомотивацией, устойчивыми познавательными потребностями, высокой активностью, креативностью, критическим анализом и точной оценкой информации, умением реагировать на изменения и быстро адаптироваться к ним, стремлением к саморазвитию, творчеству, реализацией преобразовательной и проблемно-творческой видов деятельности, самокоррекцией собственных действий.

Структурно-функциональная модель развития когнитивной мобильности при обучении теории вероятностей и математической статистике средствами цифровых решений (см. рис. 1) направлена на становление способностей обучающихся эффективно воспринимать и оценивать ситуации, принимать решения в условиях многовариантности, адаптироваться к постоянно меняющейся информационной среде за счет владения вероятностно-статистическими методами.

Учебный курс по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» для студентов направлений подготовки «Компьютерные сети», «Программирование в компьютерных системах», «Информационные системы и программирование» включал разработанные цифровые решения в средах CourseLab, WolframAlpha, Математический конструктор, PhET, BlackBox по следующим темам: «Основные законы и формулы комбинаторики. Случайные события. Операции над событиями. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Повторные испытания. Случайные величины. Виды распределений. Предельные теоремы. Выборка и её представление. Статистическое оценивание. Статистическая проверка статистических гипотез. Корреляционно-регрессионный анализ», а также контрольно-измерительные материалы по каждой теме в средах OnlineTest Pad, Simpoll.

Основу обучения составил частотный подход. Такой подход позволяет студентам проводить эксперименты и оценивать вероятности событий на практике, что является крайне важным для понимания поведения случайных событий. Так, статистическая вероятность определяется как число, к которому стремится относительная частота, когда случайный эксперимент повторяется

большое число раз. Такая эмпирическая тенденция прослеживается во многих природных явлениях, что в значительной мере расширяет области применения вероятностей, а, следовательно, и укрепляет вероятностно-статистические представления студентов. Цифровые решения в программных средах PhET, Математический конструктор, WolframAlpha, BlackBox помогают продемонстрировать специфику установления сходимости относительных частот одного и того же события к постоянному числу в серии из n испытаний. Наблюдаемая стабилизация частот к теоретической вероятности при большом количестве экспериментов выражает объективный характер вероятности. При обучении также учитывался и недостаток частотного подхода, заключающийся в том, что получаемая оценка вероятности варьируется от серии повторений экспериментов, а также то, что подход нельзя применить, если невозможно повторить эксперимент в тех же условиях. В результате чего важно разъяснить студентам разницу между теоретической вероятностью и частотами реальных явлений.

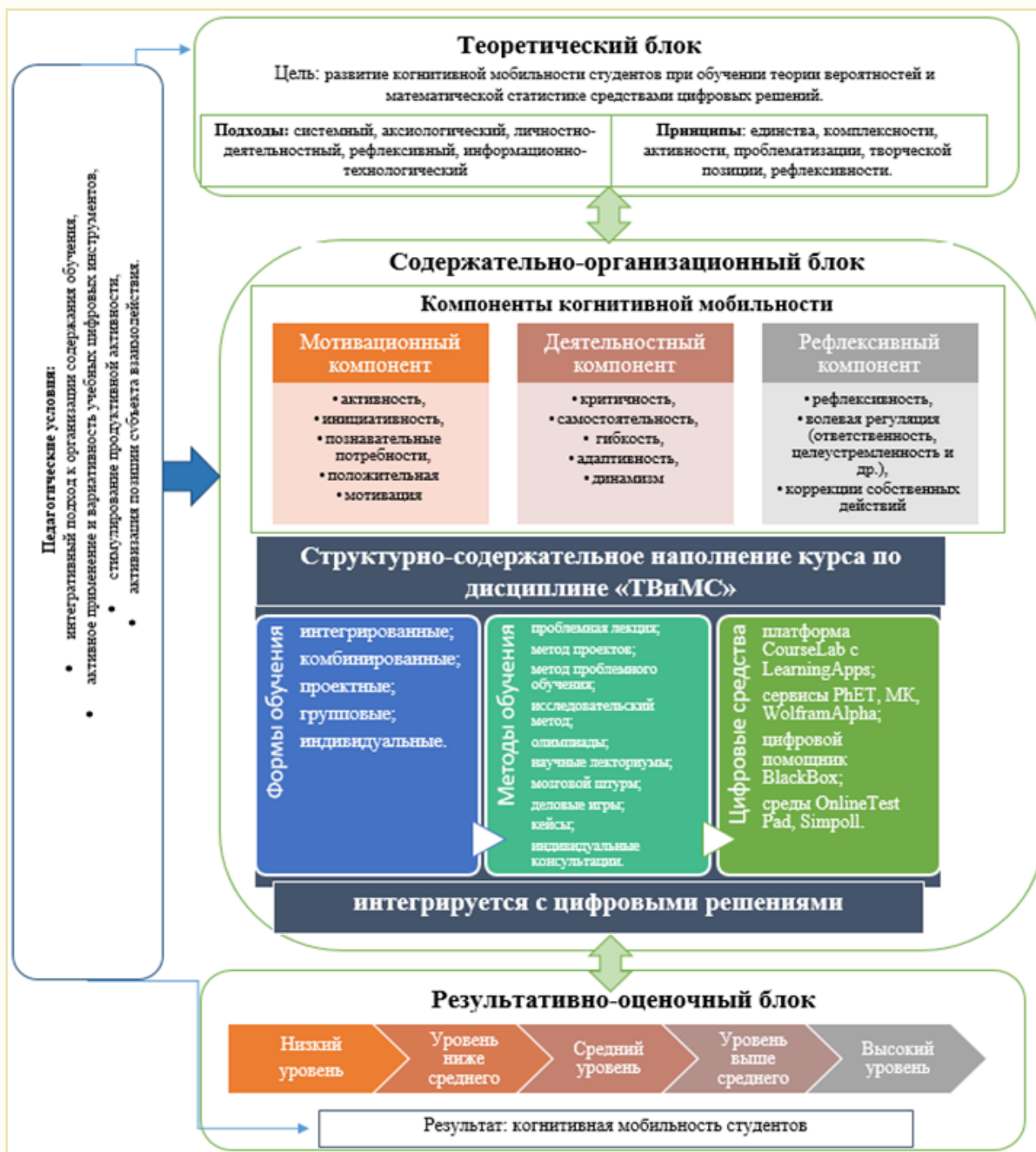


Рисунок 1 Структурно-функциональная модель развития когнитивной мобильности студентов

Формулы комбинаторики использовались для подсчета элементов событий. В частотном подходе, как правило, комбинаторика не используется для оценки значений вероятности, однако комбинаторные рассуждения крайне значимы в стохастических ситуациях. Например, для понимания того, как формируются события в сложном эксперименте. Комбинаторные рассуждения не всегда простые, поэтому целесообразно использовать построение графов, дерева вероятностей.

Моделирование при изучении теории вероятностей является неотъемлемым инструментом, способствующим улучшению вероятностно-статистических представлений обучающихся, приобретению опыта работы с различными цифровыми средствами. Моделирование случайных экспериментов позволяет исследовать концепции и свойства вероятности, использовать неформальные подходы к выводу. Моделирование выступает промежуточным этапом между реальностью и математической моделью.

Понятие независимости случайных событий важно при моделировании экспериментов и эмпирических оценках вероятностей. Понятие условной вероятности также является значимым для понимания многих концепций как теории вероятностей, так и статистики (например, формула полной вероятности и формула Байеса, доверительные интервалы, проверка гипотез). Так, особое внимание уделялось формуле Байеса, в соответствии с которой вероятность события может быть пересмотрена с учетом новых доступных данных. Априорная вероятность преобразуется в апостериорную за счет новых данных. В результате с обучающимися были рассмотрены приложения вероятности в различных областях, таких как политика, экономика и др. Например, вычисление вероятности успешности экономической реформы, где с помощью формулы Байеса можно оценить вероятность успешного завершения схожих экономических реформ, на основе имеющихся данных о прошлых реформах и текущей политической ситуации.

Понятие случайной величины, закона её распределения является вторым по значимости в теории вероятностей. Широко используемыми моделями распределения случайных величин являются биномиальное, равномерное и нормальное. Постепенная стабилизация относительных частот в результате большого числа повторений случайного эксперимента подводит обучающихся к закону больших чисел, который и актуализирует статистическое определение вероятности. Используемый в преподавании частотный подход обуславливает вероятность как оценку относительной частоты, получаемую при длинной серии испытаний. Поэтому важно, чтобы учащиеся понимали, что каждый результат непредсказуем, а регулярность достигается только в долгосрочной перспективе.

Для развития умений принимать обоснованные решения студентам предлагались кейсы.

Кейс 1. Страховая компания планирует оценить вероятность того, что клиент подаст иск в течение года. Для этого они собирают данные о количестве претензий, предъявленных клиентами за 10 лет. Необходимо оценить вероятность подачи иска.

Для выполнения кейса студенты разбивались на подгруппы по 3 человека. У каждой подгруппы были различные входные параметры, а также дополнительные условия. Так, рассчитав относительную частоту для каждого года подачи исков и используя закон больших чисел (по мере увеличения количества лет наблюдений относительная частота подачи исков будет стремиться к теоретической вероятности), студенты выполняли оценку вероятности подачи иска для конкретной страховой компании. В работе над кейсом студенты использовали цифрового помощника BlackBox и моделирование в среде Математический конструктор (см. рис. 2).

Кейс 2. Артиллерийская установка выпустила 15 снарядов. Требуется проанализировать траекторию полета этих снарядов, учитывая случайные факторы: ветер, углы стрельбы и другие условия, которые могут влиять на конечное положение снарядов. Для 1 варианта: начальная скорость полета снаряда 100 м/с, угол стрельбы 45° , отклонение угла стрельбы нормально распределено с параметрами $\mu = 0$ и $\sigma = 2$, отклонение скорости также нормально распределено с параметрами $\mu = 0$ и $\sigma = 5$.

Для каждого варианта параметры и условия кейса различны (например, угол стрельбы и др.). Для выполнения кейса студентам требовалось смоделировать траекторию полета 15 снарядов, учитывая случайные отклонения угла стрельбы и скорости, вычислить вероятности попадания снарядов в цель. Используя нормальное распределение, проанализировать распределение положения снарядов с учетом случайных факторов. В работе над кейсом студенты использовали цифрового помощника BlackBox и ресурс PhET: Interactive Simulations (см. рис. 3).

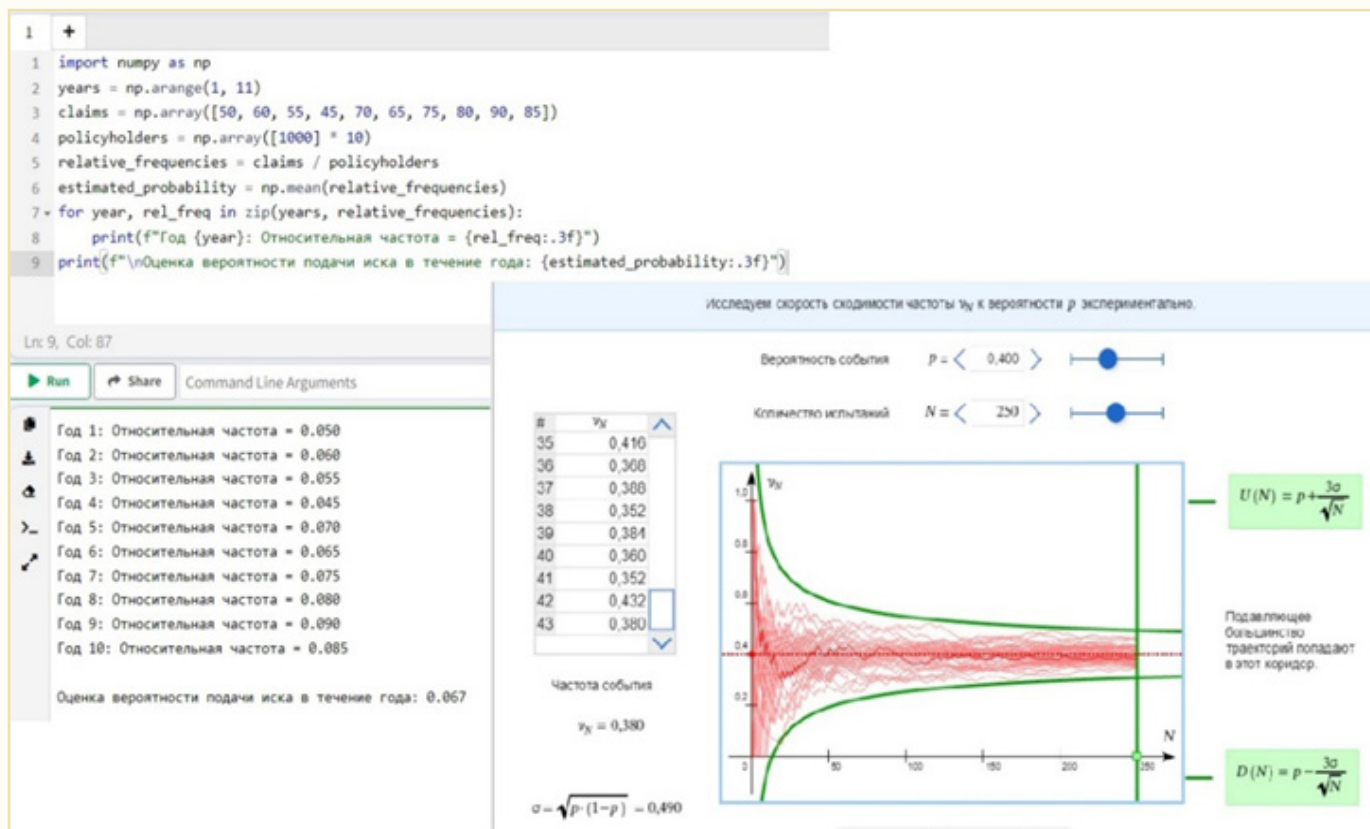


Рисунок 2 Оценка вероятности подачи иска по условию 1 варианта

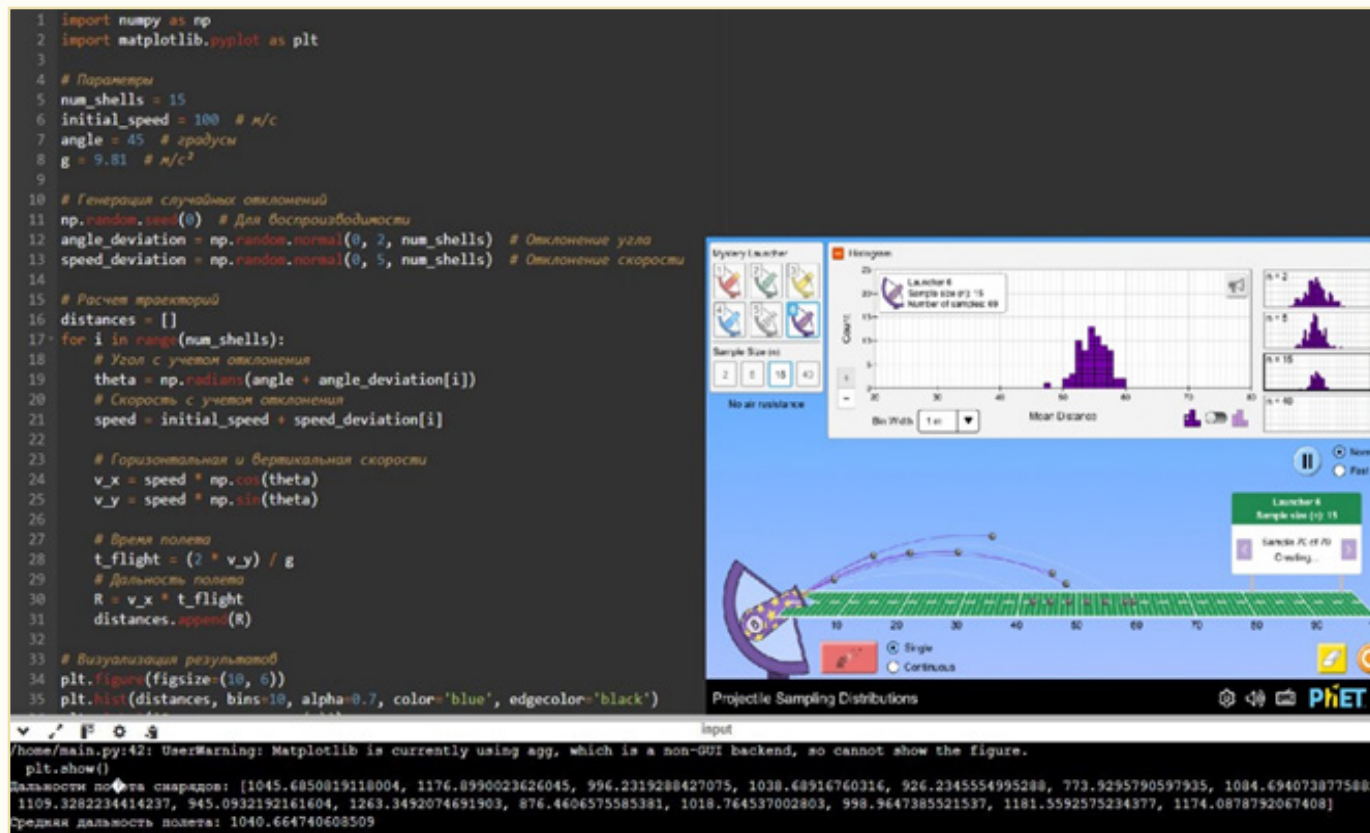


Рисунок 3 Оценка вероятности попадания снарядов в цель по условию 1 варианта

Представленные методические особенности учебного курса по дисциплине «Теория вероятностей и математической статистике» позволили повысить когнитивную активность студентов, углубить предметные знания, расширить систему способов установления проблемной ситуации с элементами неопределенности, выявить набор средств для её разрешения, совершенствовать умения применять различный специализированный цифровой инструментарий.

Обучение ТВиМС с применением моделирования случайных экспериментов в средах PhET, Математический конструктор, WolframAlpha, BlackBox способствовало обогащению опыта работы обучающихся с различными цифровыми средствами, пониманию статистических идей и концепций, укреплению вероятностно-статистических представлений. Следует отметить, что многие студенты были высоко мотивированы и усердно работали на протяжении всего периода обучения. Результаты представленной методики позволили повысить уровень математической подготовки студентов в целом.

Результаты экспериментального исследования

Диагностика развития когнитивной мобильности у студентов осуществлялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа (см. табл. 1), проверка сформированности компонентов когнитивной мобильности в соответствии с уровнями: низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий, выполнялась с помощью многофункционального ф-критерия Фишера (см. табл. 2, см. рис. 4).

Данные для диагностики компонентов когнитивной мобильности были получены по результатам выполнения студентами опросов, контрольных работ, проблемных заданий, лабораторных работ, тестов, кейс-заданий, защиты исследовательских проектов.

Для оценки влияния разработанного учебного курса по теории вероятностей и математической статистике с средствами цифровых решений на развитие когнитивной мобильности использовался однофакторный дисперсионный анализ (см. табл. 1). Были следующие выборки: $n_1 = 45$ (студенты по желанию посещали учебный курс), $n_2 = 71$ (студенты обязательно посещали учебный курс), $n_3 = 68$ (студенты не посещали учебный курс). Нулевая гипотеза имела следующую формулировку: $H_0 = \{\text{средние групповые значения развития когнитивной мобильности до и после внедрения учебного курса одинаковы}\}$.

Таблица 1

Влияние учебного курса на развитие когнитивной мобильности студентов

Однофакторный дисперсионный анализ				
Источник вариации	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	1966,235294	4,180076144	0,018080388	3,088239626
Внутри групп	470,38265			

Из таблицы 1 следует, что расчетное значение для группы студентов превышает критическое значение ($F > F_{кр}$, $F = 4,18$; $F_{кр} = 3,088$), в связи с этим гипотеза H_0 о равенстве групповых средних отклоняется. Таким образом, обнаруживается статистически достоверное влияние от внедрения учебного курса на положительное изменение средних групповых значений.

По результатам специально разработанных тестирований для определения уровня развития мотивационного компонента, деятельностного компонента и рефлексивного компонента проводилась оценка достоверности различий сформированности компонентов когнитивной мобильности между процентными долями ЭГ и КГ для выявления интересующего эффекта – превышение порогового значения для уровней выше среднего и высокого по мотивационному компоненту (от 9,1 баллов или от 12,1 баллов), по деятельностному компоненту (от 30 баллов или от 40 баллов), по рефлексивному компоненту (от 46 баллов или от 62 баллов) (табл. 2). Нулевые гипотезы имели следующие формулировки: $H_0(1) = \{\text{доля обучающихся, набравших более 9,1 или 12,1 баллов в ЭГ не больше, чем в КГ}\}$, $H_0(2) = \{\text{доля обучающихся, набравших более 30 или 40 баллов в ЭГ не больше, чем в КГ}\}$, $H_0(3) = \{\text{доля обучающихся, набравших более 46 или 62}$

баллов в ЭГ не больше, чем в КГ}.

Таблица 2

Результаты статистической обработки экспериментальных данных

Компоненты	«Есть эффект»		«Нет эффекта»	
	ЭГ (n1=71)	КГ (n2=68)	ЭГ (n1=71)	КГ (n2=68)
Мотивационный	превышает значения в уровнях выше среднего (> 9,1 б.) и высокий (> 12,1 б.)		значения в уровнях: низкий (0 - 3 б.), ниже среднего (3,1 - 6 б.), средний (6,1 - 9 б.)	
	38 (53,5 %)	19 (27,9 %)	33 (46,5%)	49 (72,1 %)
$\Phi^*_{\text{эмп}} (1) = 3,112 (p < 0,01), \Phi_{\text{кр}} = 2,31$				
Деятельностный	превышает значения в уровнях выше среднего (> 30 б.) и высокий (> 40 б.)		значения в уровнях: низкий (0 - 9 б.), ниже среднего (10 - 19 б.), средний (20 - 29 б.)	
	36 (50,7 %)	23 (33,8 %)	35 (49,3%)	45 (66,2 %)
$\Phi^*_{\text{эмп}} (2) = 2,027 (p < 0,05), \Phi_{\text{кр}} = 1,64$				
Рефлексивный	превышает значения в уровнях выше среднего (> 46 б.) и высокий (> 62 б.)		значения в уровнях: низкий (0 - 14 б.), ниже среднего (15 - 30 б.), средний (31 - 45 б.)	
	39 (54,9 %)	27 (39,7 %)	32 (45,1 %)	41 (60,3 %)
$\Phi^*_{\text{эмп}} (3) = 1,803 (p < 0,05), \Phi_{\text{кр}} = 1,64$				

Так как $\Phi^*_{\text{эмп}} (1,2,3) > \Phi_{\text{кр}}$, то принимаются гипотезы: Н1(1) на 1% уровне значимости, Н1(2) и Н1(3) на 5 % уровне значимости.

Результаты обработки экспериментальных данных в соответствии с критерием Фишера получили отображение в следующей диаграмме (см. рис. 4) – уровни сформированности когнитивной мобильности студентов ЭГ и КГ. По диаграмме видно, что уровень сформированности рефлексивного компонента вырос на 26% у студентов ЭГ, а уровень сформированности деятельностного компонента – на 17 %.

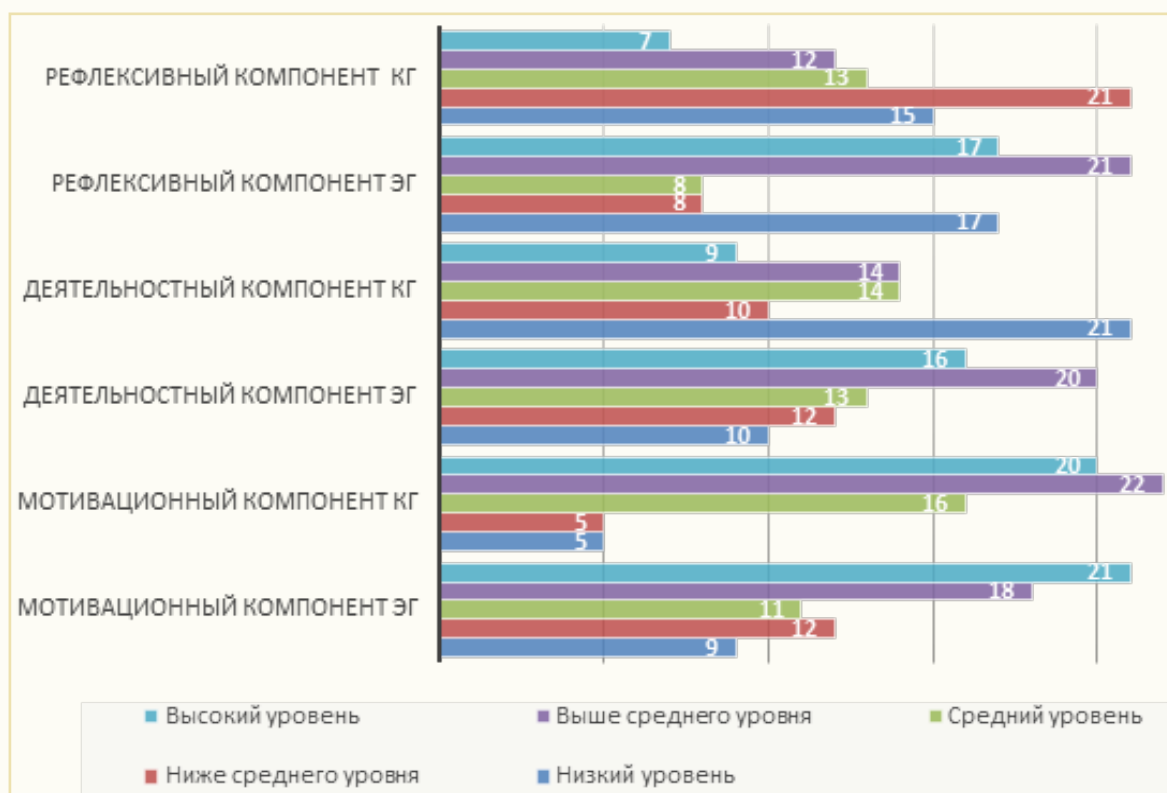


Рисунок 4 Уровни сформированности компонентов когнитивной мобильности у студентов ЭГ и КГ

Статистический анализ позволил установить, что реализация методики обучения теории вероятностей и математической статистике студентов средствами цифровых решений способствует повышению уровней сформированности мотивационного, деятельностного и рефлексивного компонентов, а значит и развитию когнитивной мобильности в целом.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные нами результаты, характеризующиеся выявлением таких компонентов когнитивной мобильности студентов, как мотивационный, деятельностный и рефлексивный, а также оценкой степени их сформированности в процессе обучения теории вероятностей и математической статистики, согласуются с мнением авторов [2; 3]. В их работах подтверждается, что когнитивная мобильность включает в себя не только когнитивные процессы, но и деятельностные и мотивационные аспекты. Такой комплексный подход к исследованию когнитивной мобильности приводит не только к пониманию сущности изучаемого феномена, но к определению механизмов его развития: создание стимулирующей среды, интегрирующей в учебно-образовательный процесс цифровые инструменты, оптимизированное межпредметное взаимодействие преподавателя и студента, разнообразие и вариативность форм, методов и средств, направленных на последовательную реализацию основных этапов обучения ТВиМС, поощрение студентов к исследованию новых идей и подходов в решении профессионально-прикладных задач, укрепление саморефлексии для эффективного управления своим интеллектуальным потенциалом, формирование потребности к самообразованию.

Как следствие, развитие когнитивной мобильности у студентов при изучении ТВиМС выражается в способности быстро переключаться между различными видами деятельности, адаптироваться к новым ситуациям, гибко и нестандартно мыслить. За счет использования в учебном процессе активных методов обучения, вовлечения студентов в творческую деятельность и исследовательские проекты, предполагающие решение реальных жизненных проблем на основе вероятностно-статистических представлений, стимулирования студентов к самостоятельному исследованию проблем и изучению их с различных точек зрения, установления междисциплинарных связей между различными предметами, анализу, оценке и интерпретации статистических данных из разных источников, использования новых методов к решению, предоставления возможностей для самооценки, вознаграждения успехов студентов, удалось добиться развития компонентов когнитивной мобильности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Непрерывное обновление технологий, смена образа жизни современного общества усиливают значение когнитивной мобильности подростка как необходимого качества личностного развития, прогностичности, подвижности мотивации, широты взглядов, гибкости поведения в постоянно-изменяющихся условиях.

Когнитивная мобильность является эффективным способом сокращения цифрового разрыва. Поэтому рабочие программы по отдельным дисциплинам нуждаются в обновлении и совершенствовании предметных методик обучения.

Внедренная методика развития когнитивной мобильности при обучении теории вероятностей и математической статистике студентов средствами цифровых решений способствует: увеличению практической направленности процесса обучения вероятности и статистики за счёт объединения теоретических и демонстрационных материалов в наглядном и интерактивном формате с возможностью встраивания мультимедийных файлов и многих других цифровых ресурсов; изменению отношения студентов к теории вероятностей, совершенствованию их умений к анализу и оценке, конструктивных умений, навыков моделирования, предполагающих работу с цифровым инструментарием для визуализации случайных экспериментов, статистической обработке различных данных, графической их интерпретации.

Взаимосвязь компонентов структурно-функциональной модели обуславливает выявление перспектив для модернизации процесса обучения, заключающихся в повышении творческого и

интеллектуального потенциала обучающихся (процесса самореализации) и в достижении высокого уровня общей и профессиональной подготовки студентов.

Результаты исследования дополняют систему педагогических знаний о возможностях развития когнитивной мобильности обучающихся, обладают научной и общественной значимостью для развития современного математического образования, могут быть внедрены в систему высшего образования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манаева Н.Н. Формирование информационной мобильности студентов университета: дис. ... канд. пед. наук. Оренбург, 2017. 208 с.
2. Аракелова Т. Л. Взаимное обучение как условие развития когнитивной мобильности у будущих учителей: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2006. 21 с.
3. Поддубская Е. А. Развитие когнитивной мобильности педагога в процессе дополнительного образования взрослых: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Минск, 2017. 27 с.
4. Isaev I. F., Isaeva N. I., Krolevetskaya E. N., Eroshenkova E. I., Zakusilo A. S. Personalized-thematic itinerary as a means of forming the educational mobility of high school students: The experience of experimental development // *Perspectives of Science and Education*, 2022, vol. 55, no. 1, pp. 301–314. DOI: 10.32744/pse.2022.1.19
5. Троицкая, Ю. В. Формирование профессиональной мобильности переводчиков. Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2018. 182 с.
6. Chowdhury R. Holistic Flexibility for Deploying Systems Thinking as a Cognitive Skill // *Systemic Practice and Action Research*, 2023, vol. 36, pp. 803–825. DOI: 10.1007/s11213-022-09626-8
7. Nair A. U., Abraham A. M., Mamachan M., Basheer S., Jacob F. G. etc. Cognitive Flexibility and Big Five Personality Traits of College Students // *International Journal of Research Publication and Reviews*, 2022, vol. 3, no. 12, pp. 2486–2489. DOI: 10.55248/gengpi.2022.31281
8. Odacı H., Cikrikci Ö. Cognitive flexibility mediates the relationship between big five personality traits and life satisfaction // *Applied Research in Quality of Life*, 2019, vol. 14, no. 5, pp. 1229–1246. DOI: 10.1007/s11482-018-9651-y
9. Galimova E. G., Konyshova A. V., Kalugina O. A., Sizova Z. M. Digital educational footprint as a way to evaluate the results of students' learning and cognitive activity in the process of teaching mathematics // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2019, vol. 15, no. 8, em1732. DOI: 10.29333/ejmste/108435
10. Palmer C., O'Rourke S., Carroll C., Manning D., Cogan P., Morari V. Digital Resources for Targeted Mathematics Support // *MSOR Connections*, 2022, vol. 20, no. 2, pp. 26–36. DOI: 10.21100/msor.v20i2.1290
11. Song H., Cai L. Interactive learning environment as a source of critical thinking skills for college students // *BioMed Central Medical Education*, 2024, vol. 24, no. 1, pp. 270. DOI: 10.1186/s12909-024-05247-y
12. Smirnov E., Dvoryatkina S., Martyshev N., Shcherbatykh S. Software package to support students' research activities in the hybrid intellectual environment of mathematics teaching // *Mathematics*, 2023. vol. 11, no. 4. pp. 952. DOI: 10.3390/math11040952
13. Смирнов, Е. И., Дворяткина С. Н., Кузнецова И. В. Наглядность, синергия и функционал математического моделирования знаково-символической и игровой деятельности. Ярославль: ЯГПУ, 2021. 271 с.
14. Kuznetsova E., Zhdanova N. Teaching stochastics to bachelors of mathematics: Computer simulation for conceptual understanding // *In Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1691, no. 1. IOP Publishing Ltd. DOI: 10.1088/1742-6596/1691/1/012017
15. Dąbrowicz-Tłałka A. Mathematical academic education in science and technical fields in the era of mobile technologies and artificial intelligence // *E-Mentor*, 2023, vol. 102, no. 5, pp. 57–64. DOI: 10.15219/em102.1636
16. Левицкий М. Л., Заславская О. Ю., Гриншкун А. В. [и др.]. Трансформация содержания и методов общего образования на основе использования технологии дополненной виртуальности. Воронеж: Научная книга, 2023. 100 с.
17. Buditjahjanto I.G.P.A., Irfansyah J. Augmented reality on students' academic achievement viewed from the creative thinking level // *Journal of Technology and Science Education*, 2023, vol. 13, no. 3, pp. 597–612. DOI: 10.3926/jotse.1813
18. Shcherbatykh S.V., Lykova K.G. Improving the efficiency of mathematics education through the development

- of a stochastic worldview of students // *International Journal of Instruction*, 2022, vol. 15, no. 2, pp. 1057-1074. DOI: 10.29333/iji.2022.15258a
19. Дворяткина С.Н., Щербатых С.В. Теоретико-методическое обеспечение фрактального формирования и развития вероятностного стиля мышления в процессе обучения математике. М.: Флинта, 2020. 440 с.
 20. Latysheva L. P., Skornyakova A. Yu., Cheremnykh E. L., Lapteva T. D., Melnikova E. V. Formation of ICT competencies of a future mathematics teacher when teaching stochastics in the context of digital transformation of education // *Informatics and Education*, 2022, vol. 37, no. 2, pp. 64-77. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-64-77
 21. Поддубская Е.А. Кейс-тестинг как инструмент диагностики и когнитивного развития взрослых обучающихся // *Вестник Белорусского государственного педагогического университета. Серия 1. Педагогика. Психология. Филология*. 2016. № 1 (87). С. 19-24.
 22. Сафронова Ж.С., Бразевич Д.С., Кошелева Т.Н. Когнитивная мобильность в структуре интеллектуального потенциала личности // *Alma Mater (Вестник высшей школы)*. 2020. № 5. С. 47-51.
 23. Щетинин А.Н. О преподавании курса "теория вероятностей" в техническом вузе // *Мир науки, культуры, образования*. 2024. № 2 (105). С. 109-111.
 24. Sheromova T. S., Khuziakhmetov A. N., Kazinets V. A., Sizova Z. M., Buslaev S. I., Borodianskaia E. A. Learning styles and development of cognitive skills in mathematics learning // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2020, vol. 16, no. 11, em1895. DOI: 10.29333/EJMSTE/8538
 25. Stalheim O.R., Somby H.M. An embodied perspective on an augmented reality game in school: pupil's bodily experience toward learning // *Smart Learning Environments*, 2024, vol. 24, no. 11. DOI: 10.1186/s40561-024-00308-7
 26. Wu X. Y. Exploring the effects of digital technology on deep learning: a meta-analysis // *Education and Information Technologies*, 2024, vol. 29, no. 1, pp. 425-458. DOI: 10.1007/s10639-023-12307-1
 27. Algharaibeh S. A. Cognitive flexibility as a predictor of subjective vitality among university students // *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 2020, vol. 15, no. 5, pp. 923-936. DOI: 10.18844/cjes.v15i5.5122
 28. İsmail Ay. Exploring the relationship between cognitive flexibility and mindfulness with self-regulation in university students // *African Educational Research Journal*, 2023, vol. 11, no. 3, pp. 460-467. DOI: 10.30918/AERJ.113.23.073
 29. Tüfekçibaş S., Şahin, M. Investigation of the Relationship between Cognitive Flexibility Levels and Personal Features of University Students // *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 2020, vol. 7, no. 2, pp. 142-151. DOI: 10.17220/ijpes.2020.02.013
 30. Batanero C., Álvarez-Arroyo R. Teaching and learning of probability // *ZDM. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 2024, vol. 56, no. 1, pp. 5-17. DOI: 10.1007/s11858-023-01511-5

REFERENCES

1. Manaeva N. N. Formation of information mobility of university students. Cand. Ped. Sci. Diss. Orenburg, 2017. 208 p. (In Russ.)
2. Arakelova T. L. Mutual learning as a condition for the development of cognitive mobility in future teachers. Abstract of Cand. Ped. Sci. Diss. Ekaterinburg, 2006. 21 p. (In Russ.)
3. Poddubskaya E. A. Development of cognitive mobility of a pedagogue in the process of additional adult education. Abstract of Cand. Ped. Sci. Diss. Minsk, 2017. 27 p. (In Russ.)
4. Isaev I. F., Isaeva N. I., Krolevetskaya E. N., Eroshenkova E. I., Zakusilo A. S. Personalized-thematic itinerary as a means of forming the educational mobility of high school students: The experience of experimental development. *Perspectives of Science and Education*, 2022, vol. 55, no. 1, pp. 301-314. DOI: 10.32744/pse.2022.1.19
5. Troitskaya Y. V. Formation of professional mobility of translators. Samara, Publishing house of Samara University, 2018. 182 p. (In Russ.)
6. Chowdhury R. Holistic Flexibility for Deploying Systems Thinking as a Cognitive Skill. *Systemic Practice and Action Research*, 2023, vol. 36, pp. 803-825. DOI: 10.1007/s11213-022-09626-8
7. Nair A. U., Abraham A. M., Mamachan M., Basheer S., Jacob F. G. etc. Cognitive Flexibility and Big Five Personality Traits of College Students. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 2022, vol. 3, no. 12, pp. 2486-2489. DOI: 10.55248/gengpi.2022.31281
8. Odacı H., Cikrikci Ö. Cognitive flexibility mediates the relationship between big five personality traits and life satisfaction. *Applied Research in Quality of Life*, 2019, vol. 14, no. 5, pp. 1229-1246. DOI: 10.1007/s11482-018-9651-y
9. Galimova E. G., Konysheva A. V., Kalugina O. A., Sizova Z. M. Digital educational footprint as a way to evaluate the results of students' learning and cognitive activity in the process of teaching mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2019, vol. 15, no. 8, em1732. DOI:

- 10.29333/ejmste/108435
10. Palmer C., O'Rourke S., Carroll C., Manning D., Cogan P., Morari V. Digital Resources for Targeted Mathematics Support. *MSOR Connections*, 2022, vol. 20, no. 2, pp. 26–36. DOI: 10.21100/msor.v20i2.1290
 11. Song H., Cai L. Interactive learning environment as a source of critical thinking skills for college students. *BMC Med Educ*, 2024, vol. 24, no. 1, pp. 270. DOI: 10.1186/s12909-024-05247-y
 12. Smirnov E., Dvoryatkina S., Martyushev N., Shcherbatykh S. Software package to support students' research activities in the hybrid intellectual environment of mathematics teaching. *Mathematics*, 2023. vol. 11, no. 4. pp. 952. DOI: 10.3390/math11040952
 13. Smirnov E. I., Dvoryatkina S. N., Kuznetsova I. V. Visibility, synergy and functionality of mathematical modelling of sign-symbolic and game activity. Yaroslavl, YSPU Publ., 2021. 271 p. (In Russ.)
 14. Kuznetsova E., Zhanova N. Teaching stochastics to bachelors of mathematics: Computer simulation for conceptual understanding. In *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1691, no. 1. IOP Publishing Ltd. DOI: 10.1088/1742-6596/1691/1/012017
 15. Dąbrowicz-Tlałka A. Mathematical academic education in science and technical fields in the era of mobile technologies and artificial intelligence. *E-Mentor*, 2023, vol. 102, no. 5, pp. 57–64. DOI: 10.15219/em102.1636
 16. Levitsky M. L., Zaslavskaya O. Y., Grinshkun A. V. Transformation of the content and methods of general education based on the use of augmented virtuality technology. Voronezh, Nauchnaya kniga Publ., 2023. 100 p. (In Russ.)
 17. Buditjahjanto I.G.P.A., Irfansyah J. Augmented reality on students' academic achievement viewed from the creative thinking level. *Journal of Technology and Science Education*, 2023, vol. 13, no. 3, pp. 597–612. DOI: 10.3926/jotse.1813
 18. Shcherbatykh S.V., Lykova K.G. Improving the efficiency of mathematics education through the development of a stochastic worldview of students. *International Journal of Instruction*, 2022, vol. 15, no. 2, pp. 1057–1074. DOI: 10.29333/iji.2022.15258a
 19. Dvoryatkina S.N., Shcherbatykh S.V. Theoretical and methodological support of fractal formation and development of probabilistic style of thinking in the process of teaching mathematics. Moscow, Flinta Publ., 2020. 440 p. (In Russ.)
 20. Latysheva L. P., Skornyakova A. Yu., Cheremnykh E. L., Lapteva T. D., Melnikova E. V. Formation of ICT competencies of a future mathematics teacher when teaching stochastics in the context of digital transformation of education. *Informatics and Education*, 2022, vol. 37, no. 2, pp. 64–77. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-64-77
 21. Poddubskaya E.A. Case-testing as a diagnostic and cognitive development tool for adult learners. *Bulletin of the Belarusian State Pedagogical University. Series 1. Pedagogy. Psychology. Philology*, 2016, vol. 87, no. 1, pp. 19–24.
 22. Safronova J.S., Brazevich D.S., Kosheleva T.N. Cognitive mobility in the structure of intellectual potential of a personality. *Alma Mater (Herald of Higher School)*, 2020, no. 5, pp. 47–51. DOI: 10.20339/AM.05-20.047
 23. Shchetinin A.N. On teaching the course 'probability theory' at a technical university. *The world of science, culture, education*, 2024, vol. 105, no. 2, pp. 109–111. DOI: 10.24412/1991-5497-2024-2105-109-111
 24. Sheromova T. S., Khuziakhmetov A. N., Kazinets V. A., Sizova Z. M., Buslaev S. I., Borodianskaia E. A. Learning styles and development of cognitive skills in mathematics learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2020, vol. 16, no. 11, em1895. DOI: 10.29333/EJMSTE/8538
 25. Stalheim O.R., Somby H.M. An embodied perspective on an augmented reality game in school: pupil's bodily experience toward learning. *Smart Learning Environments*, 2024, vol. 24, no. 11. DOI: 10.1186/s40561-024-00308-7
 26. Wu X. Y. Exploring the effects of digital technology on deep learning: a meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 2024, vol. 29, no. 1, pp. 425–458. DOI: 10.1007/s10639-023-12307-1
 27. Algharaibeh S. A. Cognitive flexibility as a predictor of subjective vitality among university students. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 2020, vol. 15, no. 5, pp. 923–936. DOI: 10.18844/cjes.v15i5.5122
 28. İsmail Ay. Exploring the relationship between cognitive flexibility and mindfulness with self-regulation in university students. *African Educational Research Journal*, 2023, vol. 11, no. 3, pp. 460–467. DOI: 10.30918/AERJ.113.23.073
 29. Tüfekçibaş S., Şahin, M. Investigation of the Relationship between Cognitive Flexibility Levels and Personal Features of University Students. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 2020, vol. 7, no. 2, pp. 142–151. DOI: 10.17220/ijpes.2020.02.013
 30. Batanero C., Álvarez-Arroyo R. Teaching and learning of probability. *ZDM. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 2024, vol. 56, no. 1, pp. 5–17. DOI: 10.1007/s11858-023-01511-5

Авторы**Щербатых Сергей Викторович**

(Российская Федерация, Елец)

Профессор, доктор педагогических наук, ректор
Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина

E-mail: shcherserg@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4870-8257

Scopus Author ID: 57196473659

Лыкова Ксения Геннадьевна

(Российская Федерация, Елец)

Кандидат педагогических наук

Старший преподаватель кафедры математики,
информатики, физики и методики обучения
Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина

E-mail: ksl1024@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-9312-7040

Scopus Author ID: 57204627493

Игонина Елена Викторовна

(Российская Федерация, Елец)

Кандидат физико-математических, доцент

Заведующий кафедрой математики, информатики, физики
и методики обучения

Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина

E-mail: elenaigonina7@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-7369-6219

Scopus Author ID: 57275377100

Симоновская Галина Александровна

(Российская Федерация, Елец)

Кандидат педагогических наук, доцент

Доцент кафедры математики, информатики, физики и
методики обучения

Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина

E-mail: simonovskaj_g@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-8328-1589

Scopus Author ID: 57197815413

Authors**Sergey V. Shcherbatykh**

(Russian Federation, Yelets)

Professor, Dr. Sci. (Educ.), Rector
I. A. Bunin Elets State University

E-mail: shcherserg@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4870-8257

Scopus Author ID: 57196473659

Ksenia G. Lykova

(Russian Federation, Yelets)

Cand. Sci. (Educ.), Senior Lecturer of the Department of
Mathematics, Informatics, Physics and Methods of Teaching
I. A. Bunin Elets State University

E-mail: ksl1024@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-9312-7040

Scopus Author ID: 57204627493

Elena V. Igonina

(Russian Federation, Yelets)

Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Head of
the Department of Mathematics, Informatics, Physics and
Methods of Teaching

I. A. Bunin Elets State University

E-mail: elenaigonina7@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-7369-6219

Scopus Author ID: 57275377100

Galina A. Simonovskaya

(Russian Federation, Yelets)

Cand. Sci. (Educ.), Associate Professor
Associate Professor of the Department of Mathematics,
Informatics, Physics and Teaching Methods

I. A. Bunin Elets State University

E-mail: simonovskaj_g@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-8328-1589

Scopus Author ID: 57197815413

Вклад авторов**Щербатых С. В.:** концептуализация,
руководство исследованием**Лыкова К. Г.:** методология, формальный анализ,
проведение исследования, создание рукописи и её
редактирование, визуализация**Игонина Е. В.:** руководство исследованием**Симоновская Г. А.:** методология© Щербатых С. В., Лыкова К. Г., Игонина Е. В.,
Симоновская Г. А., 2025

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Author's contribution**Sergey V. Shcherbatykh:** Conceptualization, Supervision**Ksenia G. Lykova:** Methodology, Formal analysis,
Investigation, Writing - Review & Editing, Visualization**Elena V. Igonina:** Supervision**Galina A. Simonovskaya:** Methodology© Sergey V. Shcherbatykh, Ksenia G. Lykova,
Elena V. Igonina, Galina A. Simonovskaya, 2025

The author's declared no conflicts of interest