

УДК 378

Методология исследования математических компетенций для разных групп специальностей в высшем образовании

Яценко¹ И.В., Рослова² Л.О., Походня³ Н.В., Виноградова⁴ О.А.

^{1,2,3,4}Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Аннотация. Статья посвящена обсуждению методологии исследования проблемы освоения математики студентами различных групп специальностей в Национальном исследовательском университете «Высшая школа экономики». На предварительном этапе исследования изучались математические курсы различных образовательных программ, реализуемых университетом, выделены группы специальностей в соответствии с областями знания, определены основные понятия: универсальные математические компетенции, математическая компетентность. Также определялись актуальные направления для анализа трудностей, которые возникают у студентов при освоении математических курсов, выявления их причин и разработки путей преодоления.

Ключевые слова: универсальные математические компетенции, математическая компетентность, учебные курсы по математике, независимая оценка, трудности студентов младших курсов при изучении математики.

The Methodology of The Study of Mathematical Competencies for Different Groups of Specialties in Higher Education

Yashchenko¹ I. V., Roslova² L. O., Pokhodnya³ N. V., Vinogradova⁴ O. A.

^{1,2,3,4}National Research University Higher School of Economics

Abstract. The article is devoted to the discussion of the methodology of studying the problem of mastering mathematics by students of various groups of specialties at the National Research University Higher School of Economics. At the first stage of the study, mathematical courses of various educational programs implemented by the university were analyzed, groups of specialties were identified in accordance with the areas of knowledge, and the main concepts were defined: universal mathematical competencies, mathematical competence. Also, relevant areas for analyzing the difficulties that students encounter when mastering mathematical courses, identifying their causes and developing ways to overcome them were determined.

Keywords: universal mathematical competencies, mathematical competence, educational courses in mathematics, independent assessment, difficulties of undergraduate students in studying mathematics.

Введение. Бурное развитие искусственного интеллекта является вызовом для рынка труда — прогнозируются, с одной стороны, изменения в структуре потребностей экономики в различных специальностях, а с другой стороны, изменения в требованиях к квалификации специалистов по многим специальностям, что относится и к системе высшего образования [15]. При этом грядущие вызовы для высшего образования многогранны — они касаются как этических вопросов, вопросов образовательных технологий, так и содержания учебных курсов. Наше исследование будет касаться лишь одной области знания — математики, которая была выбрана по ряду причин. Во-первых, математика является проблемной дисциплиной для части студентов вузов, о чем можно судить по данным о причинах их отчислений, во-вторых, математические компетенции относительно просто формализуются и могут быть представлены в виде банка задач, в-третьих, содержание математических курсов как для студентов профильных относительно математики специальностей, так и для студентов гуманитарных направлений подготовки находится под пристальным вниманием со стороны ИИ, что связано с проникновением цифровых технологий во все специальности без исключений [9]. Именно по этой причине экспертами ИТ-сферы высказывается мнение о насущности «проблемы модернизации содержания ИТ-подготовки в направлении усиления математизации профильных дисциплин» [6]. Согласно Программе развития НИУ ВШЭ до 2030 года [7] в ближайшие годы студенты в составе сквозных компетенций будут системно осваивать цифровые компетенции, будет развиваться проект DataCulture, что, безусловно, потребует от студентов высокой математической культуры и крепких базовых знаний по математике.

При этом цифровое направление не является единственным, требующим развитых математических навыков. Так, специалистам все большего числа специальностей требуются знания по теории вероятностей, статистике, навыки обработки данных, ведь никакие исследования, предполагающие наличие и обработку цифровых данных, не возможны без использования математического аппарата. Более того, изменения, которые происходят и будут происходить в науке и социуме, требуют от современного специалиста владения некоторой базой математических знаний, знакомства

с математическим аппаратом и его применением, а также способности к приобретению новых знаний в области математики в соответствии с новыми профессиональными задачами, стоящими перед ним [2].

При этом встречаются студенты, которые задают вопрос, а так ли необходимо математическое образование в настоящее время, если ИИ уже успешно справляется с задачами международной математической олимпиады для школьников по математике [14]. Мы уверены, что математическое образование необходимо, но оно должно изменяться: на передний план должны выходить умения: самостоятельно мыслить, анализировать условие задачи, ставить задачи, оценивать полученный результат, находить ошибки. Разумеется, для развития этих компетенций нужны и предметные навыки, например, невозможно оценить результат статистического анализа, выполненного компьютером, не обладая пониманием принципов статистических методов анализа данных.

Возрастание роли математики, безусловно, положительно влияет на ее развитие, однако, у повышенного внимания к математике со стороны специалистов различных сфер науки и практики есть и обратная сторона. Достаточно вспомнить, что возросшая потребность в юристах и экономистах в 1990-е годы привела к массовому открытию данных направлений подготовки и переподготовки в вузах, не имеющих достаточной профессиональной базы и принимающих абитуриентов, не имеющих достаточной подготовки для овладения соответствующими компетенциями, и, как следствие, к снижению качества профессиональной подготовки выпущенных специалистов.

Несомненно, для рассмотрения вопроса о совершенствовании содержания математических учебных дисциплин будет полезно проводить систематические исследования их актуальности, акцентируя внимание на выявлении различного рода нестыковок. К таким нестыковкам мы относим отсутствие взаимосвязей как между математическими курсами в рамках одной образовательной программы, так и между математическими и смежными профильными курсами, нарушение связей между результатами обучения по образовательной программе с потребностями, предъявляемыми для успешной профессиональной деятельности по соответствующей специальности. Также следует учитывать, что выпускники, имеющие аттестат о полном (среднем) образовании, могли обучаться по разным программам общего образования: по базовой или по углубленной, и, конечно, набрать разные баллы на ЕГЭ [13].

Методология исследования математических компетенций.

Приступая к разработке проблемы повышения качества математической подготовки студентов, прежде всего, мы задались вопросом, в процессе изучения каких курсов студенты НИУ ВШЭ осваивают математические компетенции. Проведенный нами анализ образовательных программ НИУ ВШЭ на 2023/24 учебный год показал, что: 1) математические курсы для студентов первых двух лет обучения входят практически во все образовательные программы НИУ ВШЭ; 2) реализуется обязательных курсов: 43 курса по теории вероятностей и математической статистике, 32 курса по математическому анализу, 27 курсов по линейной алгебре и аналитической геометрии, а также курсы по дискретной математике, высшей математике, дифференциальным уравнениям, теории функций комплексного переменного [5]. Понятно, что такое количественное распределение курсов по разделам математики является отражением специфики университета, однако, нельзя забывать и о возрастающей роли вероятностно-статистических знаний для современных специалистов, что не может не найти отражения в структуре базовой математической подготовки выпускника вуза.

Следующий вопрос, на который потребовалось дать ответ: какими подразделениями университета задается структура математической подготовки для конкретной образовательной программы и разрабатываются учебные курсы по математическим дисциплинам. Помимо трех математических факультетов НИУ ВШЭ — факультета математики (ФМ), факультета компьютерных наук (ФКН) и Московского института электроники и математики им. А. Н. Тихонова (МИЭМ), общеуниверситетской кафедры высшей математики (КВМ) и факультета экономических наук (ФЭН), такие курсы разрабатываются и непосредственно на факультетах. Например, из 48 курсов по теории вероятностей и статистике для студентов первых двух лет обучения 7 курсов разработаны на нематематических факультетах, 13 курсов на КВМ, 5 курсов на ФМ, 2 курса в МИЭМ, 6 курсов на ФКН (на двух кафедрах), 15 курсов на ФЭН (на трех кафедрах), то есть 13 подразделениями, выпускающими программы по названной дисциплине [5].

Понятно, что такая широкая вариативность программ, обусловленная, в частности, отсутствием в высшем образовании стандартизированного содержания обучения, выстраивается безопасно только на фундаменте из базовых компетенций, формируемых в качестве результата изучения

дисциплины. Если выявленное многообразие обусловлено различными требованиями к осваиваемым компетенциям или исторически сложившейся, но потерявшей свою актуальность традицией, то определенная унификация позволит улучшить качество преподавания и методических материалов.

Отметим еще одну проблему, непосредственно связанную с обсуждаемой тематикой: мобильность студентов внутри вуза, внутри страны, международная академическая мобильность студентов, обучение иностранных студентов вызывает сложности для академических руководителей при принятии решения о перезачете математических дисциплин.

Резюмируя приведенные выше соображения, выскажем предположение, что возможное решение задачи создания условий для предотвращения размывания высокого качества математической подготовки выпускников НИУ ВШЭ целесообразно искать на пути описания структуры математической компетентности студентов разных групп специальностей, выделения универсальных (ключевых) математических компетенций для разных групп специальностей, которыми должны овладеть студенты, и независимой оценки их математической компетентности. Это создаст условия для дальнейшей унификации ряда учебных курсов, основанной на выделении в содержании обучения общего ядра и вариативной части, учитывающей специфику конкретной бакалаврской программы.

Будем исходить из следующих определений.

Математическая компетентность — это набор математических знаний, навыков и деятельностных установок, которые мобилизуются для решения определенной задачи, для достижения определенного результата. Знания включают известные математические факты, идеи, теории; навыки представляют собой способность использовать имеющиеся математические знания и выполнять математические процедуры для достижения результатов; деятельностные установки — это принципы, влияющие на реакцию на математические идеи и ситуации [11].

Универсальные (ключевые) математические компетенции для группы специальностей — это компетенции в области математики, которые необходимы специалисту данной группы для решения широкого спектра профессиональных задач.

В рамках математической компетентности выделяются 4 группы специальностей, соответствующих областям научного знания: математическая (математика, прикладная математика, компьютерные науки); естественно-научная (физика, химия, биология); социальная (экономика,

политология, социология); гуманитарная (лингвистика; психология; медиа).

В связи с выделенными направлениями разработки проблемы первичной задачей исследования становится выявление на основе анализа образовательных программ для каждой группы специальностей структуры математической подготовки и «ядра» содержания входящих в них учебных математических дисциплин. Основными разделами программы, информативные с точки зрения поставленной цели, являются планируемые результаты обучения, содержание учебной дисциплины, элементы контроля.

Создание системы независимой оценки универсальных математических компетенций требует также исследования существующих ныне проблем, стоящих на пути качественного освоения студентами выбранных ими образовательных программ, и выявления путей для их разрешения.

Одна из таких проблем заключается в том, что уровень знаний и компетентности абитуриентов в математических дисциплинах часто неизвестен, и они выбирают бакалаврские программы, хотя заведомо не готовы к освоению заложенных в них математических курсов. Например, для поступления на бакалаврскую программу «Химия» НИУ ВШЭ необходимо предоставить результаты единого государственного экзамена по математике или физике по выбору абитуриента. А вот для поступления на бакалаврскую программу «Управление в креативных индустриях», где изучаются обязательные курсы «Математика» и «Теория вероятностей и математическая статистика», результаты ЕГЭ по математике предоставлять не требуется. При этом информация о том, что ему придется столкнуться с изучением математических дисциплин, до абитуриента доводится не всегда [4]. Существует гипотеза, что отчисление студентов первых курсов высшего образования во многом обусловлено трудностями с освоением именно математических курсов.

Проблема академической неуспешности студентов в высшем учебном заведении и их последующего отчисления изучается в различных вузах, в частности, в технических университетах. В качестве источников данной проблемы исследователями называются слабая школьная подготовка абитуриентов и недостаточные действия со стороны университета по вовлечению студентов младших курсов в свою образовательную среду [8]. В этой связи чрезвычайно полезным направлением исследования

стало бы выявление математических компетенций, универсальных для технических специальностей.

Другая проблема, вызывающая трудности усвоения математического содержания, связана с тем, что материал учебного курса может быть не реалистичен по ряду направлений и, следовательно, заведомо не может быть усвоен многими студентами. Причина такого расхождения подготовки студентов и содержания обучения кроется в тех изменениях, которые претерпевают школьные программы, и тех тенденциях, которые развиваются в школьном обучении, а в настоящее время это непрерывные и динамично развивающиеся процессы. Так, введение в школьную программу элементов теории вероятностей может создать у разработчика преподавателя вузовского курса иллюзию более высокого уровня подготовки новых абитуриентов, чем это есть в реальности: введение нового содержания общего образования оказалось трудным процессом, прежде всего, в силу слабой математической подготовки учителей по данному разделу математики.

При создании системы оценки изучения трудностей освоения учебных математических курсов студентами позволит реализовать такой принцип, как реалистичность требований к результатам обучения. Напомним, что за декларируемыми требованиями, которые содержатся в двух программах одной и той же учебной дисциплины, реализуемых в образовательных программах для различных групп специальностей, могут скрываться задачи, несопоставимые по уровню сложности. Именно поэтому мы проводим исследование, включающее не только анализ вербальных деклараций, но и соответствующих этим декларациям задач.

Отметим в качестве еще одной проблемы тот факт, что при разработке учебных курсов могут не учитываться пререквизиты, а это, как известно, существенно влияет на эффективность усвоения необходимых знаний и навыков. Это может происходить в двух случаях. Во-первых, как уже было сказано выше, когда необходимые условия освоения курса остаются неизменными, при этом уровень и качество подготовки абитуриентов изменяются. Во-вторых, когда необходимые условия изменяются, а подготовка студентов остается на прежнем уровне или даже ухудшается. Например, для освоения многих образовательных программ по социологии от студентов требуется современный, более высокий, чем прежде, уровень сформированности вычислительных навыков, в частности, выполнения вычислений с использованием вычислительных пакетов

[3], при этом, даже калькуляторы в школьной программе остаются, мягко говоря, в тени, а в практике очень часто и под запретом. Тут стоит отметить, что объявление о возможности использования калькулятора на ОГЭ и ЕГЭ вызвало столь неоправданную общественную реакцию, что принятие решения пришлось временно отложить. На наш взгляд, принятие решения, вне всякого сомнения, побудило бы учителей уделять этому компоненту вычислительной подготовки школьников особое внимание, ведь даже учителя начальной школы не скрывают, что учат детей считать, пугая их ЕГЭ [12].

В качестве методологического аппарата, который позволил бы вскрыть причины трудностей обучения, нам представляется наиболее отвечающим целям нашего исследования: тестирование первокурсников на предмет сохранности знаний, которые будут востребованы уже на начальном этапе обучения, и анализ контрольных работ, выполненных первокурсниками, с целью выявления наиболее характерных ошибок, допускаемых студентами. Также в ходе исследования целесообразно провести анкетирование, во-первых, студентов первого курса, чтобы зафиксировать трудности, с которыми они столкнулись при обучении, а во-вторых, преподавателей выделенных учебных дисциплин, чтобы выявить те реальные задачи, которые должен, по его мнению, научиться решать студент, освоивший данную учебную дисциплину.

Принятие каких мер помогло бы продвинуться в решении названных проблем и подготовить платформу для создания системы независимой оценки универсальных математических компетенций для разных групп специальностей в высшем образовании? Назовем несколько направлений, которые представляются актуальными на данном этапе проведения исследования:

1. Выявление структуры математической компетентности и содержания универсальных математических компетенций для разных групп специальностей в высшем образовании.
2. Выявление пререквизитов курсов математики, изучаемых в первый год обучения в вузе. Необходимые условия освоения курса на достаточном уровне могут быть предъявлены студентам в виде набора задач, которые они должны уметь решать для того, чтобы иметь возможность освоить курс. Это позволит студентам осознанно подойти к освоению курса, соизмерять свои возможности с требованиями, которые будут предъявлены на экзамене,

а в случае необходимости ликвидировать пробелы. Определение пререквизитов целесообразно для курсов как математических направлений подготовки, так и для нематематических.

3. Дополнительное тестирование по математике для студентов 1 курса, не предоставивших результаты ЕГЭ по математике, в целях определения их траекторий освоения математических курсов. Ориентиром для теста могут служить пререквизиты математических курсов конкретного направления подготовки или группы образовательных программ.
4. Мониторинг трудностей при изучении математических курсов. Фиксация основных проблем и ошибок студентов, допускаемых ими при выполнении экзаменационных заданий, контрольных работ, при прохождении промежуточной аттестации, позволит преподавателям вносить необходимые коррективы в ходе обучения и изменения при доработке учебных программ.

Заключение. Предполагается, что результаты проводимого исследования создадут основу для совершенствования содержания математических курсов НИУ ВШЭ в век ИИ. Но уже в тактической перспективе они послужат базой для устранения имеющихся нестыковок между требованиями к подготовке студентов по учебной дисциплине «на выходе» и уровнем их подготовки «на входе», что позволит повысить эффективность работы студентов и качество знаний, снизить психологическую напряженность студентов, повысить привлекательность НИУ ВШЭ среди потенциальных абитуриентов. Ведь в случае, если студент не готов осваивать курс не в силу плохой учебы, а в силу недостаточной обоснованности предъявляемых к нему требований, то обучение становится неэффективным, нерационально используются временные ресурсы как самого студента, так и преподавателя.

Ответы на поставленные в исследовании вопросы и описание основных элементов независимой системы оценки могут составить основу концепции оценки ключевых составляющих математической компетентности студентов разных специальностей и образовательных программ.

В качестве возможных применений результатов исследования выделим два направления. В качестве первого направления назовем рационализацию структуры изучения математики в рамках образовательной программы и рационализацию содержания математических курсов, входящих в образовательную программу. В качестве второго направления — пересмотр перечня

предметов, результаты ЕГЭ по которым необходимы при приеме на данную специальность, ведь вполне может оказаться, что знаний, определяемых ЕГЭ, базового уровня не хватает для успешного усвоения учебного курса в вузе.

И, конечно, важно, что разработанный инструментарий может быть потенциально тиражируемым на другие вузы, с учетом их специфики. Отдельно стоит отметить, что начатое нами исследование может быть расширено в направлении изучения еще одной группы специальностей, а именно группы инженерных дисциплин. Актуальность в нем очевидна и достаточно широко обсуждается в научной среде [1].

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2024 году.

Acknowledgments. The study was implemented in the framework of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University) in 2024.

Список литературы

1. Анисова Т. Л. Математические компетенции бакалавров-инженеров: определение, категории, уровни и их оценка // Международный журнал экспериментального образования. — 2015. — № 11–4. — С. 493–497; URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=8621> (дата обращения: 07.10.2024).
2. Белоусова О. И., Коваленко А. А. Современный подход в преподавании математических дисциплин студентам-социологам // Психология, социология и педагогика. — 2018. — № 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://psychology.snauka.ru/2018/03/8529> (Дата обращения: 07.10.2024).
3. Макаревич Т. А. Нужна ли социологу математика? Военная академия Республики Беларусь, Минск, 2008. [Электронный ресурс]. URL: <http://elib.bsu.by/bitstream> (Дата обращения: 07.10.2024).
4. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Бакалаврские программы. 2023–2024 уч. год // Электронный ресурс URL: https://hrd.hse.ru/reserve?utm_medium=email&utm_source=Unisender&utm_campaign=hrd0710. (Дата обращения: 07.10.2024).
5. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Учебные курсы. 2023–2024 уч. год // [Электронный ресурс]. <https://www.hse.ru/edu/courses/> (Дата обращения: 07.10.2024).
6. Перминов Е. А., Тестов В. А. Математизация профильных дисциплин как основа фундаментализации IT-подготовки в вузах. Образование и наука. 2024. — № 26(7). — С. 12–43. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-7-12-43>.
7. Программа развития федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» до 2030 года утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 25.11.2021 № 3333-р // [Электронный ресурс]. <https://www.hse.ru/prog2030/> (Дата обращения: 07.10.2024).
8. Смык А. Ф., Прусова В. И., Зиманов Л. Л., Солнцев А. А. Анализ масштаба и причин отсева студентов в техническом университете // Высшее образование в России.

2019. Т. 28. — № 6. — С. 52–62. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-6-52-62>.

9. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145// [Электронный ресурс]. <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (Дата обращения: 16.10.2024).

10. Толстова Ю. Н. Сущность математики в преломлении к потребностям социологии: уроки истории// Математическое моделирование социальных процессов. Вып. 10. М.: КДУ, 2009. — С. 376–423.

11. Универсальные компетентности и новая грамотность: от лозунгов к реальности / под ред. М. С. Добряковой, И. Д. Фрумина; при участии К. А. Баранникова, Н. Зиила, Дж. Мосс, И. М. Реморенко, Я. Хаутамяки; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. — 472 с.

12. Яценко И., Рослова Л. ОГЭ-2024: Внимание, калькулятор// Математика. 2023, № 9 (ноябрь).

13. Яценко И. В., Высоцкий И. Р., Семенов А. В. Аналитический отчёт о результатах ЕГЭ 2023 года по математике// Педагогические измерения. 2024. — № 1. — С. 62–93. URL: <https://doc.fipi.ru/zhurnal-fipi/PI-2024-01.pdf> (Дата обращения: 16.10.2024).

14. Trinh, T.H., Wu, Y., Le, Q.V. et al. Solving olympiad geometry without human demonstrations. *Nature* 625, 476–482 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06747-5>.

15. Webb, Michael, The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market (November 6, 2019). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3482150> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3482150>.

References

- Anisova T. L. Matematicheskie kompetencii bakalavrov_injenerov_ opredelenie_ kategorii_ urovniihocenka // Mejdunarodnii jurnal eksperimentalnogo obrazovaniya. — 2015. — № 11–4. — P. 493–497; URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=8621> (Data obrascheniya: 07.10.2024). [In Rus].
- Belousova O. I., Kovalenko A. A. Sovremennii podhod v prepodavanii matematicheskikh discipline studentam_sociologam // Psihologiya_sociologiyai pedagogika. 2018. № 3 [Elektronnii resurs]. URL: <https://psychology.snauka.ru/2018/03/8529> (Data obrascheniya: 07.10.2024). [In Rus].
- Makarevich T. A. Nuzhna li sociologu matematika? Voennaya akademiya Respubliki Belarus', Minsk, 2008. [Elektronnii resurs]. URL: <http://elib.bsu.by/bitstream> (Data obrascheniya: 07.10.2024). [In Rus].
- Nacionalnii issledovatel'skiiu iversitet "Visshaya shkola ekonomiki". Bakalavrskie programmi. 2023_2024 uch. god// [Elektronnii resurs]. URL: https://hrd.hse.ru/reserve?utm_medium=email&utm_source=Unisender&utm_campaign=hrd0710. (Data obrascheniya: 07.10.2024). [In Rus].
- Nacionalnii issledovatel'skii universitet "Visshaya shkola ekonomiki". Uchebnie kursi. 2023_2024 uch. god// [Elektronnii resurs]. <https://www.hse.ru/edu/courses/>. (Data obrascheniya: 07.10.2024). [In Rus].
- Perminov E. A., Testov V. A. Matematizaciya profilnih discipline kak osnova fundamentalizacii IT_podgotovki v vuzah. *Obrazovanie i nauka*, 2024 -№ 26 (7). — P.12–43. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-7-12-43>. [In Rus].
- Programma razvitiya federalnogo gosudarstvennogo avtonomnogo obrazovatel'nogo uchredeniya visshego obrazovaniya "Nacionalnii issledovatel'skii universitet "Visshaya shkola ekonomiki" do 2030 goda Utverjdena Rasporyajeniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federaciiot 25.11.2021 № 3333-r// [Elektronnii resurs]. <https://www.hse.ru/prog2030/> (Data obrascheniya: 07.10.2024). [In Rus].
- Smik A. F., Prusova V. I., Zimanov L. L., Solncev A. A. Analiz masshtaba i prichin otseva studentov v tehničeskom universitete// Visshee obrazovanie v Rossii. 2019. Т. 28. — № 6. — P. 52–62. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-6-52-62>. [In Rus].
- Strategiya naučno_tehnologičeskogo razvitiya Rossiiskoi Federacii. Utverjdena Ukazom Prezidenta Rossiiskoi Federaciiot 28 fevralya 2024 g. № 145// [Elektronnii resurs]. <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (Data obrascheniya: 16.10.2024). [In Rus].

- Tolstova Yu. N. Suschnost matematiki v prelomlenii k potrebnostyam sociologii_ urokiistorii // Matematicheskoe modelirovanie socialnih processov. Vip. 10. M.— KDU, 2009.— P. 376–423. [In Rus].
- Universalnie kompetentnostii novaya gramotnost_ ot lozungov k realnosti / pod red. M. S. Dobryakovoi_ I. D. Frumina; priuchastii K. A. Barannikova_ N. Ziila_ Dj. Moss_ I. M. Remorenko_ Ya. Hautamyaki; Nac. issled. un_ t «Vissheyaya shkola ekonomiki». — M._ Izd. Dom Visshei shkoli ekonomiki, 2020. — 472 s. [In Rus].
- Yaschenko I._ Roslova L. OGE_2024_ Vnimanie_ kalkulyator// Matematika. 2023, № 9. [In Rus].
- Yaschenko I. V._ Visockii I. R._ Semenov A. V. Analiticheskiy otchet o rezultatah EGE2023 goda po matematike// Pedagogicheskie izmereniya. 2024. — № 1. — P.62–93. URL: <https://doc.fipi.ru/zhurnal-fipi/PI-2024-01.pdf> (Data obrascheniya: 16.10.2024). [In Rus].
- Trinh, T.H., Wu, Y., Le, Q.V. et al. Solving olympiad geometry without human demonstrations. *Nature* **625**, 476–482 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06747-5>.
- Webb, Michael, The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market (November 6, 2019). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3482150> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3482150>.

Сведения об авторах

Яценко Иван Валериевич — кандидат физико-математических наук, лаборатория математического образования, факультет математики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Российская Федерация, yaschenko@hse.ru

Рослова Лариса Олеговна — кандидат педагогических наук, лаборатория математического образования, факультет математики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Российская Федерация, lroslova@hse.ru

Походня Наталья Витальевна — лаборатория математического образования, факультет математики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Российская Федерация, npokhodnya@hse.ru

Виноградова Ольга Александровна — лаборатория математического образования, факультет математики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Российская Федерация, oa.vinogradova@hse.ru

Information about the authors

Yashchenko Ivan V. — PhD in Physics and Mathematics, Laboratory of Mathematical Education, Faculty of Mathematics, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation, yaschenko@hse.ru

Roslova Larisa O. — PhD in Pedagogical Sciences, Laboratory of Mathematical Education, Faculty of Mathematics, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation, lroslova@hse.ru

Pokhodnya Natalia V. — Laboratory of Mathematical Education, Faculty of Mathematics, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation, npokhodnya@hse.ru

Vinogradova Olga A. — Laboratory of Mathematical Education, Faculty of Mathematics, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation, oa.vinogradova@hse.ru