

УДК 378

DOI: 10.25559/SITITO.16.202001.187-197

Модернизация методических систем преподавания математических дисциплин на основе GeoGebra

Д. А. Власов*, А. В. Синчуков

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, г. Москва, Россия
117997, Россия, г. Москва, Стремянный пер., д. 36

* DAV495@gmail.com

Аннотация

В центре внимания данной статьи вопросы модернизации методических систем преподавания математических дисциплин, изучаемых студентами IT-направлений. Раскрыты возможности инструментального средства GeoGebra, имеющие значение для повышения качества математической подготовки будущих IT-специалистов в контексте реализации дидактического принципа наглядности и включения студентов в исследовательскую, проектную деятельность. Представлено модульное содержание дисциплины по выбору студентов «Инструментальные методы GeoGebra», разработанное в опоре на технологические процедуры проектирования содержания обучения и позволяющее по-новому использовать вычислительные и графические возможности GeoGebra в практике преподавания математических дисциплин. Особое внимание уделяется практическим аспектам использования GeoGebra при решении сюжетных, прикладных задач, связанных с применением активных приёмов и методов обучения математическим дисциплинам, ростом творческой и интеллектуальной активности студентов при работе с темами, требующих визуализации математических понятий и объектов. Выделены условия методически целесообразного включения GeoGebra в практику преподавания математических дисциплин для подготовки IT-специалистов и модернизации уже функционирующих методических систем преподавания математических дисциплин. Последовательность этапов проективно-педагогической деятельности по модернизации методических систем преподавания математических дисциплин, разработанная и реализованная авторами, способствует совершенствованию практики интеграции информационных и педагогических технологий, активизации учебно-познавательной деятельности будущих IT-специалистов, освоению новых инструментальных средств, в том числе для применения в будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: GeoGebra, визуализация, математическая подготовка, методическая система, инструментальное средство, моделирование, информатизация.

Для цитирования: Власов, Д. А. Модернизация методических систем преподавания математических дисциплин на основе GeoGebra / Д. А. Власов, А. В. Синчуков. – DOI 10.25559/SITITO.16.202001.187-197 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2020. – Т. 16, № 1. – С. 187-197.

© Власов Д. А., Синчуков А. В., 2020



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Modernization of Methodical Systems of Teaching Mathematical Disciplines Based on GeoGebra

D. A. Vlasov*, A. V. Sinchukov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

36 Stremyanny lane, Moscow 117997, Russia

* DAV495@gmail.com

Abstract

The focus of this article is on the modernization of methodological systems for teaching mathematical disciplines studied by students in IT areas. The possibilities of the GeoGebra tool are revealed, which are important for improving the quality of mathematical training of future IT specialists in the context of the implementation of the didactic principle of visibility and the inclusion of students in research and project activities. The modular content of the discipline of the students' choice of the GeoGebra Instrumental Methods is presented. It was developed based on the technological procedures for designing the learning content and makes it possible to reuse the computational and graphic capabilities of GeoGebra in the practice of teaching mathematical disciplines. Particular attention is paid to the practical aspects of using GeoGebra in solving plot, applied problems associated with the use of active techniques and methods of teaching mathematical disciplines, the growth of students' creative and intellectual activity when working with topics that require visualization of mathematical concepts and objects. The conditions of methodologically expedient inclusion of Geogebra into the practice of teaching mathematical disciplines for the preparation of IT specialists and the modernization of already existing methodological systems for teaching mathematical disciplines are highlighted. The sequence of stages of design and teaching activities for the modernization of methodological systems for teaching mathematical disciplines, developed and implemented by the authors, helps to improve the practice of integrating information and pedagogical technologies, enhance the educational and cognitive activities of future IT specialists, mastering new tools, including for future use professional activity.

Keywords: GeoGebra, visualization, mathematical training, methodical system, tool modeling, informatization.

For citation: Vlasov D.A., Sinchukov A. V. Modernization of Methodical Systems of Teaching Mathematical Disciplines Based on GeoGebra. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2020; 16(1):187-197. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202001.187-197>



Введение

На востребованность программных продуктов, полезных для профессионально-педагогической деятельности учителей математики и информатики, а также преподавателей математических дисциплин в высшей школе указывается в исследованиях [1, 2, 3]. Авторы высоко оценивают возможности современных программных продуктов, приводя рекомендации по их использованию в практике преподавания как отдельных учебных тем, так и для решения частно-методических задач математической подготовки на уровне бакалавриата, в том числе связанных с формированием предметных и цифровых компетенций будущих IT-специалистов. Особое место в множестве программных продуктов занимает *GeoGebra*. В рамках данной статьи мы акцентируем внимание на необходимости модернизации функционирующих методических систем преподавания математических дисциплин («Высшая математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория игр», «Теория риска» и др.) на основе нового инструментального средства *GeoGebra*, подразумевающей реализацию технологического подхода к проектированию педагогических объектов, предложенного В. М. Монаховым [4, 5, 6]. Отметим, что *GeoGebra* является бесплатной, доступной математической программой, рекомендованной исследователями для применения всех уровнях математической подготовки [7, 8, 9]. Согласно исследованиям [10, 11, 12], *GeoGebra* является одной из популярных и востребованных среди математических пакетов, используемых в образовательных целях. Среди простейших инструментальных возможностей *GeoGebra*, имеющих значение для совершенствования системы математической подготовки IT-специалиста. В данной статье будут изложены возможности по организации учебно-познавательной деятельности студентов бакалавриата, а также рекомендации по исследованию задач в области геометрии, алгебры, теории графов и оптимизации, арифметики и статистики, математического анализа и исследования операций, возможность представления и последующего анализа табличной информации, часто встречающейся в прикладных, сюжетных задачах.

GeoGebra: новые инструментальные возможности и их содержательно-методические аспекты

Важным направлением работы преподавателя математических дисциплин по проектированию учебного процесса в условиях интеграции информационных и педагогических технологий, описанных в исследованиях [13, 14, 15] является разработка и содержательное наполнение этапов формирования компетенций студентов бакалавриата, в том числе в области самостоятельной работы студентов с программным продуктом *GeoGebra*. В частности, модернизация методических систем преподавания математических дисциплин на основе *GeoGebra*, на наш взгляд, требует выполнения объемной и трудоемкой работы по созданию интерактивных чертежей, четко соответствующих требованиям решаемых задач из различных математических дисциплин. Большой методический интерес программный продукт *GeoGebra* представляет в рамках развития системы элективных дисциплин математической подготовки.

На востребованность информационных технологий в контексте повышения качества профессиональной подготовки и

решения различных организационно-методических проблем указывает ряд исследований [16, 17]. Так, в исследованиях утверждается, что информационные технологии способствуют повышению эффективности обучения математике благодаря усилению наглядности изучаемого материала. В публикации [18, с. 74] указывается на необходимость разработки адаптации информационных технологий к проблематике в области индивидуализации и дифференциации обучения математике. Авторами представлены принципы обеспечения большей объективности в контроле и оценке знаний, умений и навыков, предметных и универсальных компетенций студентов с учетом уровней информатизации функционирующих методических систем обучения.

Благодаря инструментальным возможностям *GeoGebra* на факультете дистанционного обучения Российском экономическом университете им. Г. В. Плеханова нами успешно реализована серия специальных компьютерных экспериментов, позволяющих более тонко учесть классический дидактический принцип – принцип наглядности. Важно отметить, что в настоящее время остро актуальна проблема повышения качества содержательной и методической подготовки будущего учителя математики и информатики в контексте цифровых технологий, в том числе для методически целесообразного внедрения *GeoGebra* уже на уровне общего образования, в частности для системы профильной школы с акцентом на профессиональное самоопределение [19, с. 56]. Не вызывает сомнения, что процесс развития компетентностей в области математики и математического моделирования при подготовке IT-специалиста требует от преподавателей математических дисциплин практической реализации классического дидактического принципа – принципа наглядности на новом инструментальном уровне. В частности, к сегодняшнему времени в практику профессиональной подготовки в высшей школе внедрено множество прикладных программных продуктов [20], помогающих преподавателю математических дисциплин в создании иллюстраций к изучаемому материалу. Однако при построении и исследовании математических моделей в области экономики, финансов, управлении на первое место выходит необходимость иллюстрации динамики (динамика доходности, динамика загруженности оборудования, динамика спроса на производимую продукцию и т.д.). Достижению такой дидактической цели служит программный продукт *GeoGebra*, внедряемый нами на протяжении нескольких лет в практику подготовки будущих экономистов и IT-специалистов в Российском экономическом университете им. Г. В. Плеханова.

Практика внедрения *GeoGebra* в преподавание учебных дисциплин «Высшая математика», «Математический анализ», «Теория принятия решений» позволяет констатировать, что использование этого программного продукта не сводится только к созданию четких и красочных иллюстраций к лекционным занятиям. *GeoGebra* выступает мощным инструментом организации практических занятий, в также базой для организации проектной и научно-исследовательской работы студентов по направлениям подготовки, связанным с комплексным применением математических и инструментальных средств. К таким направлениям подготовки относятся: «Прикладная информатика», «Прикладная математика и информатика», «Информационная безопасность», «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».

В рамках вузовской математической подготовки IT-специали-



ста существует множество учебных тем, изучение которых нам удалось сопроводить небольшими студенческими исследованиями. Построение компьютерных экспериментов с *GeoGebra* под контролем преподавателя математических дисциплин на семинарских занятиях способствуют лучшему усвоению учебного материала, развитию элементов абстрактного и логического мышления, навыков математического моделирования и использования новых инструментальных средств, а также позволяет сделать практические занятия более насыщенными и интересными, способствует развитию инновационных компонентов профессиональной компетентности будущих IT-специалистов.

Отметим, что программный продукт *Geogebra* относится к свободному программному обеспечению, который к тому же можно использовать в режиме *online* на разных языках. Это важно, если подготовка IT-специалиста ведется на иностранном языке. С целью облегчения процесса распространения *Geogebra* официальный сайт предоставляет возможность скачивания для установки её последней версии под используемую операционную систему. В качестве организационного преимущества использования данного программного продукта отметим гибкие настройки для применения в учебном процессе: во-первых, возможность его *online*-использования, во-вторых, возможность работы в автономном режиме, в-третьих, возможность интеграции с широко распространенными офисными приложениями. В частности, программный продукт *GeoGebra* в практике математической подготовки IT-специалиста позволяет легко переносить как простейшие чертежи, так и сложные динамические визуализации в текстовые и графические редакторы. Как показывает практика использования *GeoGebra*, это важно для формирования компетенций студентов по представлению результатов собственных междисциплинарных исследований, объединяющих проблематику образовательных областей «Математика», «Количественные методы и математическое моделирование», «Экономика», «Управление», «Информатика», «Информационные технологии» и др.

Дисциплина по выбору «Инструментальные методы GeoGebra» в практике математической подготовки будущего IT-специалиста

Представим далее модульное содержание дисциплины по выбору студентов «Инструментальные методы *GeoGebra*», разработанное в опоре на технологические процедуры проектирования содержания обучения, выдвинутые А. И. Нижниковым [21]. В качестве примера содержание четвертого дидактического модуля конкретизировано до уровня трех технологических карт, выступающих паспортом учебного процесса и задающих ориентиры для последующего совершенствования учебно-познавательной деятельности студентов и проектной деятельности преподавателей математических дисциплин.

Дидактический модуль 1. «Знакомство с программным продуктом *GeoGebra*»

Дидактический модуль 2. «Геометрические объекты в *GeoGebra*». Приемы построения геометрических объектов различного уровня сложности

Дидактический модуль 3. «Моделирование и анимация в *GeoGebra*». Технология создания и исследования анимированных компьютерных моделей.

Дидактический модуль 4. «Персональные настройки *GeoGebra*». Персональные настройки динамики в анимированных компьютерных моделях.

Технологическая карта 1. Выбор объекта и его перемещение по заданной траектории.

Технологическая карта 2. Выбор объекта и его перемещение по окружности.

Технологическая карта 3. Выбор объекта и иллюстрация процесса «Предельный переход».

Дидактический модуль 5. «Аналитическая геометрия на плоскости в *GeoGebra*». Визуализация элементов аналитической геометрии: векторы и преобразования плоскости (в частности, движение).

Дидактический модуль 6. «Метод координат на плоскости в *GeoGebra*». Реализация графического метода решения уравнений, систем уравнений и систем неравенств

Дидактический модуль 7. «Элементы математического анализа в *GeoGebra*». Приёмы исследования функций. Решение типовых задач дифференциального и интегрального исчисления.

Дидактический модуль 8. «Задачи с параметрами в *GeoGebra*». Приемы построения и исследования графиков функций, заданных параметрически.

Дидактический модуль 9. «Аналитическая геометрия в трехмерном пространстве в *GeoGebra*». Приемы построения и исследования геометрических объектов в трехмерном пространстве.

Дидактический модуль 10. «Визуализациям математическое моделирование в *GeoGebra*». Визуализациях социально-экономических ситуаций на основе построения и исследования их простейших математических моделей (линейная регрессия, задача линейного программирования, игровая модель в смешанных стратегиях и др.)

Дисциплина по выбору студентов «Инструментальные методы *GeoGebra*» может носить как компенсационную направленность (в случае существенного дефицита учебного времени или невозможности включения прикладного продукта *GeoGebra* в практику преподавания), так и дополнять темы математических дисциплин, связанных с инструментами *GeoGebra*.

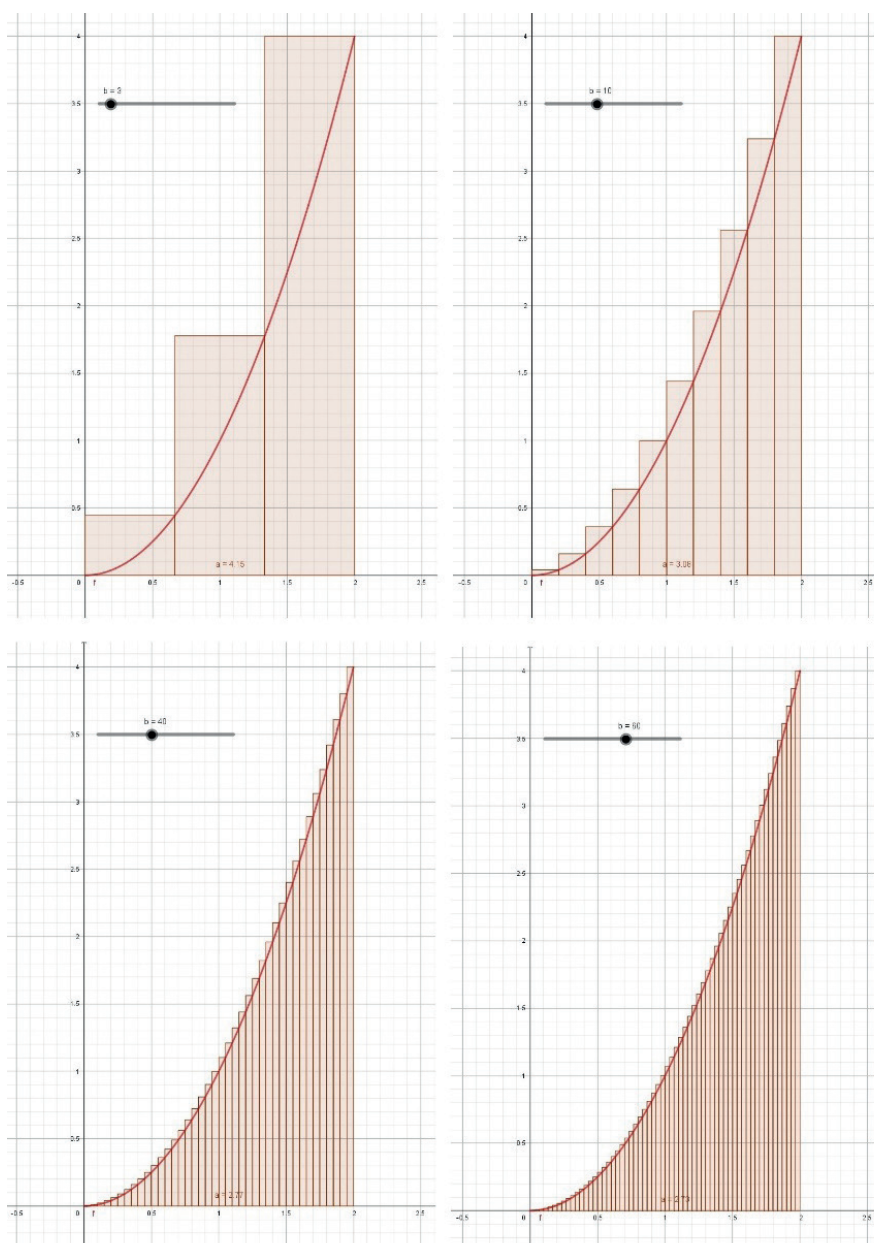
Практические аспекты использования GeoGebra в практике преподавания математических дисциплин

В условиях дефицита аудиторных часов на математические дисциплины можно рекомендовать включение интерактивной среды *GeoGebra* фрагментарно, не на каждом семинарском занятии, а при изучении тех тем, в которых кроме реализации вычислительного процесса требуется выполнять и графические построения, представлять динамику развития ситуации, процесса, что способствует более глубокому пониманию будущими IT-специалистами учебного материала, развитию их логического и пространственного мышления, востребованного в современных условиях. Нами накоплен опыт по использованию программного продукта *GeoGebra* с целью наглядной демонстрации основных математических понятий и объектов при раскрытии учебного материала по математическим



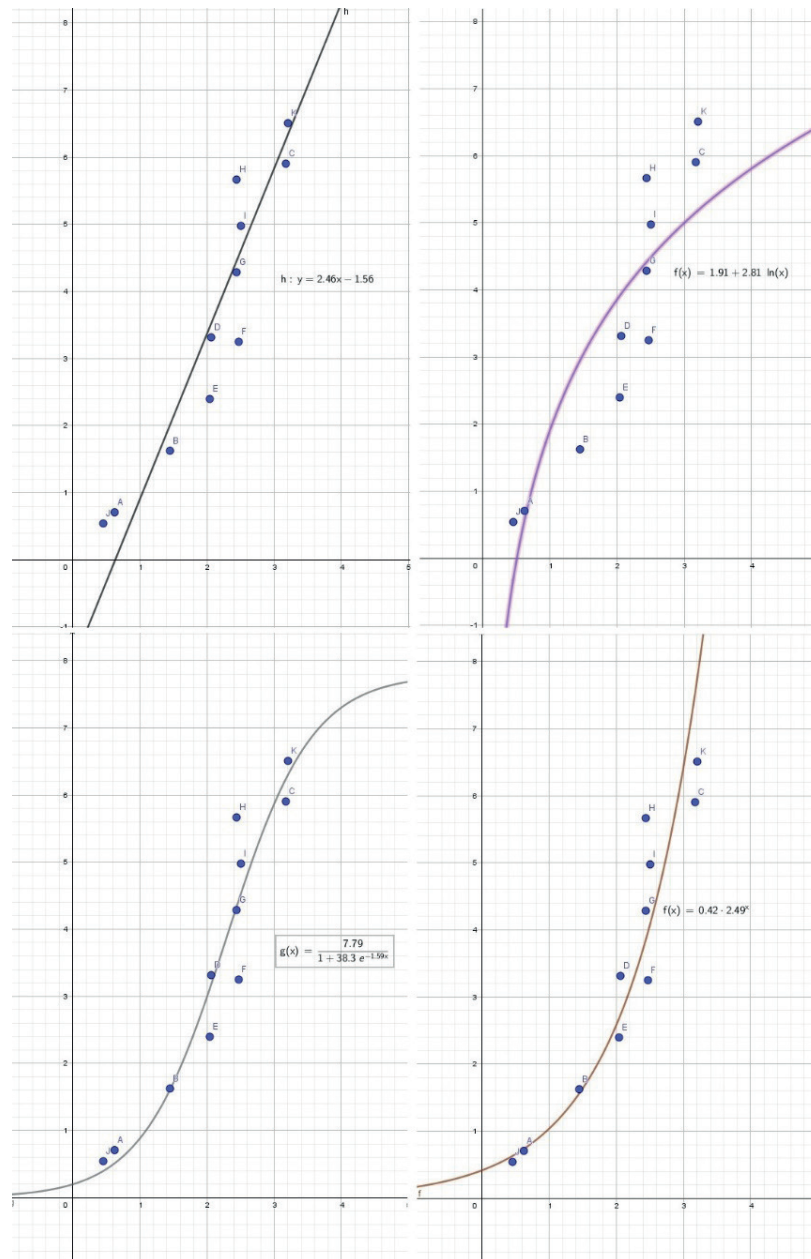
дисциплинам (в частности интегральные суммы, многочлен Тейлора, системы линейных уравнений и неравенств с двумя неизвестными, графическо-координатный метод в задачах с параметрами, экстремальные задачи, статистический анализ данных). Важно отметить, что с методической точки зрения включение *GeoGebra* позволило нам на качественно новом уровне визуализировать изучаемые математические понятия и объекты, способствуя обеспечению лучшего понимания учебного материала. Однако, в контексте профессиональной подготовки IT-специалиста главным достоинством *Geogebra* является возможность отойти от уже готовых продуктов и сориентировать студентов по созданию собственных мини-при-

ложений (содержащих как правило динамические элементы). На рисунке 1 представлен вариант динамической визуализации процесса предельного перехода в интегральной сумме, позволяющий в динамике продемонстрировать студентам процесс приближения площади криволинейной трапеции интегральными суммами при увеличении числа слагаемых в последних, с оценкой значений данных сумм. Рисунок 2 содержит варианты визуализации и аналитического определения зависимости по экспериментальным данным (линейная, логарифмическая, логистическая и показательная зависимости).



Р и с 1. Вариант динамической визуализации процесса предельного перехода в интегральной сумме
F i g. 1. Variant of dynamic visualization of the process of passage to the limit in the integral sum





Р и с. 2. Варианты визуализации и аналитического определения зависимости по экспериментальным данным

F i g. 2. Variants of visualization and analytical determination of dependence on experimental data

По итогам проведенной опытно-экспериментальной работы, охватывающей 340 студентов бакалавриата (Факультет дистанционного обучения, Институт цифровой экономики и информационных технологий, Международная школа бизнеса и мировой экономики), программный продукт *GeoGebra* следует охарактеризовать значительным дидактическим потенциалом, выражающимся в различных способах представления, визуализации, решения математических задач и исследования математических моделей в области экономики, финансов и управления. В качестве примера в рамках данной статьи мы привели визуальные и исследовательские возможности использования

интерактивной среды *GeoGebra* для формирования у студентов понятия о предельном переходе и регрессионном анализе. Особый интерес *GeoGebra* представляет в контексте визуализации тенденций развития рискованных ситуаций [22, 23], визуализации различных зависимостей: как функциональных, корреляционных, так и статистических [24, 25, 26].

С целью методически целесообразного включения *GeoGebra* в практику преподавания математических дисциплин для подготовки IT-специалистов и модернизации методических систем преподавания математических дисциплин нами были поставлены и решены следующие задачи.



1. Выявление основных направлений инструментальной реализации преемственности в процессах целеполагания и развертывания содержания математической подготовки и IT-образования.
2. Методический анализ программных средств на предмет их оптимального использования при обучении математике и математическому моделированию в условиях интеграции информационных и педагогических технологий.
3. Уточнение дидактических и исследовательских возможностей новых программных модулей *GeoGebra* с целью реализации прикладной профессиональной направленности математической подготовки.
4. Разработка демонстрационных материалов, предназначенных для наглядного и динамического представления основных математических понятий и объектов.
5. Создание банка визуализаций (системных объектов, предназначенных для исследования небольших фрагментов содержания учебно-познавательной деятельности студентов), не ограничивавшихся простыми двумерными чертежами. В частности, особое место среди визуализаций занимает 3D-моделирование и отражение динамики развития социально-экономических и управленческих ситуаций.
6. Учёт принципа интерактивности, подразумевающего возможности по необходимому взаимодействию студентов с системой *GeoGebra*, имеющего особое значение для инструментальной поддержки процесса моделирования и последующей интерпретации полученного результата в терминах социально-экономических и управленческих ситуаций.

GeoGebra следует считать специальной визуальной средой не только для решения конкретных задач, связанных с математикой и математическим моделированием, но и средой для выполнения междисциплинарных проектов интеграционного характера. Позволяет существенно расширить класс рассматриваемых прикладных задач, тем самым приближая учебную деятельность студентов к будущей профессиональной.

Последовательность этапов проектировочно-педагогической деятельности по модернизации методических систем преподавания математических дисциплин

Учитывая огромное влияние цифровизации на систему высшего образования, многие педагоги-исследователи включают их в свои методические системы. Подходы к организации инновационной деятельности современного преподавателя высшей школы представлены в исследованиях [27, 28]. Тенденция цифровизации распространяется и на методические системы преподавания математическим дисциплинам будущим IT-специалистам в Российском экономическом университете им. Г. В. Плеханова. Однако процесс информатизации математической подготовки будущих IT-специалистов не может происходить мгновенно, бессистемно или согласно «распоряжению сверху». Этот многоаспектный процесс, затрагивающий все этапы проектировочной деятельности преподавателей математических дисциплин, должен быть постепенным и непрерывным. С целью адаптации уже функционирующих

методических систем к новым условиям работы со студентами, представляющими *digital*-поколение, нами разработана последовательность этапов включения новых технологий в практику преподавателя математических дисциплин.

Этап 1. «Подготовительный этап».

Организационно-методическое условие 1. Старт процесса массовой цифровизации, включение новых технологий в научно-образовательные области, изменения в методике применения количественных методов и математического моделирования под влиянием новых инструментальных средств.

Организационно-методическое условие 2. Исследовательская работа по методическому адаптации средств цифровизации и поиск путей применения новых технологий для повышения качества учебного процесса.

Условие 3. Осознание сути и необходимости процессов адаптации методических систем преподавания математических дисциплин под влиянием цифровизации всеми участниками учебно-воспитательного процесса.

Условие 4. Переподготовка преподавателей математических дисциплин в области цифровых технологий на всех уровнях реализации математической подготовки (базовый уровень, вариативный уровень, профильный уровень).

Этап 2. «Основной этап».

Условие 1. Освоение преподавателями математических дисциплин цифровых технологий и фрагментарное внедрение цифровых технологий в математические дисциплины, традиционные для подготовки IT-специалистов, без существенных изменений ранее разработанных методических систем.

Условие 2. Освоение преподавателями математических дисциплин новых методов обучения и новых организационных форм обучения с использованием цифровых технологий [29], активная разработка методических рекомендаций по использованию новых технологий и начало освоения преподавателями программного обеспечения.

Условие 3. Актуализация проблемы коррекции содержания математических дисциплин и традиционных форм его представления.

Этап 3. «Заключительный этап».

Условие 1. Системное, методически эффективное использование средств цифровизации в математической подготовке будущего IT-специалиста, перестройка всех компонентов соответствующих методических систем, в том числе содержания на основе его цифровизации.

Условие 2. Модернизация методических систем обучения математическим дисциплинам и освоение каждым преподавателем банка новых приемов, методов и организационных форм математической подготовки, поддерживаемых новыми цифровыми технологиями.

Условие 3. Практическая реализация интеграции информационных и педагогических технологий, анализ её эффективности [30] и переход на дальнейшие этапы цифровизации математической подготовки, связанной с совершенствованием процесса построения логической структуры содержания отдельных математических дисциплин и образовательных модулей.

Заключение. Комментарии

Таким образом, технологический подход к модернизации методических систем преподавания математических дисциплин в практике подготовки IT-специалистов на основе технологий



GeoGebra способствует:

- повышению качества подготовки IT-специалистов благодаря использованию в практике преподавания математических дисциплин современных цифровых технологий;
- применению активных приёмов и методов обучения математическим дисциплинам, рост творческой и интеллектуальной активности студентов при работе с темами, требующих визуализации математических понятий и объектов;
- интеграции различных видов учебно-познавательной деятельности студентов (учебной, поисковой, исследовательской, проектировочной и т.д.);
- адаптации механизмов развертывания содержания математической подготовки к уровню индивидуальной подготовки студентов, изучающих математические дисциплины, обеспечению принципов непрерывности и преемственности математической подготовки;
- совершенствованию практики интеграции информационных и педагогических технологий, обеспечивающей активизацию учебно-познавательной деятельности будущих IT-специалистов, освоение новых инструментальных средств для применения в будущей профессиональной деятельности.

Актуальной научно-педагогической проблемой остается обоснование выбора оптимальной информационной технологии, востребованной как на уровне школьной, так и в вузовской математической подготовки. Её решение позволит использовать потенциал информационных технологий в контексте реализации преемственности математического образования в условиях развития системы профильной подготовки и реализации принципа академической мобильности.

Список использованных источников

- [1] Муханов, С. А. Использование технологии Wolfram CDF при изучении нелинейных колебаний / С. А. Муханов, В. В. Бритвина, А. А. Муханова // Системные технологии. – 2018. – № 1(26). – С. 23-26. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35007067> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [2] Асланов, Р. М. Информационные технологии автоматизированной генерации заданий по дифференциальным уравнениям / Р. М. Асланов, Е. В. Беляева, С. А. Муханов // Наука и школа. – 2015. – № 4. – С. 162-167. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24118823> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [3] Асланов, Р. М. Электронное обучение и его роль в преподавании математических дисциплин / Р. М. Асланов, О. Г. Игнатова // Развивающий потенциал образовательных web-технологий. Сборник статей участников Международной научно-практической конференции / Под ред. С. В. Мироновой. – Арзамас: ННГУ, 2018. – С. 243-246. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35024007> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [4] Монахов, В. М. Эволюция методической системы электронного обучения / В. М. Монахов, С. А. Тихомиров. – DOI 10.24411/1813-145X-2018-10230 // Ярославский педагогический вестник. – 2018. – № 6. – С. 76-88. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36805993> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [5] Бахтина, О. И. Теоретическое обоснование функционирования методической системы электронного обучения / О. И. Бахтина, В. М. Монахов // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. – 2018. – № 4. – С. 43-57. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36604537> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [6] Монахов, В. М. Проблемы современной дидактики в преддверии новой информационной образовательной среды и распределенного контента / В. М. Монахов. – DOI 10.21510/1817-3292-2018-1-13-19 // Педагогический журнал Башкортостана. – 2018. – № 1(74). – С. 13-19. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35273771> 36604537 (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [7] Фалилеева, М. В. Обучение курсу «Элементарная математика» с использованием программы GeoGebra / М. В. Фалилеева, А. Э. Дюпина // Преподавание математики и компьютерных наук в высшей школе. Материалы международной научно-методической конференции / Под ред. Е. К. Хеннера. – Пермь: ПГНИУ, 2017. – С. 88-92. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29943037> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [8] Зиатдинов, Р. А. Системы динамической геометрии как средство компьютерного моделирования в системе современного математического образования / Р. А. Зиатдинов, В. М. Ракута // European Journal of Contemporary Education. – 2012. – Т. 1, № 1. – С. 93-100. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17926006> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [9] Radović, S. Teaching Materials “Surface Area of Geometric Figures” Created Using the Software Package GeoGebra / S. Radović // European Journal of Contemporary Education. – 2013. – Vol. 4, No. 2. – С. 72-80. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19406232> (дата обращения: 09.11.2019).
- [10] Ерилова, Е. Н. Реализация когнитивно-визуального подхода посредством интерактивной геометрической среды Geogebra / Е. Н. Ерилова // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2015. – № 1. – С. 144-149. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23088802> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [11] Вендина, А. А. Математический эксперимент в программе GeoGebra как одна из форм реализации интерактивного метода обучения (на примере подготовки студентов педагогического вуза) / А. А. Вендина, К. А. Киричек // Мир науки, культуры, образования. с 2019. – № 1(74). – С. 272-276. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37247438> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [12] Horzum, T. Pre-Service Mathematics Teachers’ Views about GeoGebra and Its Use / T. Horzum, M. Ünlü. – DOI 10.24193/ADN.10.3.8 // Acta Didactica Napocensia. – 2017. – Vol. 10, issue 3. – Pp. 77-89. – URL: http://padi.psiedu.ubbcluj.ro/adn/article_10_3_8.pdf (дата обращения: 09.11.2019).
- [13] Калинина, Е. С. Целеполагание в практико-ориентированном обучении математическим и естественнонаучным дисциплинам в вузах МЧС России / Е. С. Калинина // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2019. – Т. 1. – С. 426-428. – URL: <https://www.>



- elibrary.ru/item.asp?id=38940111 (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [14] Калинина, Е. С. Интегративный подход в обучении математическим и естественнонаучным дисциплинам в вузах МЧС России / Е. С. Калинина // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2018. – Т. 1. – С. 86-89. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34995722> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [15] Калинина Е. С. Интегративный подход к проведению занятий по математическим дисциплинам в вузах МЧС России / Е. С. Калинина // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2017. – № 2. – С. 187-193. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30508204> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [16] Карасев, П. А. Совершенствование программ высшего образования в контексте современных требований рынков образовательных услуг и профессионального сообщества / П. А. Карасев, Л. А. Чайковская // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2017. – Т. 3, № 2. – С. 3-9. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29007155> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [17] Асланов, Р. М. Основные компоненты системы обучения элементам математического анализа с применением ИКТ / Р. М. Асланов, О. Г. Игнатова // Концепция развития математического образования: проблемы и пути реализации. Материалы XXXIV Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов / Под ред. А. Г. Мордковича. – Калуга: ООО «ТПП», 2015. – С. 198-202. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24937496> (дата обращения: 09.11.2019).
- [18] Муханов, С. А. Использование информационных технологий для индивидуализации обучения математике на примере темы «Дифференциальные уравнения» / С. А. Муханов, А. А. Муханова, А. И. Нижников // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2018. – № 1(43). – С. 72-77. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32808941> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [19] Быканова, О. А. Проектно-исследовательская деятельность старшеклассников на основе междисциплинарной интеграции как путь к профессиональному самоопределению / О. А. Быканова, Н. В. Филиппова, А. Д. Марчук // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2019. – № 4. – С. 55-58. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38472412> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [20] Лихачев, Г. Г. Компьютерное моделирование и математическое обеспечение экономико-социальных задач / Г. Г. Лихачев, И. В. Сухорукова // Экономический анализ: теория и практика. – 2003. – № 5 (8). – С. 60-62. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9448297> (дата обращения: 09.11.2019).
- [21] Муханов, С. А. Проектирование учебного курса / С. А. Муханов, А. И. Нижников // Педагогическая информатика. – 2014. – № 4. – С. 39-46. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23029398> (дата обращения: 09.11.2019).
- [22] Тихомиров, Н. П. Теория рисков / Н. П. Тихомиров, Т. М. Тихомирова, А. Г. Сукиасян. – М.: Изд-во РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2019. – 112 с. – На англ. яз.
- [23] Тихомиров, Н. П. Использование методов теории риска при разработке и верификации прогнозов / Н. П. Тихомиров Н. П., Максимов Д. А., Щербаков А. В. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2010. – № 1. – С. 580-582. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21210834> (дата обращения: 09.11.2019).
- [24] Тихомирова, Т. М. Модели дискретного выбора: учебное пособие / Т. М. Тихомирова, А. Г. Сукиасян. – Москва: РУСАЙНС, 2018. – 208 с.
- [25] Друшляк, М. Компьютерные инструменты «След» и «Локус» в программах динамической математики / М. Друшляк. – DOI 10.13187/ejced.2014.10.204 / European Journal of Contemporary Education. – 2014. – Т. 10, № 4. – С. 204-214. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22544939> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [26] Муханов, С. А. Использование сервиса Wolfram|Alpha при моделировании вероятностных экспериментов / С. А. Муханов, А. А. Муханова // Современное педагогическое образование. – 2019. – № 2. – С. 67-69. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37101428> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [27] Карасев, П. А. Развитие человеческого капитала в условиях четвертой промышленной революции / П. А. Карасев, А. Е. Шкляев, И. А. Кокорев, Д. Г. Мякота, М. Р. Мустафина. – DOI 10.17213/2312-6469-2018-5-48-61 // Друкерровский вестник. – 2018. – № 5(25). – С. 48-61. – URL: <http://drucker.npi-tu.ru/ru/archive/2018/vyipusk-5-2018/nacjonalnyie-innovacionnyie-sistemy/razvitie-chelovecheskogo-kapitala-v-usloviah-chetvertoy-prom-revolucii> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [28] Кулапов, М. Н. Технологические аспекты теории управления инновационными процессами: системный анализ и подходы к моделированию / М. Н. Кулапов, В. П. Варфоломеев, П. А. Карасев. – DOI 10.17213/2312-6469-2018-3-82-100 // Друкерровский вестник. – 2018. – № 3(23). – С. 82-100. – URL: <http://drucker.npi-tu.ru/ru/archive/2018/vyipusk-3-2018/innovacionnyie-metodyi-prinyatiya-reshenij-v-razvitiipredpriyatij-i-otraslej/tehnologicheskie-aspekti-teorii-upravlenia-innovacionnymi-processami> (дата обращения: 09.11.2019). – Рез. англ.
- [29] Chiriacescu, F.-S. Didactic Instrument Developed in GeoGebra for the Determination of the Coordinates of an Earthquake Based on an Inquiry Based Learning Method / F.-S. Chiriacescu, B. Chiriacescu, C. Miron. – DOI 10.12753/2066-026X-19-063 // International Scientific Conference eLearning and Software for Education. Bucharest: “Carol I” National Defence University. – 2019. – Vol. 1. – Pp. 481-488. – URL: <https://proceedings.elseconference.eu/index.php?r=site/index&year=2019&index=papers&vol=32&paper=8dbc887efcae39eafab4d08ebb55b2ca> (дата обращения: 09.11.2019).



[30] Saha, R. A. The Effects of GeoGebra on Mathematics Achievement: Enlightening Coordinate Geometry Learning / R. A. Saha, A. F. M. Ayub, R. A. Tarmizi. – DOI 10.1016/j.sbspro.2010.12.095 // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2010. – Vol. 8. – Pp. 686-693. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810022007> (дата обращения: 09.11.2019).

Поступила 09.11.2019; принята к публикации 20.03.2020;
опубликована онлайн 25.05.2020.

Об авторах:

Власов Дмитрий Анатольевич, доцент кафедры математических методов в экономике, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова (117997, Россия, г. Москва, Стремянный пер., д. 36), кандидат педагогических наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9763-9078>, DAV495@gmail.com

Синчуков Александр Валерьевич, доцент кафедры высшей математики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова (117997, Россия, г. Москва, Стремянный пер., д. 36), кандидат педагогических наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6516-196X>, AVSinchukov@gmail.com

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

- [1] Mukhanov S.A., Britvina V.V., Mukhanova A.A. Using Wolfram CDF Technology in the Study of Nonlinear Oscillations. *System Technologies*. 2018; (1):23-26. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35007067> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [2] Aslanov R.M. Belyaeva E.V., Mukhanov S.A. Information Technologies of Automated Generation of Tasks on the Differential Equations. *Science and School*. 2015; (4):162-167. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24118823> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [3] Aslanov R.M., Ignatova O.G. Electronic Training and its Role in Teaching Mathematical Disciplines. In: Mironova S.V. (ed.) *Proceedings of the International Scientific Conference "Development potential of educational web-technologies"*. Arzamas, UNN; 2018. p. 243-246. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35024007> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [4] Monakhov V.M., Tikhomirov S.A. Evolution of the Methodical System of E-learning. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2018; (6):76-88. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.24411/1813-145X-2018-10230>
- [5] Bahtina O.I., Monakhov V.M. The Theoretical Basis of the Functioning of the Methodical System of Electronic Education. *The Moscow University Bulletin. Series 20. Pedagogical Education*. 2018; (4):43-57. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36604537> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [6] Monakhov V.M. Problems of Modern Didactics in the Present of a New Information Educational Environment and the Distributed Content. *Pedagogical Journal of Bashkortostan*. 2018; (1):13-19. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.21510/1817-3292-2018-1-13-19>
- [7] Falileeva M.V., Dyupina A.E. GeoGebra as Tools of Teaching the Course "Elementary Mathematics". In: Khenner E.K. (ed.) *Proceedings of the International Scientific Conference "Teaching Mathematics and Computer Science in High School"*. Perm, PSU; 2017. p. 88-92. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29943037> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [8] Ziatdinov R., Rakuta V.M. Dynamic Geometry Environments as a Tool for Computer Modeling in the System of Modern-mathematics Education. *European Journal of Contemporary Education*. 2012; 1(1):93-100. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17926006> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [9] Radović S. Teaching Materials "Surface Area of Geometric Figures" Created Using the Software Package GeoGebra. *European Journal of Contemporary Education*. 2013; 4(2):72-80. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19406232> (accessed 09.11.2019). (In Eng.)
- [10] Erilova E.N. Implementation of the Cognitive-visual Approach Using Geogebra Interactive Geometry Software. *Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series Humanities and Social Sciences*. 2015; (1):144-149. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23088802> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [11] Vendina A.A., Kirichek K.A. Mathematical experiment in the program of GeoGebra as one of the forms of implementation of the interactive teaching method (on the example of preparing students of a pedagogical high school). *Mir Nauki, Kultury, Obrazovaniya = World of Science, Culture and Education*. 2019; (1):272-276. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37247438> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [12] Horzum T., Ünlü M. Pre-Service Mathematics Teachers' Views about GeoGebra and Its Use. *Acta Didactica Napocensia*. 2017; 10(3):77-89. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.24193/ADN.10.3.8>
- [13] Kalinina E.S. Goal setting in Practice-oriented Teaching of Mathematical and Natural Science Disciplines in Higher Education Institutions of EMERCOM of Russia. *Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tekhnologii, kachestvo = Modern education: Content, Technology, Quality*. 2019; 1:426-428. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38940111> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [14] Kalinina E.S. Integrative approach in teaching to mathematical and natural science disciplines in higher educational establishments of EMERCOM of Russia. *Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tekhnologii, kachestvo = Modern education: Content, Technology, Quality*. 2018; 1:86-89. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34995722> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [15] Kalinina E.S. Integrative Approach to the Teaching Process on Mathematical Disciplines in Higher Educational Establishments of EMERCOM of Russia. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta Gosudarstvennoi Protivopozharnoi Sluzhby MCHS Rossii*. 2017; (2):187-193. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30508204> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [16] Karasev P.A., Chaikovskaya L.A. Improvement of higher education programs in the context of modern market require-



- ments of educational services and professional communities. *Economics and management: problems, solutions*. 2017; 3(2):3-9. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29007155> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [17] Aslanov R.M., Ignatova O.G. The main components of the training system for the elements of mathematical analysis using ICT. In: Mordkovich A.G. (ed.) *Proceedings of the International Scientific Conference "The concept of the development of mathematical education: problems and ways of implementation"*. Kaluga, TRP; 2015. p. 198-202. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24937496> (accessed 09.11.2019). (In Russ.)
- [18] Mukhanov S.A., Mukhanova A.A., Nizhnikov A.I. The Use of Information Technologies for the Individualization of Teaching Mathematics on the Example of the Theme: "Differential Equations". *Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Informatics and Informatization of Education*. 2018; (1):72-77. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32808941> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [19] Bykanova O.A., Filippova N.V., Marchuk A.D. Project-research activity of senior pupils on the basis of interdisciplinary integration as a way to professional self-determination. *Modern Science: actual problems of theory and practice. Series of "Humanities"*. 2019; (4):55-58. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38472412> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [20] Likhachev G.G., Sukhorukova I.V. Computer modeling and mathematical support of economic and social problems. *Economic Analysis: Theory and Practice*. 2003; (5):60-62. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9448297> (accessed 09.11.2019). (In Russ.)
- [21] Mukhanov S.A., Nizhnikov A.I. *Proektirovanie uchebnogo kursa* [Design of the training course]. *Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical Informatics*. 2014; (4):39-46. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23029398> (accessed 09.11.2019). (In Russ.)
- [22] Tikhomirov N.P., Tikhomirova T.M., Sukiasyan A.G. *Risks Theory Advanced*. Moscow, RUE; 2019. (In Eng.)
- [23] Tikhomirov N.P., Maksimov D.A., Shcherbakov A.V. Using the methods of risk theory in the development and verification of forecasts. *Innovacii na osnove informacionnyh i kommunikacionnyh tekhnologij = Innovation based on information and communication technologies*. 2010; (1):580-582. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21210834> (accessed 09.11.2019). (In Russ.)
- [24] Tikhomirova T.M., Sukiasyan A.G. *Econometrics Advanced: Discrete Choice Models*. Moscow, RUE; 2018. (In Eng.)
- [25] Drushlyak M. Computer tools "Trace" and "Locus" in dynamic mathematics software. *European Journal of Contemporary Education*. 2014; 10(4):204-214. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.13187/ejced.2014.10.204>
- [26] Mukhanov S.A., Mukhanova A.A. Using the Wolfram | Alpha Service when Modeling Probabilistic Experiments. *Modern Pedagogical Education*. 2019; (2):67-69. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37101428> (accessed 09.11.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [27] Karasev A.A., Shklyayev A.E., Kokorev A.I., Myakota D.G., Mustafin M.R. The Development of Human Capital in Conditions of the Fourth Industrial Revolution. *Drukerovskij vestnik*. 2018; (5):48-61. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <http://dx.doi.org/10.17213/2312-6469-2018-5-48-61>
- [28] Kulapov M.N., Varfolomeev V.P., Karasev P.A. Technological Aspects of the Control Theory Innovative Processes: System Analysis and Approaches to Modeling. *Drukerovskij vestnik*. 2018; (3):82-100. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <http://dx.doi.org/10.17213/2312-6469-2018-3-82-100>
- [29] Chiriacescu F.-S., Chiriacescu B., Miron C. Didactic Instrument Developed in GeoGebra for the Determination of the Coordinates of an Earthquake Based on an Inquiry Based Learning Method. In: *International Scientific Conference eLearning and Software for Education*. 2019; 1:481-488. Bucharest: "Carol I" National Defence University. (In Eng.) DOI: <http://doi.org/10.12753/2066-026X-19-063>
- [30] Saha R.A., Ayub A.F.M., Tarmizi R.A. The Effects of GeoGebra on Mathematics Achievement: Enlightening Coordinate Geometry Learning. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2010; 8:686-693. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.095>

Submitted 09.11.2019; revised 20.03.2020;
published online 25.05.2020.

About the authors:

Dmitry A. Vlasov, Associate Professor of the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics (36 Stremyanny lane, Moscow 117997, Russia), Ph.D., (Pedagogy), Associate Professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9763-9078>, DAV495@gmail.com

Alexander V. Sinchukov, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Plekhanov Russian University of Economics (36 Stremyanny lane, Moscow 117997, Russia), Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6516-196X>, AVSinchukov@gmail.com

All authors have read and approved the final manuscript.

