

Д. А. Власов  
<https://orcid.org/0000-0001-9763-9078>

### Использование инструментального средства Evolver 7.0 в математической подготовке студента-экономиста

В центре внимания статьи – новое инструментальное средство Evolver 7.0, позволяющее исследовать различные социально-экономические ситуации с учетом особенностей информационной среды принятия решений («Среда полной определенности», «Среда риска», «Среда полной неопределенности»). Применение инструментального средства Evolver в учебном процессе по прикладным математическим дисциплинам предоставляет возможность рассмотреть широкий класс оптимизационных моделей, к которым приводят различные социально-экономические ситуации, требующие принятия как удовлетворительных, так и оптимальных решений. Не вызывает сомнения, что оптимизационные модели играют важную роль в повышении качества профессиональной подготовки будущих бакалавров и магистров экономики, усилении направленности учебного процесса на развитие инновационных компонентов их профессиональной компетентности, связанных с исследованием социально-экономических ситуаций математическими и инструментальными методами. Особое внимание в рамках статьи уделено анализу новых инструментов оптимизации, компьютерная реализация которых стала доступна благодаря использованию инструментального средства Evolver. К таким инструментам относятся «Рецепт», «Группировка», «Заказ», «Бюджет», «Проект», «Расписание». Отражение в содержании прикладной математической подготовки оптимизационных моделей различных видов способствует более глубокому пониманию сущности оптимизационного процесса, а использование границ эффективности в рамках внутримодельных исследований позволяет студентам в ходе учебно-познавательной деятельности устанавливать новые зависимости, получать относительно новые результаты в процессе более качественного анализа социально-экономических ситуаций, формировать множество удовлетворительных альтернатив и выбирать оптимальную альтернативу. Проведенный анализ позволяет говорить о целесообразности научно обоснованного внедрения нового инструментального средства Evolver в учебный процесс экономического университета в рамках преподавания учебных дисциплин «Исследование операций и методы оптимизации», «Методы оптимальных решений», «Теория принятия решений», «Системы поддержки принятия решений», «Методы моделирования и прогнозирования в экономике».

Ключевые слова: бакалавр экономики, генетический алгоритм, граница эффективности, инструментальное средство, информатизация, информационные технологии, математическая подготовка, моделирование, оптимизация, педагогические технологии.

D. A. Vlasov

### Use of the Tool Means of Evolver 7.0 in Mathematical Training of the Student Economist

The center of attention in the article is a tool means of Evolver 7.0 allowing in the educational process on applied mathematical disciplines to consider a wide class of optimizing models to which lead various social and economic situations. It does not raise doubts that optimizing models play an important role in improvement of vocational training quality of future bachelors and masters of economy, strengthening of applied orientation of the educational process on development of the innovative components of their professional competence connected with a research of social and economic situations by mathematical and tool methods. Special attention within the article is paid to the analysis of new instruments of optimization which computer realization became available thanks to tool means of Evolver. Among the presented tools we will note: «Recipe», «Group», «Order», «Budget», «Project», «Schedule». Reflection in the content of applied mathematical preparation of optimizing models of different types promotes deeper understanding of the optimizing process, and use of limits of efficiency within the intra modeling researches allows students within educational – to establish to cognitive activity new dependences, to receive rather new results in the course of the better analysis of social and economic situations. The expediency of scientifically based introduction of a new tool means of Evolver in educational process of the economic university is noted.

Keywords: bachelor of economy, genetic algorithm, limit of efficiency, tool means, informatization, information technologies, mathematical preparation, modeling, optimization, pedagogical technologies.

**Введение.** Реализуемая нами в Российском экономическом университете им. Г. В. Плеханова прикладная математическая подготовка будущего бакалавра экономики позволяет акцентировать внимание студентов на содержательных мето-

логических и инструментальных проблемах в области оптимизации, одной из которых является формализация различных экономических ситуаций в виде оптимизационных задач. В качестве примеров приведем классическую проблему

нахождения оптимального способа распределения ресурсов с целью максимизации прибыли от производства продукции, а также проблему нахождения наиболее эффективного решения, обеспечивающего минимизацию расходов на транспортировку грузов, выбор оптимальной стратегии для минимизации экологического ущерба от хозяйственно-экономической деятельности в регионе, проблему формирования оптимального портфеля ценных бумаг с учетом отношения лица, принимающего решение (ЛПР), к риску.

Инструментальное средство *Evolver 7.0* позволяет осуществить поиск оптимального решения для широкого класса оптимизационных задач социально-экономического содержания. В отличие от инструментального средства @RISK [4, с. 102], *Evolver* подходит для решения задач, связанных с обоснованием оптимальных решений в условиях полной определенности. Ранее в работах автора отмечалась необходимость построения методической системы прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики [2, 3]. Основным ориентиром для ее развития в современных условиях внедрения информационных технологий и инструментальных средств в экономические исследования и экономическое образование является методически целесообразное внедрение новых инструментальных средств с учетом технологического целеполагания по учебным дисциплинам «Методы оптимальных решений», «Теория риска», «Теория риска», «Эконометрика» и др.

**Новое инструментальное средство *Evolver* для системы прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики.** Новое инструментальное средство *Evolver* позволяет нам в учебном процессе по-новому исследовать сложные экономические проблемы и ряд других прикладных задач социально-экономического содержания, актуализируя исследовательский и мотивационный компоненты [1, 21] учебно-познавательной деятельности студента, способствует решению проблем личностной самореализации [7, с. 54]. С методической точки зрения новое инструментальное средство *Evolver* выступает мощной, но простой в практическом использовании надстройкой для электронных таблиц *MS Excel*, с которыми уже знакомы студенты. Это существенно облегчает процесс изучения основных возможностей *Evolver* и обеспечивает быстрое погружение студентов в специфику модельных исследований на его основе.

Математическую основу инструментального средства *Evolver* составляют инновационный генетический алгоритм, методы линейного про-

граммирования [16, 23], а также специальный механизм оптимизации *OptQuest*, доступный только в расширенной версии инструментального средства. Интересно, что *Evolver* позволяет студентам быстро и эффективно решать оптимизационные задачи в области финансов, менеджмента, составления расписания, распределения имеющихся ресурсов, анализа производственных стратегий и др. Отметим, что практически любую учебную задачу образовательной области «Прикладная математика (Математические методы и модели в экономике)», содержание которой можно смоделировать в *MS Excel*, далее можно решать с использованием *Evolver*. Особое место в этом случае занимают комплексные нелинейные проблемы социально-экономической сферы, некоторые из которых представлены в работах И. В. Сухоруковой, Н. П. Тихомирова и др. [17, 18, 19]. Внедрение *Evolver* в учебный процесс показывает, что это инструментальное средство характеризуется уникальной возможностью нахождения оптимального решения в глобальном масштабе исследуемой социально-экономической проблемы, которое традиционные средства часто упускают из рассмотрения.

Отличительной особенностью новой версии инструментального средства поддержки оптимизационных задач являются новые функции, доступные в профессиональной версии и позволяющие выполнять количественный анализ границы эффективности оптимального решения. Отметим, что традиционно в рамках методов оптимизации процедура анализа границы эффективности оптимального решения применяется в процессе финансового моделирования, в частности в задачах оптимизации портфелей ценных бумаг. Под границей эффективности принято понимать график, отображающий изменение оптимальной доходности в зависимости от изменений допустимого уровня риска.

Использование студентами инструментального средства *Evolver* на практических занятиях позволяет реализовать оптимизационный процесс для каждого из указанных преподавателем допустимых уровней риска. В рамках финансового моделирования инвестиционного портфеля студентам предоставляется возможность по-новому выполнять оптимизацию ожидаемой доходности посредством изменения процентного соотношения компонентов портфеля. При этом под уровнем риска [20, с. 127] следует понимать ограничение, варьирующееся в пределах диапазона значений, заданных преподавателем. Получаемая в процессе использования студентами инструментального средства *Evolver* граница эффективности пред-

ставляет собой двумерный график – наглядную визуализацию совокупности результатов оптимизационных процессов. С исследовательской точки зрения освоение студентами инструментального средства *Evolver* способствует развитию модельных представлений о социально-экономических ситуациях.

Применение инструмента «Граница эффективности» можно рекомендовать не только для решения задач на оптимизацию портфелей ценных бумаг. Практика информатизации прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики свидетельствует о том, что его можно использовать при исследовании различных социально-экономических ситуаций, требующих быстрого выполнения большого числа оптимизационных процессов с целью анализа баланса положительных и отрицательных моментов между двумя числовыми параметрами при решении соответствующей оптимизационной задачи. В качестве примера можно указать исследования, Н. В. Грызуновой, Е. С. Калининой [5, 8].

**Контекст анализа социально-экономических ситуаций, приводящих к оптимизационным моделям, в содержании прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики.** Остановимся на анализе основных отраслей и сфер применения *Evolver*, наиболее значимых для прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики в экономическом университете:

- выбор оптимальной стратегии хеджирования рисков;
- нахождение оптимального инвестиционного портфеля с максимальным доходом при фиксированном уровне риска;
- нахождение оптимального инвестиционного портфеля с минимальным риском при фиксированном уровне дохода;
- оптимальное планирование мощности оборудования;
- оптимальное планирование производства продукции [9, с. 61];
- оптимальное управление запасами [14, с. 169];
- оптимальное управление кадрами [13, с. 89];
- оптимизация ассортимента продукции;
- оптимизация размещения заказов на продукцию [22];
- управление доходами в области розничной торговли при неопределенном спросе;
- численное определение оптимального момента вывода товара на рынок [12].

**Некоторые методические особенности использования инструментального средства**

***Evolver* в практике преподавания прикладных математических дисциплин.** Рассмотрим далее организационно-методические особенности внедрения инструментального средства *Evolver* в практику прикладной математической подготовки. Отметим, что классические программы для решения оптимизационных задач, например, «Поиск решения» в *MS Excel*, удобно использовать для задач поиска оптимального «локального» решения. Другими словами, классические программы для решения оптимизационных задач хорошо работают с задачами минимизации (максимизации) целевой функции при заданных ограничениях в случае простой табличной модели. Они позволяют определить некоторое решение, которое, на первый взгляд, обеспечивает в контексте исследуемой социально-экономической ситуации хорошие результаты. Часто на этом и заканчивается внутримодельное исследование и мы учим студентов переходить к следующему этапу экономико-математического моделирования: содержательной интерпретации полученного результата и формулировке выводов и практических рекомендаций по использованию результатов моделирования, не оценивая возможные новые решения.

Важно отметить, что *классические программы не поддерживают работу со сложными нелинейными социально-экономическими проблемами*. Оказывается, лучшее локальное решение, найденное в процессе их математического анализа, *не обязательно будет оптимальным абсолютным результатом*. Благодаря инструментальному средству *Evolver* мы имеем возможность познакомить студентов экономического бакалавриата с технологиями «Инновационные мутации» и «Комбинация решений», позволяющими определить лучший глобальный результат исследования на всем множестве возможных ответов.

Для облегчения изучения инструментального средства *Evolver* в условиях сокращения аудиторной нагрузки по прикладным математическим дисциплинам целесообразно выполнение следующих процедур, связанных с настройкой оптимизационной модели, выполнением внутримодельного исследования и визуализацией результатов оптимизации.

*Процедура настройки оптимизационной модели.* Начиная работать с оптимизационной моделью в инструментальном средстве *Evolver*, все ее настройки следует выполнять в одном окне модели. В нем следует указать целевую ячейку, соответствующую минимизируемой или максимизируемой целевой функции, определить множество настраиваемых ячеек и аналитически задать мно-



жество ограничений оптимизационной задачи. Отметим, что с целью задания множества настраиваемых ячеек и ограничений оптимизационной задачи целесообразно использовать диапазоны ячеек. В зависимости от содержательных особенностей анализируемой социально-экономической ситуации может быть одна или несколько целевых ячеек, для которых следует выбрать минимизацию, максимизацию или потребовать достижения определенного целевого уровня.

*Процедура определения диапазонов и условий остановки внутримодельного исследования.* В процессе задания множества настраиваемых ячеек необходимо указать нижнюю и верхнюю границы их диапазона непосредственно в электронных таблицах MS Excel. Это позволит существенно упростить последующую настройку и коррекцию оптимизационной модели. Остановимся на этом вопросе более подробно. Например, студент в процессе построения оптимизационной модели может выбрать изменяемые ячейки A1:A10, их минимальные и максимальные значения задать в диапазонах B1:B10 и C1:C10. Кроме того, новое инструментальное средство Evolver поддерживает определение нескольких групп ячеек с различными диапазонами для каждой группы ячеек. В процессе построения оптимизационной модели студенту следует задать ряд ограничений. Как правило, необходимо выполнять моделирование экономической ситуации в условиях ограничений на ресурсы. В процессе задания мягких или жестких ограничений нижние и верхние границы значений можно указать, используя диапазоны ячеек. Далее студенту необходимо задать условие остановки оптимизационного процесса.

*Процедура выбора метода внутримодельного исследования.* Возможности инструментального средства Evolver 7.0 были расширены шестью инструментами оптимизации. Важно понимать, что выбор конкретного метода обусловлен особенностями рассматриваемой социально-экономической ситуации. К настоящему времени в рамках инструментального средства доступны следующие шесть инструментов оптимизации:

– «Рецепт», предполагающий акцент на работе с набором переменных, меняющихся независимо друг от друга;

– «Группировка» – работа с коллекцией элементов, помещаемых в группы;

– «Заказ» – инструмент, обеспечивающий создание и работу с упорядоченными списками элементов;

– «Бюджет» – инструмент, аналогичный инструменту «Рецепт», однако результатом его применения является константа;

– «Проект» – инструмент, аналогичный инструменту «Заказ», однако предполагает возможность изменения последовательности элементов.

– «Расписание» – инструмент, аналогичный инструменту «Группировка», однако позволяет распределять элементы по временным интервалам, учитывая ограничения оптимизационной задачей.

Использование инструментального средства Evolver в рамках прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики позволяет студенту и преподавателю контролировать реализацию оптимизационного процесса. Интересно, что результаты контроля могут служить базой для численного обоснования образовательных результатов [10, с. 20]. С этой целью следует порекомендовать в диалоговом окне настроек отметить параметры оптимизации, настройки времени реализации оптимизационного процесса, установить необходимые макросы, контролирующие оптимизационный процесс.

*Процедура реализации оптимизации.* Для запуска оптимизационного процесса необходимо активизировать пиктограмму «Начать». После этого инструментальное средство Evolver приступит к генерации пробных (начальных) решений для достижения поставленной цели. В процессе генерации отображается окно прогресса генерации, демонстрирующее состояние оптимизационного и наилучшее из найденных к настоящему времени. Используя окно процесса генерации, можно временно приостановить, окончательно остановить, а также повторно запустить оптимизационный процесс. Второй возможностью для отслеживания этого прогресса является окно контроллера Evolver. Вкладки окна контроллера содержат обновления по найденным к настоящему времени лучшим решениям, все проанализированные решения. Студент оперативно получает доступ к разнообразию проверенных решений и другой информации.

После рассмотрения внешних аспектов коротко опишем внутренние особенности оптимизации в рассматриваемом инструментальном средстве. Во время реализации оптимизационного процесса инструментальное средство Evolver генерирует ряд пробных начальных решений. Далее, с помощью применения специальных генетических алгоритмов, алгоритмов линейного программирования и оптимизационного механизма OptQuest, Evolver непрерывно осуществляет улучшение каждого начального решения. В условиях использования новых генетических алгоритмов каждое начальное решение рассматривается инструментальным средством в виде независимого объекта

(«организма»), который может вступать в взаимодействие с другими объектами («скрещиваться»). Табличная модель оптимизационной задачи выступает своеобразной «средой обитания» для «организмов». В эволюционных терминах, *Evolver* определяет, какие из организмов и когда выживают, анализирует изменения («мутации») и генерирует новые решения.

*Процедура визуализации результатов оптимизации.* После выполнения оптимизационного процесса инструментальное средство *Evolver* позволяет вывести исходное, оптимальное и последнее (в случае отсутствия оптимального или прерывания процесса оптимизации) решения по всей оптимизационной модели. Удобно, что *Evolver* генерирует в *MS Excel* итоговый отчет по исследованию оптимизационной модели, а также автоматически составляет журнал всех модельных исследований, прикрепленный к студенту или группе студентов. *Evolver* среди инструментальных средств анализа оптимизационных моделей обладает *существенными возможностями для модернизации прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики*. Ее важным преимуществом является возможность поиска оптимального глобального решения для сложных социально-экономических проблем нелинейного характера. Специальный механизм *OptQuest*, достаточно простой в использовании и обладающий наивысшим уровнем точности вычислений, объединяет достижения в области оптимизации, нейронных сетей и линейного программирования. Практика применения этого механизма в учебном процессе на факультете дистанционного обучения Российского экономического университета демонстрирует отличные результаты для исследования различных типов моделей социально-экономических ситуаций.

Все вычисления по оптимизационной модели выполняются в электронных таблицах *MS Excel*, уже знакомых студентам, соответственно, настройка модели студентами производится достаточно быстро. При этом новая версия *Evolver 7.0* поддерживает открытие меньшего количества вложенных диалоговых окон, что способствует эффективной настройке оптимизационной модели. Используя банк типовых оптимизационных моделей, студента целесообразно предварительно обучить настройке и редактированию модели. Инструментальное средство *Evolver* обеспечивает наглядное отображение статуса оптимизационного процесса в реальном времени и удобные с точки зрения дидактики высшей математики инструменты визуализации процесса улучшения начальных решений. *Evolver* позволяет разумно исполь-

зовать время и повысить точность благодаря автоматическому выбору механизма, наиболее адекватному исследуемой оптимизационной модели. Интересно, что в процессе моделирования *OptQuest Evolver* не реализует проверку решения, не удовлетворяющего заданным ограничениям модели. Это условие также способствует ускорению оптимизационного процесса, в частности с нелинейными ограничениями.

**Выводы.** Инструментальное средство *Evolver* обладает большим потенциалом для совершенствования прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики в условиях информатизации высшей экономической школы, способствует *реализации интегративного подхода в обучении*, идеи которого представлены в работе Е. С. Калининой [6, с. 87]. С целью методически обоснованного и эффективного применения инструментов оптимизации и генетических алгоритмов *Evolver* необходимо проведение исчерпывающего анализа их возможностей на всех уровнях реализации учебного процесса по прикладным математическим дисциплинам в высшей экономической школе, учет принципов *наглядно-модельного обучения математике* [15], учет технологических приемов, представленных в исследовании [11, с. 74].

Инструментальное средство *Evolver* характеризуется высоким дидактическим, исследовательским, прикладным потенциалом. С учетом внедрения новых инструментальных средств в практику социально-экономических исследований оно позволяет *по-новому организовать учебно-познавательную деятельность будущих бакалавров экономики по построению и исследованию оптимизационных моделей в условиях перехода к цифровой экономике*. Мы считаем, что необходимо дальнейшее *уточнение границ применения инструментального средства Evolver* в условиях двухуровневой подготовки экономиста, реализуемой в Российском экономическом университете им. Г. В. Плеханова (уровень бакалавриата, уровень магистратуры), а также в условиях применения элементов дистанционного обучения и использования в учебном процессе разработанного на кафедре математических методов в экономике электронного образовательного ресурса «Теория принятия решений».

#### Библиографический список

1. Афанасьев, В. В. Экспериментальное исследование творческой активности студентов в процессе обучения математике [Текст] / В. В. Афанасьев, Е. И. Смирнов // Ярославский педагогический вестник. – 1996. – № 3. – С. 110-115.
2. Власов, Д. А. Информационные технологии в си-

стеме математической подготовки бакалавров: опыт МГГУ им. М. А. Шолохова [Текст] / Д. А. Власов // Информатика и образование. – 2012. – № 3 (232). – С. 93-94.

3. Власов, Д. А. Математические модели и методы внутримодельных исследований [Текст] / Д. А. Власов, Н. В. Монахов, В. М. Монахов; под ред. А. И. Нижникова. – М.: Альфа, 2007. – 365 с.

4. Власов, Д. А. Инструментальное средство @RISK в системе прикладной математической подготовки [Текст] / Д. А. Власов // Ярославский педагогический вестник. – 2018. – № 3. – С. 101-108.

5. Грызунова, Н. В. Управление денежными потоками предприятия и их оптимизация [Текст] / Н. В. Грызунова, И. А. Киселева // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – Т. 12. – № 7 (340). – С. 119-130.

6. Калинина, Е. С. Интегративный подход в обучении математическим и естественно-научным дисциплинам в вузах МЧС России [Текст] / Е. С. Калинина // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2018. – Т. 1. – С. 86-89.

7. Киселева, И. А. Проблемы самореализации личности в современных условиях инноваций [Текст] / И. А. Киселева, Н. Е. Симонович // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – Т. 10. – № 6 (243). – С. 53-56.

8. Киселева, И. А. Оптимизационная модель развития туризма [Текст] / И. А. Киселева, Б. Цэцгэг // Аудит и финансовый анализ. – 2005. – № 2. – С. 244-245.

9. Лихачев, Г. Г. Компьютерное моделирование и математическое обеспечение экономико-социальных задач [Текст] / Г. Г. Лихачев, И. В. Сухорукова // Экономический анализ: теория и практика. – 2003. – № 5 (8). – С. 60-62.

10. Монахов, В. М. Численные методы в дидактических исследованиях как инновационный фактор объективизации и доказательности образовательных результатов [Текст] / В. М. Монахов // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. – 2017. – № 1. – С. 17-28.

11. Муханов, С. А. Использование информационных технологий для индивидуализации обучения математике на примере темы «Дифференциальные уравнения» [Текст] / 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.

12. Пантина, И. В. Вычислительная математика [Текст]: учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. – М.: МФПУ «Синергия», 2012. – 176 с.

13. Седова, Н. А. Методы оценки качества полученных решений [Текст] / Н. А. Седова, В. А. Седов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2012. – № 1. – С. 88-91.

14. Синчуков, А. В. Проблема качества принимаемых решений (контекст профессиональной подготовки будущих бакалавров экономики) [Текст] / А. В. Синчуков // Гуманитарное пространство. – 2018. – Т. 7. – № 1. – С. 167-171.

15. Смирнов, Е. И. Проектирование информационно-аналитических технологий обучения студентов-экономистов [Текст] / Е. И. Смирнов, Е. Н. Трофимец // Ярославский педагогический вестник. – 2010. – Т. 2. – № 2. – С. 137.

16. Сухорукова, И. В. Сборник задач по математическому программированию [Текст] / И. В. Сухорукова. – М.: Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, 2006. – 120 с.

17. Сухорукова, И. В. Эколого-экономическая модель использования загрязненных земель [Текст] / И. В. Сухорукова. – М.: ПКТИпромстрой, 2000. – 280 с.

18. Тихомиров Н. П. Моделирование социальных процессов [Текст] / Н. П. Тихомиров, В. Я. Райцин, Ю. Н. Гаврилец, Ю. Д. Спиридонов – М., 1993. – 304 с.

19. Тихомиров, Н. П. Методы теории риска в управлении природоохранной деятельности [Текст] / Н. П. Тихомиров, Т. М. Тихомирова // Экономика природопользования. – 1997. – № 5. – С. 118-129.

20. Тихомиров, Н. П. Риск-анализ в экономике [Текст] / Н. П. Тихомиров, Т. М. Тихомирова. – М.: Экономика, 2010. – 318 с.

21. Трофимец, Е. Н. Мотивация достижения в изучении математики студентами-экономистами на основе анализа Фурье экономических временных рядов [Текст] / Е. Н. Трофимец, В. Я. Трофимец, Е. И. Смирнов // Ярославский педагогический вестник. – 2014. – Т. 2. – № 3. – С. 79-85.

22. Fundamentals of optimization: methods, minimum principles, and applications for making things better / Mark French. New York, NY: Springer Science+Business Media, – 2018. – 249 p.

23. Lange, Kenneth. Optimization / Kenneth Lange. 2nd ed. New York: Springer, – 2013. – 529 p.

#### Reference List

1. Afanas'ev, V. V. Jeksperimental'noe issledovanie tvorcheskoj aktivnosti studentov v processe obuchenija matematike = Pilot study of students' creative activity in the course of training Mathematics [Текст] / V. V. Afanas'ev, E. I. Smirnov // Jaroslavskij pedagogičeskij vestnik. Jaroslavl pedagogical bulletin – 1996. – № 3. – S. 110-115.

2. Vlasov, D. A. Informacionnye tehnologii v sisteme matematicheskoy podgotovki bakalavrov: opyt MGGU im. M. A. Sholohova = Information technologies in the system of mathematical training of bachelors: experience of MSHU named after M. A. Sholokhov [Текст] / D. A. Vlasov // Informatika i obrazovanie. – 2012. – № 3 (232). – S. 93-94.

3. Vlasov, D. A. Matematicheskie modeli i metody vnutrimodel'nyh issledovanij = Mathematical models and methods of intra model researches [Текст] / D. A. Vlasov, N. V. Monahov, V. M. Monahov; pod red. A. I. Nizhnikova. – М.: Al'fa, 2007. – 365 s.

4. Vlasov, D. A. Instrumental'noe sredstvo @RISK v sisteme prikladnoj matematicheskoy podgotovki = Tool means of @RISK in the system of applied mathematical training [Текст] / D. A. Vlasov // Jaroslavskij pedagogičeskij vestnik = Jaroslavl pedagogical bulletin – 2018. – № 3. – S. 101-108.



5. Gryzunova, N. V. Upravlenie denezhnymi potokami predpriyatija i ih optimizacija = Management of cash flows of the enterprise and their optimization [Tekst] / N. V. Gryzunova, I. A. Kiseleva // Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'. National interests: priorities and safety. – 2016. – T. 12. – № 7 (340). – S. 119-130.
6. Kalinina, E. S. Integrativnyj podhod v obuchenii matematicheskim i estestvenno-nauchnym disciplinam v vuzah MChS Rossii = Integrative approach in training mathematical and natural-science disciplines in higher education institutions of Russian Emercom [Tekst] / E. S. Kalinina // Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tehnologii, kachestvo. Modern education: contents, technologies, quality. – 2018. – T. 1. – S. 86-89.
7. Kiseleva, I. A. Problemy samorealizacii lichnosti v sovremennyh uslovijah innovacij = Problems of the personality's self-realization in modern conditions of innovations [Tekst] / I. A. Kiseleva, N. E. Simonovich // Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National interests: priorities and safety. – 2014. – T. 10. – № 6 (243). – S. 53-56.
8. Kiseleva, I. A. Optimizacionnaja model' razvitija turizma = Optimizing model of tourism development [Tekst] / I. A. Kiseleva, B. Cjcgjeje // Audit i finansovyj analiz. – 2005. – № 2. – S. 244-245.
9. Lihachev, G. G. Komp'juternoe modelirovanie i matematicheskoe obespechenie jekonomiko-social'nyh zadach = Computer modeling and software of economical and social problems [Tekst] / G. G. Lihachev, I. V. Suhorukova // Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika. – 2003. – № 5 (8). – S. 60-62.
10. Monahov, V. M. Chislennye metody v didakticheskikh issledovanijah kak innovacionnyj faktor ob#ektivizacii i dokazatel'nosti obrazovatel'nyh rezul'tatov = Numerical methods in didactic researches as an innovative factor of objectification and substantiality of educational results [Tekst] / V. M. Monahov // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 20: Pedagogicheskoe obrazovanie. Bulletin of Moscow university. Series 20: Pedagogical education. – 2017. – № 1. – S. 17-28.
11. Muhanov, S. A. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologij dlja individualizacii obuchenija matematike na primere temy «Differencial'nye uravnenija» Use of information technologies for individualization of training Mathematics on the example of the subject «Differential Equations» [Tekst] / S. A. Muhanov, A. A. Muhanova, A. I. Nizhnikov // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija: Informatika i informatizacija obrazovanija = Bulletin of Moscow city pedagogical university. Series: Informatics and informatization of education – 2018. – № 1 (43). – S. 72-77.
12. Pantina, I. V. Vychislitel'naja matematika = Numerical mathematics [Tekst]: uchebnik / I. V. Pantina, A. V. Sinchukov. – M. : MFPU «Sinergija», 2012. – 176 s.
13. Sedova, N. A. Metody ocenki kachestva poluchennyh reshenij = Methods for assessing quality of the received solutions [Tekst] / N. A. Sedova, V. A. Sedov // Juzhno-Sibirskij nauchnyj vestnik. Southern Siberian scientific bulletin – 2012. – № 1. – S. 88-91.
14. Sinchukov, A. V. Problema kachestva prinimae-myh reshenij (kontekst professional'noj podgotovki budushhih bakalavrov jekonomiki) A problem of quality of the made decisions ( context of professional training of future bachelors in economy) [Tekst] / A. V. Sinchukov // Gumanitarnoe prostranstvo. – 2018. – T. 7. – № 1. – S. 167-171.
15. Smirnov, E. I. Proektirovanie informacionno-analiticheskikh tehnologij obuchenija studentov-jekonomistov = Design of information and analytical technologies of training student-economists [Tekst] / E. I. Smirnov, E. N. Trofimec // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik = Jaroslavl pedagogical bulletin – 2010. – T. 2. – № 2. – S. 137.
16. Suhorukova, I. V. Sbornik zadach po matematicheskomu programirovaniju = Collection of sums of mathematical programming [Tekst] / I. V. Suhorukova. – M. : Rossijskij jekonomicheskij universitet imeni G. V. Plehanova, 2006. – 120 s.
17. Suhorukova, I. V. Jekologo-jekonomicheskaja model' ispol'zovanija zagrjaznennyh zemel' = The ecologic-economic model of use of contaminated land [Tekst] / I. V. Suhorukova. – M. : PKTIpromstroj – 2000. – 280 s.
18. Tihomirov N. P. Modelirovanie social'nyh processov = Modeling of social processes [Tekst] / N. P. Tihomirov, V. Ja. Rajcin, Ju. N. Gavrilc, Ju. D. Spiridonov – M., 1993. – 304 s.
19. Tihomirov, N. P. Metody teorii riska v upravlenii prirodohrannoj dejatel'nosti = Methods of the theory of risk in management of nature protection activity [Tekst] / N. P. Tihomirov, T. M. Tihomirova // Jekonomika prirodopol'zovanija. – 1997. – № 5. – S. 118-129.
20. Tihomirov, N. P. Risk-analiz v jekonomike = Risk analysis in economy [Tekst] / N. P. Tihomirov, T. M. Tihomirova. – M. : Jekonomika, 2010. – 318 s.
21. Trofimec, E. N. Motivacija dostizhenija v izuchenii matematiki studentami-jekonomistami na osnove analiza Fur'e jekonomicheskikh vremennyh rjadov = Motivation of achievement in studying mathematics by student-economists on the basis of Fourier's analysis of economic temporal series [Tekst] / E. N. Trofimec, V. Ja. Trofimec, E. I. Smirnov // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik = Jaroslavl pedagogical bulletin – 2014. – T. 2. – № 3. – S. 79-85.
22. Fundamentals of optimization: methods, minimum principles, and applications for making things better / Mark French. New York, NY: Springer Science+Business Media, – 2018. – 249 p.
23. Lange, Kenneth. Optimization / Kenneth Lange. 2nd ed. New York: Springer, – 2013. – 529 p.