

**Сергей Валерьевич Козлов**Смоленский государственный университет, кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры прикладной математики и информатики, Смоленск, Россия  
e-mail: svkozlov1981@yandex.ru

## Формирование оптимальных стратегий обучения в системе повышения квалификации учителей

*Аннотация.* В статье рассматривается организация курсов повышения квалификации учителей в аспекте формирования оптимальных стратегий обучения. Раскрываются возможности применения методов математического моделирования для формализации содержания обучения, диагностики учебных достижений и интерпретации полученных результатов. Предлагается использовать в качестве методологии математический аппарат теории графов, соответствия Галуа, имплицитивных матриц. Использование данных инструментов представлено в виде программных модулей автоматизированной системы Advanced Tester в качестве элемента образовательной платформы Moodle.

*Ключевые слова:* диагностика, образовательный процесс, оптимальные стратегии обучения, индивидуальное обучение, математическое моделирование, соответствие Галуа, повышение квалификации учителей, автоматизированные системы обучения.

**Sergey V. Kozlov**Smolensk State University, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Applied Mathematics and Informatics, Smolensk, Russia  
e-mail: svkozlov1981@yandex.ru

## Formation of Optimal Learning Strategies in the Teacher Training System

*Abstract.* The article discusses the organization of teacher training courses in the aspect of the formation of optimal learning strategies. The possibilities of using mathematical modeling methods to formalize the content of teaching, diagnosing educational achievements and interpreting the results obtained are revealed. It is proposed to use as a methodology the mathematical apparatus of graph theory, Galois correspondence, implicative matrices. The use of these tools is presented in the form of software modules of the automated system "Advanced Tester" as an element of the educational platform Moodle.

*Keywords:* diagnostics, educational process, optimal learning strategies, individual learning, mathematical modeling, Galois correspondence, teacher training, automated learning systems.

### Введение (Introduction)

Система повышения квалификации учителей преследует цели обобщения передового педагогического опыта, знакомства с новыми технологиями в образовании, совершенствования практики учебного процесса. Образовательные курсы, как правило, краткосрочные и составляют 3-недельный цикл. В отдельных случаях проведения мультидисциплинарных курсов, например по математике и информатике, подготовка может быть разнесена на две сессии, между которыми учителя занимаются проектной деятельностью в соответствии с тематикой курсов.

Стоит отметить, что состав учебных групп, уровень профессиональной подготовки слушателей, а главное — их индивидуальные запросы, несмотря на заявленную темати-

ку курсов, могут значительно различаться. Указанные характеристики при этом, как правило, выясняются уже во время начала курсов повышения квалификации. В связи с этим возникает проблема: каким образом сформировать вариативный образовательный контент так, чтобы максимально отразить запросы учителей? Следует учитывать, что объемы материала, как правило, таковы, что без использования средств автоматизации невозможно их не только оперативно структурировать, но и определить оптимальную стратегию изучения. Это вызывает необходимость применения методов математического моделирования для решения поставленных задач. Однако, при достаточно острой потребности в данных методах обработки больших массивов данных, анализа и принятия решений, практика их использования

всё еще не имеет широкого внедрения. В связи с этим проблема нашего исследования определена отсутствием механизмов использования методов математического моделирования, позволяющих осуществлять обучение учителей на курсах повышения квалификации с учетом их образовательных запросов оптимальным образом.

Цель исследования состоит в описании и анализе применения возможностей инструментов математического моделирования для формирования оптимальных стратегий обучения в системе повышения квалификации учителей.

Научная новизна заключается в определении особенностей использования методов математического моделирования для построения индивидуальных стратегий обучения учителей оптимальным образом в рамках курсов повышения квалификации. Теоретическая значимость работы состоит в оптимальном планировании профессиональной подготовки учителей средствами теории графов, соответствия Галуа и имплективных матриц как математических методов диагностики учебных достижений. Практическая значимость отражена в виде разработанных элементов технологии формирования оптимальных стратегий, реализованных в качестве компонентов автоматизированной системы Advanced Tester.

#### Методы (Methods)

Формирование оптимальной стратегии обучения в краткосрочной перспективе системы повышения квалификации учителей требует внедрения методов математического моделирования. Однако они сами по себе, как теоретический инструмент представления и исследования данных учебных достижений педагогов, не будут востребованы в той мере, в какой это диктует практика современной науки. Они должны выступать функциональным средством, которое применяется в автоматизированных системах обучения. При этом пользователю программной среды необязательно знать тонкости описания применяемого математического аппарата. Он должен получать возможность проведения комплексного анализа учебных достижений обучаемых и построения на его основе возможных путей дальнейшего изучения предметного материала. При этом необходимо, чтобы планирование учебной деятельности осуществлялось оперативно.

Для решения поставленного вопроса нами предложено использовать программный модуль автоматизированного обучения Advanced Tester. Одно из его преимуществ заключается в переносимости на любую образовательную платформу в качестве встраиваемого в нее инструмента. Так, в проводимом исследовании он размещался как системный элемент платформы применения дистанционных форм обучения Moodle. Разработчик образовательного курса получал возможность загрузки из образовательной системы всех вспомогательных модулей программного комплекса Advanced Tester.

Как компьютерная программа, среда Advanced Tester [1; 2] отвечает всем требованиям эргономики, предъявляемым к современному программному обеспечению. Она имеет интерфейс, соответствующий современным стандартам в области образовательных продуктов. Действия

в системе Advanced Tester можно выполнять всеми стандартными способами от команд главного меню и кнопок панели инструментов до компонентов вспомогательных окон и команд контекстного меню. В связи с этим данная среда интуитивно понятна и не предполагает получения дополнительных умений в ее использовании как от разработчика образовательного курса, так и от его пользователя.

Основное назначение программной среды Advanced Tester заключается в представлении учебного материала в виде графовой модели, аккумулировании собственной и импортируемой базы теоретических и практических заданий, предоставлении средств диагностики учебных достижений и формировании индивидуальных и групповых траекторий обучения оптимальным образом. Все вышеперечисленные возможности программного комплекса Advanced Tester основаны на применении различных методологий математического моделирования. Так, для начала использования программного модуля необходимо представить изучаемый материал в виде исходного графа знаний. При этом можно разработать его один раз, а затем модифицировать уже имеющийся в соответствии со вновь возникающими запросами. Графовую модель учебного курса можно также переносить с одной образовательной платформы на другую. Это достигается инвариантностью файловой структуры программного модуля. Затем требуется воспользоваться имеющимися в среде курса образовательной платформы заданиями или разработать собственные практические материалы. Задания необходимо сопоставить с элементами графовой модели. На основе этого в дальнейшем будет доступна генерация индивидуальных наборов заданий обработки знаний и умений, а также диагностических работ.

В системе повышения квалификации учителей после записи пользователей на курс в традиционной форме контактной работы или средствами дистанционного обучения осуществляется их знакомство с основными образовательными модулями изучения. После этого следует провести предусмотренное большинством классических курсов входное тестирование обучаемых для выявления их уровня профессиональных умений и индивидуальных запросов. Если таковое курсом не было запланировано изначально, то для использования средств программного модуля Advanced Tester это становится необходимым условием построения стартовой индивидуальной графовой модели, поэтому таковое надлежит предусмотреть. Выявление особых пожеланий обучаемых будет отражено при формировании исходной траектории обучения. Это возможно благодаря адаптивной структуре графовой модели учебного материала курса. Элементы знаний и связи между ними можно добавлять в любое время на всём протяжении обучения, тем самым моделировать индивидуальные учебные ситуации.

После изучения каждого из общих запланированных программой повышения квалификации учебных модулей проводится текущая диагностика учебных достижений. На основе полученных данных исходная траектория обучения при необходимости корректируется. Формируется оптимальный индивидуальный план совершенствования профессио-

нальных навыков каждого слушателя курса. Для этого в качестве встроенного инструмента системы Advanced Tester используется методология соответствия Галуа [3; 4] как способ выявления латентных параметров обучения. На основе анализа связей между определенными таким образом элементами индивидуальных графовых моделей производится уточнение и изменение траекторий обучения в рамках курса. При этом совокупный анализ всех индивидуальных траекторий и показателей их корреляционных связей позволяет автоматизированно выработать стратегии обучения в малых группах. Это особенно актуально ввиду междисциплинарного характера многих курсов повышения квалификации учителей. Следует заметить, что состав этих групп может изначально строиться на общих личностных запросах слушателей курсов повышения квалификации, а затем в соответствии с выявленными характеристиками обучаемых адаптивно изменяться.

Таким образом, индивидуальный план и построение оптимальной траектории обучения учителя учитывают два фактора. Первый состоит в особенностях усвоения общего запланированного на курсах материала. Второй учитывает личностные запросы обучаемого, совокупность его знаний, умений и навыков, а также временные интервалы курсов. Для определения оптимальной стратегии обучения в программной среде Advanced Tester встроен критериальный аппарат, основанный на методах математического моделирования с использованием имплицитивных матриц [5; 6]. Он позволяет, системно выбрав параметры обучения, сформировать возможные пути совершенствования знаний слушателя курсов. При этом предлагаемые системой Advanced Tester варианты будут также основаны на результатах учебных достижений обучаемых. Так, например, в зависимости от времени обучения в системе можно задать минимальный и максимальный уровни учебных достижений. Можно определить сложность решаемых задач в соответствии с проверяемыми компонентами учебного материала. Можно варьировать характер и тип предлагаемых в курсе практических заданий. При этом мотивированные к обучению учителя ввиду максимальной полноты учета их личностных запросов будут успешнее и быстрее овладевать новыми знаниями и умениями. В завершение курсов это позволит не только освоить необходимый предусмотренный программой повышения квалификации минимум, но и определить дальнейшие перспективы самосовершенствования учителей.

Таким образом, к условиям формирования оптимальных стратегий учителей с использованием методов математического программного комплекса Advanced Tester относятся:

- 1) представление содержания курсов повышения квалификации в виде графовой модели изучения предметного материала;
- 2) соотнесение с элементами графовой модели учебного материала теоретических и практических заданий курса;
- 3) диагностика знаний и умений слушателей курса средствами дифференцированной базы данных заданий курса;
- 4) анализ результатов учебных достижений с помощью соответствия Галуа для выявления латентных параметров обучения, оказывающих существенное влияние на его течение;

5) генерирование индивидуальных и групповых траекторий обучения в соответствии с заданными критериями с помощью имплицитивных матриц.

Такой подход в структурировании знаниевой компоненты курсов повышения квалификации с помощью методов математического моделирования в виде графовых моделей, применения методологии соответствия Галуа для анализа результатов учебных достижений обучаемых и вариативный характер автоматизированно генерируемых траекторий обучения с использованием математического аппарата имплицитивных матриц может выступать средством формирования оптимальных стратегий обучения учителей. Ввиду этого была сформулирована гипотеза исследования, согласно которой использование методов математического моделирования в виде функциональных инструментов программного комплекса Advanced Tester будет способствовать получению новых знаний и совершенствованию имеющихся умений учителей оптимальным образом.

#### Литературный обзор (Literature Review)

В использовании методов математического моделирования для формирования оптимальных стратегий обучения можно выделить два направления. Первое направление состоит в применении общих подходов, которые заключаются в мониторинге образовательных процессов. В частности, большинство из них основано на диагностике учебных достижений и систематизации данных об обучении в виде статистических отчетов. Однако этого, как правило, в полной мере недостаточно для выявления латентных характеристик учебного процесса, оказывающих определяющее влияние на итоговый результат. Такого рода модели обучения основаны на внедрении в качестве средств автоматизации инструментов образовательных платформ. Анализ образовательных платформ в данном контексте представлен в научной статье Н. А. Максимовой [7]. В своих трудах она описывает концепцию построения адаптивной образовательной среды учебного заведения [8]. Основное внимание в ее работах уделяется вопросам моделирования личностной образовательной среды [9]. Ряд авторов предлагают модели построения оптимальных индивидуальных траекторий по отдельным учебным дисциплинам. Так, Д. А. Алдунин и Г. Г. Федин рассматривают принципы адаптивного обучения информатике на открытых онлайн-ресурсах [10]. А. А. Быков и О. М. Киселева делают акцент на использовании интерактивных лабораторных практикумов онлайн-платформ по физике для реализации возможностей индивидуального подхода [11], а также успешно применяют дистанционные формы работы со студентами, что особенно актуально в условиях пандемии. Кроме того, они уделяют внимание формированию готовности учителей внедрять методы математического моделирования в учебный процесс. В исследованиях ими описывается система обучения педагогов и студентов старших курсов педагогических специальностей использованию методов математического моделирования в образовательной сфере [12].

Второе направление включает внедрение различных цифровых методов оптимизации в различные сферы обра-

звательной деятельности. При этом в системе повышения квалификации учителей применение методов математического моделирования в данный момент не находит полного отражения. В ней основная линия, в том числе активно развивающаяся в связи с пандемией, представлена ресурсными научно-методическими отделами, которые обеспечивают реализацию условий внедрения в практику работы методов цифровизации образовательной среды. Так, Е. Е. Лутовина в своей работе [13] описывает условия оптимизации процессов дополнительной подготовки педагогических кадров с помощью организации инновационной образовательной среды. Основной целью она видит повышение мотивации непрерывного профессионального роста учителей. Заметим, что успешное достижение данной цели возможно с учетом личностных запросов обучаемых при параллельной реализации поставленных учебных задач с использованием методов математического моделирования. А. И. Рытов предлагает включать все отделы структуры дополнительной подготовки педагогических кадров в единую сетевую образовательную модель [14]. В своих работах [15; 16] Д. А. Бояринов предлагает обобщить опыт применения инновационных технологий математического моделирования в разных областях педагогической деятельности. Он описывает структуру адаптивного сетевого образовательного пространства. В частности, говоря о системе непрерывной подготовки учителей, он предлагает вести речь о цифровом рабочем месте [17]. В его работе описываются формы виртуальной учебной среды, выделяются критерии эффективности обучения с использованием цифровых технологий. При этом одно из центральных мест отводится внедрению методов математического моделирования в практику представления учебного материала и оценки учебных достижений обучаемых. В то же время еще десятилетие назад в работах, посвященных подходам повышения качества подготовки учителей [18], им отводилось лишь место вспомогательного инструмента в виде интернет-технологий и информационных технологий как средств сопровождения учебного процесса.

### Результаты и обсуждение (Results and Discussion)

Проверка гипотезы проводилась на курсах повышения квалификации учителей информатики на базе Смоленского областного института развития образования. Были сформированы экспериментальная и контрольная группы, каждая из которых состояла из 20 человек. Обучение в группах проводилось параллельно. В экспериментальной группе — с использованием возможностей диагностики знаний и умений для построения оптимальных стратегий с помощью программного приложения Advanced Tester на образовательной платформе Moodle. В контрольной группе — без использования средств математического моделирования для формирования индивидуальных траекторий обучения оптимальным образом.

Тематика курсов была посвящена профессиональной компетентности учителя математики, физики и информатики в условиях цифровизации образования. В экспериментальной группе перед началом курсов в системе Moodle с помощью встраиваемого модуля Advanced Tester были

построены графовые модели учебного материала. В качестве элементов курсов повышения квалификации были внесены теоретические сведения и практические задания. Затем с помощью инструментов программного приложения Advanced Tester была получена общая графовая модель, отражающая все элементы знаний. В последующем в процессе освоения модулей курса систематически проводилась диагностика учебных достижений учителей. Результаты диагностических срезов учитывались в последующем обучении. Для этого в системе Advanced Tester генерировались индивидуальные траектории изучения предметного материала в соответствии с личностными запросами. Отличие от контрольной группы состояло в том, что используемая система предоставляла организаторам курсов не только статистические данные об усвоении знаний, но и на основе методов математического моделирования анализировала их, представляя общий отчет о возможных путях эффективного построения индивидуальных траекторий обучения для каждого слушателя. В контрольной группе данные диагностических срезов оказывали влияние только на совокупный итоговый результат оценки освоения заданий курса. В конце курса в двух группах была проведена итоговая диагностическая работа. Для оценки уровня учебных достижений на всех этапах эксперимента применялась автоматизированная обработка результатов выполнения заданий. Слушатель курсов в обеих группах своевременно получал сведения об уровне учебных достижений. В то же время в экспериментальной группе эти данные в среде автоматизированной системы Advanced Tester учитывались для коррекции индивидуальных и групповых стратегий обучения. Задача экспериментальной деятельности заключалась в подтверждении эффективности использования методов математического моделирования для анализа уровня знаний учителей на курсах повышения квалификации. Для доказательства эффективности использовались результаты выполнения диагностических работ. Их количественный

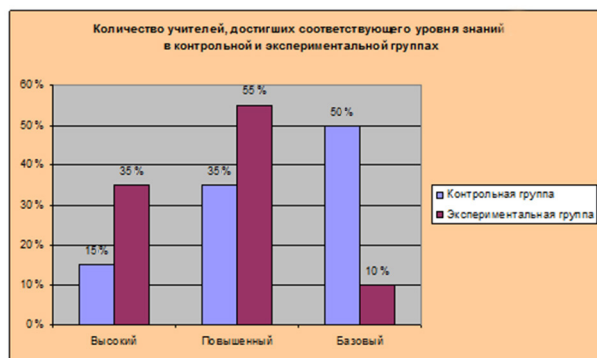
анализ проводился по формуле 
$$S = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}{5},$$

где  $S_1$  — теоретические вопросы, а  $S_2, S_3, S_4, S_5$  — практические задания, оцененные по 5-балльной системе. Данные итоговой диагностики в экспериментальной и контрольной группах представлены в таблице.

### Результаты формирующего этапа эксперимента

Группа	Число учителей, достигших уровня усвоения знаний			Всего
	Высокий	Повышенный	Базовый	
Контрольная	3	7	10	20
Экспериментальная	7	11	2	20
Всего	10	18	12	40

Результаты формирующего этапа экспериментальной деятельности на курсах повышения квалификации учителей отражены также на рисунке.



#### Результаты формирующего этапа эксперимента

Представленные выше данные свидетельствуют о том, что количественные показатели высокого уровня учебных достижений в экспериментальной группе почти в два раза выше, чем в контрольной. В категории повышенного уровня показатели в двух группах практически идентичны друг другу. При этом в экспериментальной группе лишь незначительная часть демонстрирует только базовый уровень учебных достижений, тогда как в контрольной группе таких слушателей курсов повышения квалификации почти треть. Это, на наш взгляд, обусловлено тем, что использование методов математического моделирования позволяет более точно учитывать личностные запросы учителей в профессиональном обучении. В ходе их дополнительной подготовки это повышает мотивацию к более глубокому постижению предметных особенностей и изучению дополнительного материала. Учителя при таком подходе стараются выполнять задания не формально, а постигать специфику хода решений, вырабатывать собственные методические приемы.

В совокупности использования методов математического моделирования как инструментов построения оптимальной стратегии обучения это позволяет подходить к профессиональной подготовке адаптивно. Организаторы курсов могут учитывать исходный уровень профессиональных знаний и в соответствии с ним моделировать всю систему индивидуальной и групповой подготовки. Таким образом, учителя в сжатых временных рамках демонстрируют максимальную отдачу в освоении новых знаний и совершенствовании своих умений и навыков.

В контрольной группе из-за недостаточной диагностики, а точнее ее общего характера, не отражающего индивиду-

альных причинно-следственных связей между базовыми умениями слушателя курсов и его возможностями, снижался уровень учебных достижений. Учителя не стремились продемонстрировать все свои способности и получить максимум новых знаний. Они выполняли задания зачастую на минимальном уровне получения зачетной единицы. Акценты у большинства участников контрольной группы сместились в обучении на фиксирование информации, а не на ее интерпретацию и трансформацию. Тем самым индивидуальные стратегии не могли полностью отражать оптимальный характер учебного процесса.

Динамика роста уровня учебных достижений в экспериментальной группе отчетливо демонстрирует положительный характер используемых в практике обучения учителей методов математического моделирования. Это позволяет сделать выводы о реализации поставленных в ходе эксперимента задач и подтверждении гипотезы исследования.

#### Заключение (Conclusion)

В соответствии с приведенными выше данными и результатами их анализа можно сделать вывод о необходимости использования методов математического моделирования в системе подготовки учителей в рамках курсов повышения квалификации. Формирование оптимальных стратегий обучения учителей будет способствовать их непрерывному профессиональному росту. Используя такого рода методы и подходы в своем обучении, они смогут их переносить на область своей непосредственной работы в общеобразовательных учреждениях. Учителя будут более активно применять моделирование различных объектов и ситуаций математическими методами. При этом необходимо заметить, что описанные методологии теории графов, соответствия Галуа, имплективных матриц — это неединичные случаи внедрения подобных идей в повседневной практике. Формализация различных компонентов учебного процесса в силу непрерывного информационного роста доказывает свою эффективность [19; 20].

Таким образом, правомерен вывод о необходимости всестороннего применения методов математического моделирования как на курсах повышения квалификации учителей, так и на всех ступенях единой образовательной системы. Реализация учебных процессов оптимальным образом позволит выявить скрытые ресурсы всех их субъектов, тем самым повысит эффективность курсов.

#### Библиографический список

1. Суин И. А., Козлов С. В. Основные принципы работы с системой автоматизированного обучения Advanced Tester // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи : сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Смоленск : Межрег. центр инновационных технологий в образовании, 2019. С. 48–53.
2. Козлов С. В. Интеллектуальная система поддержки принятия решений «Advanced Tester» // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии : сб. материалов X Всерос. конф. Оренбург : Оренбург. гос. ун-т, 2021. С. 127–131.
3. Парватов Н. Г. Соответствие Галуа для замкнутых классов дискретных функций // Прикладная дискретная математика. 2010. № 2 (8). С. 10–15.
4. Козлов С. В. Применение соответствия Галуа для анализа данных в информационных системах // Траектория науки. 2016. Т. 2, № 3 (8). С. 18.
5. Козлов С. В. Использование математического аппарата имплективных матриц при создании и сопровождении информационных систем // International Journal of Open Information Technologies. 2017. Т. 5, № 12. С. 16–23.

6. Муха В. С. Математические модели многомерных данных // Доклады Белорус. гос. ун-та информатики и радиоэлектроники. 2014. № 2 (80). С. 143–158.
7. Максимова Н. А. Анализ образовательных платформ для осуществления онлайн-обучения // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи : сб. материалов IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров : Межрег. центр инновационных технологий в образовании, 2020. С. 78–82.
8. Максимова Н. А. Формирование адаптивной образовательной среды учебного заведения: анализ проблемы // Концепт. 2018. № 10. С. 74–84.
9. Максимова Н. А. Моделирование образовательной среды личностного развития учащихся // Бюллетень науки и практики. 2016. № 5 (6). С. 481–484.
10. Алдунин Д. А., Федин Г. Г. Математическая модель для построения оптимальной индивидуальной образовательной траектории обучающегося при изучении массовых открытых онлайн-курсов // Информационные технологии. 2019. Т. 25, № 4. С. 250–256.
11. Быков А. А., Киселева О. М. О применении элементов индивидуального обучения в дистанционной работе со студентами // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 9. С. 106–110.
12. Киселева О. М., Быков А. А. Готовность педагогов к применению методов математического моделирования в образовательном процессе // Науковедение. 2014. № 1 (20). URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/97PVN114.pdf> (дата обращения: 01.05.2021).
13. Лутовина Е. Е. Оптимизация процесса подготовки и переподготовки педагогических кадров // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27242> (дата обращения: 01.05.2021).
14. Рытов А. И. Сетевая образовательная модель повышения квалификации педагогических кадров // Вестн. Майкоп. гос. технол. ун-та. 2012. № 4. С. 97–103.
15. Бояринов Д. А. Неформальное и информальное образование в контексте адаптивного сетевого образовательного пространства // Проблемы современного образования. 2019. № 1. С. 135–142.
16. Бояринов Д. А. Модель управления качеством обучения в условиях адаптивного сетевого образовательного пространства // Проблемы современного образования. 2019. № 4. С. 202–211.
17. Бояринов Д. А. Обучение на цифровом рабочем месте в контексте повышения квалификации и профессиональной переподготовки // Актуальные проблемы теории и практики управления : сб. науч. ст. IX Междунар. науч. конф. Смоленск : Университетская книга, 2019. С. 46–50.
18. Орлова С. Л. Пути и средства повышения результативности подготовки учителя на курсах повышения квалификации в условиях реализации компетентностного подхода в образовании // Вектор науки Тольят. гос. ун-та. Сер. : Педагогика, психология. 2011. № 3 (6). С. 235–239.
19. Киселева О. М., Тимофеева Н. М., Быков А. А. Формализация элементов образовательного процесса на основе математических методов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=8283> (дата обращения: 01.05.2021).
20. Козлов С. В. Использование алгебраических структур для моделирования процессов в сложных информационных системах // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии : сб. материалов IX Всерос. конф. с междунар. участием. Оренбург : Оренбург. гос. ун-т, 2019. С. 436–440.

### References

- Aldunin D. A., Fedin G. G. (2019) Matematicheskaya model' dlya postroeniya optimal'noi individual'noi obrazovatel'noi traektorii obuchayushchegosya pri izuchenii massovykh otkrytykh onlain-kursov [Mathematical Modelling of Building Individual Educational Trajectory for Studying MOOCs], *Informatsionnye tekhnologii [Information Technologies]*, vol. 25, no. 4, pp. 250–256. (in Russian)
- Boyarinov D. A. (2019) Model' upravleniya kachestvom obucheniya v usloviyakh adaptivnogo setevogo obrazovatel'nogo prostranstva [The Model of Learning Quality Management in an Adaptive Network Educational Environment], *Problemy sovremennogo obrazovaniya [Problems of Modern Education]*, no. 4, pp. 202–211. (in Russian)
- Boyarinov D. A. (2019) Neformal'noe i informal'noe obrazovanie v kontekste adaptivnogo setevogo obrazovatel'nogo prostranstva [Informal and Non-Formal Education in the Context of an Adaptive Networked Educational Environment], *Problemy sovremennogo obrazovaniya [Problems of Modern Education]*, no. 1, pp. 135–142. (in Russian)
- Boyarinov D. A. (2019) Obuchenie na tsifrovom rabochem meste v kontekste povysheniya kvalifikatsii i professional'noi perepodgotovki [Learning at the Digital Workplace in the Context of Advanced Training and Professional Retraining]\*, *Aktual'nye problemy teorii i praktiki upravleniya [Actual Problems of Management Theory and Practice]\**. Smolensk, Universitetskaya kniga Publ., pp. 46–50. (in Russian)
- Bykov A. A., Kiseleva O. M. (2020) O primenenii ehlementov individual'nogo obucheniya v distantsionnoi rabote so studentami [On the Application of Individual Learning Elements in Remote Work with Stude], *Sovremennye naukoemkie tekhnologii [Modern High Technologies]*, no. 9, pp. 106–110. (in Russian)
- Kiseleva O. M., Bykov A. A. (2014) Gotovnost' pedagogov k primeneniyu metodov matematicheskogo modelirovaniya v obrazovatel'nom protsesse [Readiness of Teachers to Use Methods of Mathematic Modelling in the Process of Education], *Naukovedenie [Science Studies]\**, no. 1 (20). Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/97PVN114.pdf> (accessed: 01.05.2021). (in Russian)

Kiseleva O. M., Timofeeva N. M., Bykov A. A. (2013) Formalizatsiya ehlementov obrazovatel'nogo protsessa na osnove matematicheskikh metodov [The Formalization of Elements of the Educational Process on the Basis of Mathematical Methods], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education]*, no. 1. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=8283> (accessed: 01.05.2021). (in Russian)

Kozlov S. V. (2016) Primenenie sootvetstviya Galua dlya analiza dannykh v informatsionnykh sistemakh [Applying Galois Compliance for Data Analysis in Information Systems], *Traektoriya nauki [Path of Science]*, vol. 2, no. 3 (8), p. 18. (in Russian)

Kozlov S. V. (2017) Ispol'zovanie matematicheskogo apparata implikativnykh matrits pri sozdanii i soprovozhdenii informatsionnykh sistem [Use of a Mathematical Apparatus of Implicative Matrixes in the Creation and Support of Information Systems], *International Journal of Open Information Technologies*, vol. 5, no. 12, pp. 16–23. (in Russian)

Kozlov S. V. (2019) Ispol'zovanie algebraicheskikh struktur dlya modelirovaniya protsessov v slozhnykh informatsionnykh sistemakh [The Use of Algebraic Structures for Modeling Processes in Complex Information Systems], *Komp'yuternaya integratsiya proizvodstva i IPI-tehnologii [Computer Integration of Production and IPI Technologies]\**. Orenburg, Orenburgskii gosudarstvennyi universitet Publ., pp. 436–440. (in Russian)

Kozlov S. V. (2021) Intellektual'naya sistema podderzhki prinyatiya reshenii "Advanced Tester" [Intelligent Decision Support System "Advanced Tester"]\*, *Komp'yuternaya integratsiya proizvodstva i IPI-tehnologii [Computer Integration of Production and IPI Technologies]\**. Orenburg, Orenburgskii gosudarstvennyi universitet Publ., pp. 127–131. (in Russian)

Lutovina E. E. (2017) Optimizatsiya protsessa podgotovki i perepodgotovki pedagogicheskikh kadrov [Optimization of the Process of Preparation and Retraining of Pedagogical Staff], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education]*, no. 6. Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27242> (accessed: 01.05.2021). (in Russian)

Maksimova N. A. (2016) Modelirovanie obrazovatel'noi sredy lichnostnogo razvitiya uchashchikhsya [Modeling of Educational Environment for Personality Development of Students], *Byulleten' nauki i praktiki [Bulletin of Science and Practice]*, no. 5 (6), pp. 481–484. (in Russian)

Maksimova N. A. (2018) Formirovanie adaptivnoi obrazovatel'noi sredy uchebnogo zavedeniya: analiz problemy [Formation of an Adaptive Educational Environment of an Educational Institution: Problem Analysis], *Kontsept [Koncept]*, no. 10, pp. 74–84. (in Russian)

Maksimova N. A. (2020) Analiz obrazovatel'nykh platform dlya osushchestvleniya onlain-obucheniya [Analysis of Educational Platforms for the Implementation of Online Learning], *Razvitie nauchno-tekhnicheskogo tvorchestva detei i molodezhi [Development of Scientific and Technical Creativity of Children and Youth]\**. Kirov, Mezhhregional'nyi tsentr innovatsionnykh tekhnologii v obrazovanii Publ., pp. 78–82. (in Russian)

Mukha V. S. (2014) Matematicheskie modeli mnogomernykh dannykh [Mathematical Models of Multidimensional Data], *Doklady Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta informatiki i radioelektroniki [Reports of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics]\**, no. 2 (80), pp. 143–158. (in Russian)

Orlova S. L. (2011) Puti i sredstva povysheniya rezul'tativnosti podgotovki uchitelya na kursakh povysheniya kvalifikatsii v usloviyakh realizatsii kompetentnogo podkhoda v obrazovanii [Ways and Means to Enhance the Effectiveness of Teacher at the Training Refresher Courses in the Implementation of Competence-Based Approach in Education], *Vektor nauki Tol'yattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika, psikhologiya [Science Vector of Togliatti State University. Series: Pedagogy, Psychology]*, no. 3 (6), pp. 235–239. (in Russian)

Parvatov N. G. (2010) Sootvetstvie Galua dlya zamknytykh klassov diskretnykh funktsii [Galois Relation for Closed Classes of Discrete Functions], *Prikladnaya diskretnaya matematika [Applied Discrete Mathematics]*, no. 2 (8), pp. 10–15. (in Russian)

Rytov A. I. (2012) Setevaya obrazovatel'naya model' povysheniya kvalifikatsii pedagogicheskikh kadrov [Network Educational Model of Improving Teachers' Qualification], *Vestnik Maikopskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Maikop State Technological University]\**, no. 4, pp. 97–103. (in Russian)

Suin I. A., Kozlov S. V. (2019) Osnovnye printsipy raboty s sistemoi avtomatizirovannogo obucheniya Advanced Tester [Basic Principles of Working with the Advanced Tester Automated Learning System]\*, *Razvitie nauchno-tekhnicheskogo tvorchestva detei i molodezhi [Development of Scientific and Technical Creativity of Children and Youth]\**. Smolensk, Mezhhregional'nyi tsentr innovatsionnykh tekhnologii v obrazovanii Publ., pp. 48–53. (in Russian)

---

\* Перевод названий источников выполнен автором статьи / Translated by the author of the article.