

Персонализация образовательного маршрута обучающегося в многомерном пространстве школьной информатики

К. В. Шапиро¹; Н. В. Макарова²

¹ Средняя общеобразовательная школа №17 Василеостровского района Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Введение. Переход к информационному обществу и активное развитие цифровой образовательной среды актуализируют противоречия между моделью массового обучения в школе и необходимостью персонализации обучения в соответствии с личными образовательными целями обучающегося и дифференцированными требованиями внешней среды. Анализ данной проблемы выявил необходимость совершенствования методики преподавания информатики в общеобразовательной школе. В статье предлагается один из возможных вариантов решения проблемы – алгоритмизация когнитивного проектирования образовательных мероприятий, что составляет новизну исследования. Целью данной работы стало обоснование и экспериментальная проверка возможности персонализации образовательного маршрута в условиях преподавания информатики в массовой школе.

Материалы и методы. В исследовании выполнен анализ научных работ российских и зарубежных авторов по вопросам индивидуализации и персонализации обучения школьников. Анализ проводился на основе методологии системного подхода к рассмотрению принципов и способов организации персонализированного обучения в цифровой образовательной среде.

Экспериментальная проверка эффективности фрактального алгоритма когнитивного проектирования урока в паллиативной дидактической среде, разработанного в ходе исследования, проводилась в период с 2019–2023 гг. на базе региональной инновационной площадки общего образования в ГБОУ СОШ № 355 Московского района Санкт-Петербурга. Для оценки результатов были использованы методы и механизмы, разработанные инновационной площадкой в ходе эксперимента в соответствии региональными требованиями. Результаты эксперимента прошли экспертизу, что обеспечивает их достоверность.

Результаты. В аналитической части исследования были уточнены основополагающие понятия адаптивного обучения: дифференциация, индивидуализация и персонализация обучения. В практической части представлен алгоритм когнитивного проектирования урока в паллиативной дидактической среде, позволяющий в рамках сложившейся методической системы реализовать персонализированное обучение информатике.

Обсуждение и выводы. Результаты исследования показали, что фрактальный алгоритм проектирования урока может обеспечить формирование персонального образовательного маршрута, соответствующего личным образовательным целям обучающегося. Использование фрактального алгоритма позволит перейти от индивидуализации к персонализации обучения в условиях массовой школы за счёт использования вариативных сценариев урока информатики.

Ключевые слова: информатика, персонализация, индивидуальный образовательный маршрут, паллиативная дидактическая среда, электронная дидактика.

Для цитирования: Шапиро К. В., Макарова Н. В. Персонализация образовательного маршрута обучающегося в многомерном пространстве школьной информатики // Вестник Ленинградского государственного университета имени А. С. Пушкина. – 2024. – № 2. – С. 44–62. DOI: 10.35231/18186653_2024_2_44. EDN: VIIAQO

Original article
UDC 37.016:004
EDN: VIIAQO
DOI: 10.35231/18186653_2024_2_44

Personalization of a Student's Educational Route in the Multidimensional Space of School Informatics

Konstantin V. Shapiro¹, Natalia V. Makarova²

¹ Secondary school № 17 of the Vasileostrovsky district of Saint-Petersburg, Saint Petersburg, Russian Federation

² Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg, Russian Federation

Introduction. Transition to the informational society and active development of digital educational environment actualize the contradiction between the model of mass education at school and the necessity to personalize learning in accordance with the personal educational goals of the student and differentiated requirements of the external environment. The analysis of this problem has revealed the necessity to improving the methodology of teaching informatics in the secondary school. The article proposes one of the possible solutions to the problem - algorithmicization of cognitive planning of educational activities, which constitutes the study's novelty. The purpose of this work was to substantiate and experimentally test the possibility of personalizing the educational course in the conditions of teaching informatics in a mass school.

Materials and methods. The research analyzed the scientific works of Russian and foreign authors on the issues of individualization and personalization of school students' learning. The analysis was based on the methodology of the system approach to the consideration of the principles and ways of organizing personalized learning in the digital educational environment.

Experimental verification of the effectiveness of the fractal algorithm of cognitive lesson design in a palliative didactic environment, developed in the course of the study was conducted in the period from 2019-2023 on the basis of the regional innovation platform of general education in the State Budgetary Educational Institution School No. 355 of the Moscow district of St. Petersburg. Methods and mechanisms developed by the innovation site during the experiment in accordance with regional requirements were used to evaluate the results. The results of the experiment were subjected to professional and public expertise, which ensures their reliability.

Results. As a result of the analytical part of the study, the fundamental concepts of adaptive learning were clarified: differentiation, individualization and personalization of learning. During the practical part of the study, an algorithm of cognitive design of a lesson in a palliative didactic environment was developed, which makes it possible to implement personalized informatics teaching within the framework of the existing methodological system.

Discussion and conclusion. The results of the study demonstrated that the fractal algorithm of lesson planning can provide the formation of a personal educational itinerary corresponding to the personal educational goals of the student. Using the fractal algorithm will allow to move from individualization to personalization of learning in the conditions of mass school through the use of variant scenarios of a informatics lesson.

Key words: informatics, personalization, individual educational route, palliative didactic environment, electronic didactics.

For citation: Shapiro, K. V., Makarova, N. V. (2024) Personalizatsiya obrazovatel'nogo marshruta uchashchegosya v mnogomernom prostranstve shkol'noy informatiki [Personalization of a Student's Educational Route in the Multidimensional Space of School Informatics] *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta imeni A. S. Pushkina – Pushkin Leningrad State University Journal*. No. 2. Pp. 44–62. (In Russian). DOI: 10.35231/18186653_2024_2_44. EDN: VIIAQO

Введение

Среди множества факторов, влияющих на модернизацию системы образования в России, можно выделить несколько ключевых:

- персонализация образования в соответствии с личными целями субъекта образования;
- переход от эпизодического использования информационно-коммуникационных технологий на уроке к тотальной реализации образовательного процесса в цифровой образовательной среде;
- радикальное обновление состава формируемых в процессе образования компетенций, обусловленное построением информационного общества.

Приоритет персональных целей определяется требованием к личной эффективности человека в социально-экономической реальности XXI века, но при этом противоречит организационной структуре, сложившейся в системе общего образования к настоящему времени. Развитие методической системы существенно отстаёт от изменившихся требований внешней среды [17]. Формируемая цифровая экономика информационного общества обуславливает не только появление новых компетенций [10], но и условия их формирования, в т. ч. методик организации образовательных мероприятий и их ресурсного обеспечения [17].

Вышесказанное определяет новую роль школьной информатики как системообразующего предмета с одной стороны, и как пространства для инновационного поиска – с другой.

Педагогическое научное сообщество уже на протяжении многих лет разрабатывает методологию индивидуализации и персонализации образовательного маршрута обучающегося. Сформировались такие устойчивые понятия как: *индивидуальный образовательный маршрут, индивидуальная образовательная траектория, личные образовательные цели*. Вместе с тем, в последнее время всё чаще говорят о *персонализации обучения*. Неоднозначность определения понятия «персонализированное обучение» и растущая популярность этого термина приводят к тому, что разные образовательные организации используют этот термин для описания различных моделей обучения, которые существенно отличаются друг от друга [6].

Исследователи адаптивных систем отмечают, что говорить о реальной персонализации обучения можно лишь при условии переноса образовательного процесса в цифровую образовательную среду [7]. Сформировавшаяся к настоящему времени методическая система школьного образования, основанная на фронтальной модели организации образовательного процесса, вступает в противоречие с декларируемыми принципами персонализации обучения. Требуют уточнения и научные понятия дифференциации, индивидуализации и персонализации обучения. Всё это подталкивает нас к поиску решений, обеспечивающих реальную персонализацию обучения в условиях классно-урочной системы.

В результате анализа исследуемой проблемы были выявлены следующие противоречия:

- между общими для всех условиями изучения предмета и персональными целями образования;
- между единым для всех обучающихся содержанием примерной программы и образовательными возможностями, и потребностями обучающихся;
- между рафинированностью содержания традиционных учебно-методических комплексов и ресурсным многообразием цифровой образовательной среды;
- между технологическими возможностями цифровой образовательной среды (ЦОС) и функциональностью распространённых моделей адаптивных систем.

Целью данной работы стало обоснование и экспериментальная проверка возможности персонализации образовательного маршрута в условиях преподавания информатики в массовой школе.

Обзор литературы

Создание и развитие ЦОС придало новый импульс развитию адаптивных систем обучения. Ориентация образовательных систем на приоритет интересов личности и непрерывный характер образования в течение жизни выводит научную дискуссию о персонализации образования на новый уровень. Требуется уточнение используемых понятий и введение в научный оборот дефиниций, описывающих явления и процессы, возникающие в ходе переноса образовательного процесса в ЦОС [8].

Как отмечают в своих работах Н. Ф. Ефремова, В. А. Шершнева и др. [5, 19] к настоящему времени четкое определение персонализации ещё не сформировано научным сообществом.

Проанализируем различия рассматриваемых понятий и попытаемся, на основе проведенного анализа сформулировать понятия, используемые для обозначения степени различий в процессе обучения индивидуума в зависимости от вариативности среды обучения, его образовательных потребностей и возможностей. На наш взгляд, научным основанием для различения рассматриваемых нами понятий индивидуализации и персонализации, может стать теория поэтапного формирования умственных действий П. Я. Гальперина [3; 4]. Она заключается в описании формирования умственных действий как многоэтапного процесса: 1) мотивационная основа действия; 2) объяснение преподавателя; 3) внешнее действие (выполнение обучающимся действия); 4) речевое действие (отработка действия во внешней речи); 5) умственное действие (проговаривание действия «про себя»); 6) осуществление действия «в уме» [13].

Теория Гальперина уже стала надежным фундаментом проектирования адаптивных образовательных систем и получила свое развитие в работах отечественных учёных А. В. и С. А. Смирновых, Л. Н. Ланды, Д. А. Кравченко и др. [7; 9; 14; 16; 21].

Если рассматривать процессы индивидуализации и персонализации образования сквозь призму теории поэтапного формирования умственных действий, то можно увидеть, что различия определяются уже на первом этапе. Если мотивационная основа деятельности проектируется и определяется учителем в соответствии с индивидуальными особенностями обучающегося, то мы имеем дело с индивидуализацией обучения, понимаемой как вариативность реализации общей для всех образовательной программы с единым набором целей. По сути дела, речь идёт о построении различных образовательных траекторий внутри общей для всех образовательной среды, рамки которой определяются содержанием основной образовательной программы среднего общего (полного) образования (ООП) образовательной организации (ОО). При этом следует отметить, что такой подход не определяет необходимости реализации всех этапов теории формирования ум-

ственных действий. Так как пятый и шестой этапы, в данном случае не обуславливают мотивационной основы последующих действий. Если же под мотивационной основой деятельности мы понимаем стремление обучающегося к саморазвитию, выраженное в самостоятельной постановке образовательных целей, то мы имеем дело с персонализацией образования. Н. В. Савина определяет основные характеристики принципа персонализации образования: свобода выбора, возможность управления деятельностью, возможность самопрезентации и взаимодействия с другими людьми, разработка личного образовательного трека [15]. Осознанные и сформулированные обучающимся образовательные цели могут совпадать с множеством целей ООП ОО, а могут находиться за её пределами. И здесь мы приходим к пониманию персонализации обучения как процесса, ориентированного на построение сквозных образовательных маршрутов для произвольного множества образовательных программ. Такой подход воплощает на практике теорию П. Я. Гальперина, так как для осознанной постановки целей обучающимся, необходимо реализовать все этапы формирования умственных действий.

В мировой педагогической практике в последние десятилетия также предпринимались попытки определить рассматриваемые понятия в доступных терминах для использования при проектировании образовательных программ и определения стратегий образования.

Так, например, Министерство образования США определило термины: персонализация, дифференциация и индивидуализация в Плане образовательных технологий¹. Исследователи З. К. Баймуханова, Г. Е. Коспанова и др. [2] приводят схожие определения. Уточним приведенные в данных работах определения в контексте проводимого исследования:

Индивидуализация как способ реализации обучения характеризуется степенью адаптивности к образовательным возможностям учащихся. При этом состав и содержание учебных целей не варьируются и остаются одинаковыми для всех учащихся. Адаптивность проявляется в возможности учащегося продвигаться по образовательному маршруту с разной ско-

¹ Education Technology Plan 2010–2021. The U. S. Department of Education. Available at: <https://tech.ed.gov/netp/> (accessed 01 June 2023).

ростью и тратить на изучение материала и выполнение заданий столько времени, сколько соответствует его потребности в обучении. Например, некоторым учащимся для закрепления вычислительного навыка может потребоваться выполнить пять и более упражнений, а кому-то достаточно двух. Ученик может не тратить время на изучение или повторение уже знакомого материала, но получить дополнительную консультацию по теме, которая вызывает у него затруднение.

Дифференциация как способ реализации обучения характеризуется степенью адаптивности к образовательным потребностям учащихся. При этом состав и содержание учебных целей не варьируются и остаются одинаковыми для всех учащихся. Адаптивность проявляется в вариативности методов обучения, реализуемых на процессуальном и организационном уровнях методической системы [17]. Методы, а, следовательно, и формы реализации обучения различаются в зависимости от предпочтений каждого учащегося.

Персонализация как способ реализации обучения характеризуется степенью адаптивности как к образовательным потребностям, так и образовательным возможностям учащихся. Персонализированная среда обеспечивает тесную корреляцию между целями и содержанием обучения, сохраняя вариативность методов и индивидуальный темп обучения, свойственные дифференцированному и индивидуальному обучению.

Б. Брей и К. МакКласки приводят в своей работе [20] сравнительные характеристики индивидуализированного, дифференцированного и персонализированного обучения. На основе анализа представленных описаний можно составить обобщенное представление о взаимосоответствии возможностей целеполагания, уровней ресурсной, педагогической поддержки образовательным возможностям и потребностям обучающегося (рис. 1).

Как видно на рис. 1, персонализированное обучение не только максимально полно учитывает образовательные возможности и потребности обучающегося, но и существенно влияет на организацию учебного процесса и формирование дидактической среды образовательной организации. Очевидно, что персонализация требует существенной адаптации процесса обучения, реализуемого сегодня образовательной организацией среднего общего (полного) образования.

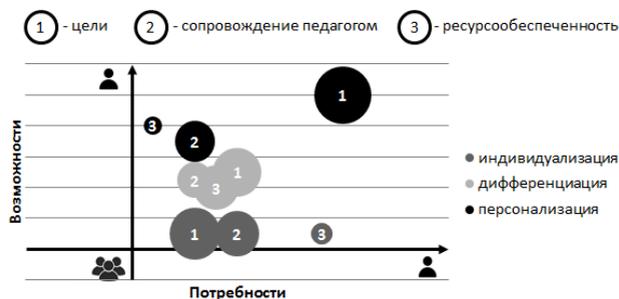


Рис. 1. Диаграмма распределения основных параметров организации образовательного процесса при индивидуализации, дифференциации и персонализации

Современные российские исследователи Д. А. Кравченко, И. А. Блескина, Е. Н. Каляева, Е. А. Землякова, Д. Ф. Аббакумов [7] отмечают, что персонализация обучения является логическим этапом развития адаптивных систем в целом. В настоящее время учёные выделяют три основные модели адаптивного обучения: модель обучения, модель контента и модель студента [7]. Можно сказать, что индивидуализация образовательного маршрута – это реализация адаптивной системы, основанной на «модели студента». Адаптивная система, построенная на основе модели студента, может адаптировать процесс обучения к индивидуальным потребностям обучающегося и прогнозировать его поведение на основе персональных данных (успеваемость, изученный материал, выполненные работы и т. д.). Две другие модели – «модель контента» и «модель обучения» – предполагают пассивную роль обучающегося в формировании маршрута обучения. Поэтому нельзя утверждать, что персонализация – это адаптивное обучение, основанное на «модели контента» или «модели обучения».

Для целей нашего исследования мы уточнили следующие термины в контексте модернизации методической системы обучения.

Индивидуальная образовательная траектория – вариативный способ реализации единой образовательной программы в информационно-образовательной среде (далее – ИОС) образовательной организации. Индивидуальность траектории

обуславливается специфичностью набора ресурсов, средств и инструментов ИОС, соответствующих образовательным потребностям обучающихся. При этом сохраняется единство образовательных целей и общая для всех обучающихся среда.

Индивидуальный образовательный маршрут – алгоритм освоения обучающимся образовательной программы в рамках индивидуальной образовательной траектории, конкретизированный в соответствии с образовательными возможностями обучающегося. Конкретизация осуществляется в основном за счёт использования разноуровневых и адаптированных к потребностям обучающегося ресурсов.

Персональный образовательный маршрут – алгоритм освоения образовательных программ (модулей образовательных программ) содержание которых определяется набором персональных образовательных целей обучающегося. В данном случае алгоритм становится синтетическим, агрегирующим разные образовательные траектории освоения множества образовательных программ.

Материалы и методы

В исследовании выполнен анализ научных работ российских и зарубежных авторов по вопросам индивидуализации и персонализации обучения школьников. Анализ проводился на основе методологии системного подхода к рассмотрению принципов и способов организации персонализированного обучения в цифровой образовательной среде.

Следует отметить, что ЦОС обладает высокой степенью изменчивости: развиваются и появляются новые цифровые технологии, созданные ранее ЭОР теряют актуальность, изменяются или становятся недоступными. Это приводит к тому, что дидактическая среда образовательной организации становится паллиативной. «Паллиативная дидактическая среда – совокупность методологических подходов, методических представлений, информационных технологий и аппаратных средств, электронных и других образовательных ресурсов, временно или частично обеспечивающих условия для организации учебной деятельности в цифровой среде» [18].

Экспериментальная проверка эффективности фрактального алгоритма когнитивного проектирования урока в пал-

лиативной дидактической среде, разработанного в ходе исследования проводилась в период с 2019–2023 гг. на базе региональной инновационной площадки общего образования в ГБОУ СОШ № 355 Московского района Санкт-Петербурга. Для оценки результатов были использованы методы и механизмы, разработанные инновационной площадкой в ходе эксперимента в соответствии региональными требованиями. Результаты эксперимента прошли профессионально-общественную экспертизу, что обеспечивает их достоверность.

Результаты

На настоящем этапе развития системы образования в России пока ещё невозможно говорить о реальной персонализации образовательного маршрута обучающегося как способе движения по траектории различных образовательных программ, но мы предлагаем рассмотреть метод организации обучения в рамках действующей классно-урочной системы, который позволит диверсифицировать образовательные цели обучающегося при сохранении единства требований ООП к образовательным результатам.

В соответствии с ФГОС общего образования образовательные результаты любого школьного предмета задаются в формате триады (должен знать → должен уметь → сможет научиться). В условиях внедрения в систему общего образования примерных образовательных программ по всем предметам, множество базовых понятий изучаемой предметной области становится базисом для проектирования образовательных целей каждым обучающимся.

Для школьной информатики сегодня целесообразно осуществлять проектирование урока в трехмерной системе координат, рассматриваемой авторами в более ранних работах¹ [11; 17 и др.]. Осями данной системы координат являются: *фундаментальные понятия информатики; технологии и инструменты; практические задачи*. Ось значений фундаментальных понятий градуируется в соответствии с формируемыми предметными результатами, определёнными ФГОС.

¹ Шапиро К. В., Макарова Н. В. Электронная дидактика – новая технология передачи знаний. Всероссийский съезд учителей и преподавателей математики и информатики: тезисы, Москва, 18–19 ноября 2021 года. МГУ им М. В. Ломоносова [Электронный ресурс]. URL: <https://disk.yandex.ru/d/Q8ha5YbSZDcaMA> (дата обращения: 1.06.2023).

При этом, когда мы говорим о технологиях, мы имеем в виду педагогические технологии, адекватные задачам когнитивного развития личности, а под инструментами понимаем средства ЭИОС ОО, позволяющие эти задачи решать [12]. Ось значений практических задач задаётся с учётом актуального уровня развития общества и экономики.

Фактически речь идёт о модернизации процессуального и организационного уровня методической системы обучения в школе [17].

Фрактальный алгоритм проектирования урока в многомерном пространстве школьной информатики. Под фрактальным алгоритмом проектирования урока мы будем понимать ветвящуюся, самовоспроизводящуюся циклическую последовательность действий субъекта на уроке или ином образовательном мероприятии, ведущую к достижению образовательных результатов, определенных целями обучения. Основу фрактального алгоритма составляют два ключевых положения: постановка следующей цели производится только по достижению предыдущего результата, вариативность образовательного маршрута задаётся обучающимся самостоятельно в точках принятия решения при выборе уровня ресурсной обеспеченности и практических задач (рис. 2).



Рис. 2. Фрактальный алгоритм проектирования когнитивной карты урока

Как следует из схемы на рис. 2, каждое базовое понятие предметной области для реализации вариативности должно обеспечиваться множеством дидактических единиц (ресурсов), обладающих различной степенью информационной избыточности. Для обеспечения вариативности в соответствии с образовательными возможностями обучающихся необходимо также обеспечить представление дидактических единиц в различных форматах, соответствующих различным способам восприятия информации¹. При переходе от индивидуализации в построении образовательного маршрута к его персонализации следует также расширить это множество, дополнив его связанными понятиями, обеспечивающими контекст изучения и возможность использования полученных знаний для решения реальных практических задач. Рассмотрим пример из базового курса школьной информатики. В состав предметных результатов входят такие понятия, как *код*, *кодирование*, *гиперссылка*, *сайт*, *геоинформационные системы*. Все эти понятия рассматриваются в трёх разных разделах курса². Введение дополнительно в состав предметных результатов понятия *QR-код* позволит рассмотреть все вышеперечисленные понятия во взаимосвязи через решение практических задач. Примером такой задачи является задача городского путешественника (рис. 3).



Рис. 3. Алгоритм решения задачи городского путешественника

¹ Описание кейсов, алгоритм их технологической реализации и система оценки эффективности обучения с использованием кейсов / Барнинова Т. П. Реализация индивидуального образовательного маршрута в цифровой образовательной среде: Учебно-методическое пособие / Т. П. Барнинова [и др.]; под ред. К. В. Шапиро. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2024. 94 с. С. 62–73.

² Рабочая программа основного общего образования предмета «Информатика» базовый уровень (7–9). Одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию, протокол 3/21 от 27.09.2021 г. [Электронный ресурс]. URL: https://edsoo.ru/Primernaya_rabochaya_programma_osnovnogo_obschego_obrazovaniya_predmeta_Informatika_proekt_.htm (дата обращения: 23.05.2024).

В данном случае речь не идёт об углублённом изучении предмета. Такой подход позволит создать условия для расширенного освоения школьной информатики. При формировании множества изучаемых понятий для фрактального алгоритма целесообразно опираться на учебно-методические комплекты, содержание которых обеспечивает дидактическую поддержку за рамками базового курса. Примером такого УМК для старшей ступени школы является учебно-методический комплект, разработанный авторским коллективом под руководством профессора, доктора педагогических наук Н. В. Макаровой¹.

Реализация фрактального алгоритма требует также правильно организовать материалы УМК, расширяя пространство урока посредством интеграции различного вида ресурсов для определения каждому обучающемуся собственного маршрута освоения учебного материала. Подбор и интеграцию ресурсов целесообразно осуществлять с учётом принципов не только традиционной, но и электронной дидактики: паллиативность, динамичность, интерактивность². «Современный урок должен представлять собой открытую масштабируемую систему, позволяющую интегрировать различные виды ресурсов, включать в себя различные формы и способы учебных действий, становиться объектом более сложных систем, взаимодействовать с другими объектами в экосистеме непрерывного образовательного процесса» [11]. Авторы статьи предлагают для конструирования современного урока, использовать когнитивные карты. Примеры таких карт приведены на портале ИНФОРМАТИКА.ВСЕМ³. Предложенный подход позволяет реализовать основные принципы электронной дидактики, в т. ч. нивелировать, свойственный паллиативной дидактической среде, недостаток, проявляющийся в непредсказуемости жизненного цикла информационных ресурсов в цифровой

¹ Макарова Н. В., Титова Ю. Ф., Нилова Ю. Н., Зеленина С. Б., Лебедева Е. В. Информатика (базовый уровень) в 2-х частях. 10–11 классы. Ч. 2: учебник / под ред. Н. В. Макаровой. М.: Просвещение. 2022. 384 с.; Макарова Н. В., Шапиро К. В., Титова Ю. Ф., Нилова Ю. Н. Информатика (базовый уровень). 10–11 классы: методическое пособие / под ред. Н. В. Макаровой. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2019. 352 с.; Макарова Н. В., Шапиро К. В., Титова Ю. Ф., Нилова Ю. Н. Информатика (базовый уровень) в 2-х частях. 10–11 классы. Ч. 1: учебник / под ред. Н. В. Макаровой. М.: Просвещение. 2022. 384 с.

² Шапиро К. В., Макарова Н. В. Электронная дидактика – новая технология передачи знаний. Всероссийский съезд учителей и преподавателей математики и информатики: тезисы, Москва, 18–19 ноября 2021 года. МГУ им М. В. Ломоносова [Электронный ресурс]. URL: <https://disk.yandex.ru/d/Q8ha5YbSZDcaMA> (дата обращения: 1.06.2023).

³ ИНФОРМАТИКА.ВСЕМ: Когнитивная карта урока. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.informatica.vsem.online/> (дата обращения: 23.05.2024).

образовательной среде. Статистика использования внешних электронных ресурсов в составе когнитивных карт уроков (ККУ) на портале ИНФОРМАТИКА.ВСЕМ показала, что в течение года устаревает или становятся недоступными от 15 до 30 % дидактических единиц. Компенсировать выпадающие дидактические единицы позволяет мультисценарность ККУ и система актуализации сценариев.

Фрактальный алгоритм реализуется в сценарии урока. Сценарий урока обеспечивает адаптивность обучения в соответствии с персональными целями. Адаптивность фрактального алгоритма обусловлена тремя степенями свободы: вариативностью дидактических средств, множеством практических задач и разнообразием технологий, используемых для их решения (см. рис. 2). В начале урока учитель совместно с обучающимися, в соответствии с первым этапом формирования умственных действий, рассматривают изучаемое понятие в контексте предметной области, определяют его роль и значение, обуславливают необходимость изучения, проистекающую из уже усвоенного материала, составляют предварительное представление о задании. На втором шаге происходит знакомство обучающегося с содержанием рассматриваемого понятия. Обучающийся самостоятельно или под руководством учителя выбирает ресурс, соответствующий уровню личных притязаний обучающегося, для изучения сущностных характеристик рассматриваемого объекта (системы), его поведения в среде. После изучения выбранного ресурса, на следующем этапе, обучающийся адаптирует к своим целям практический этап урока, выбирая соответствующую ресурсу задачу из множества предложенных и технологию, обеспечивающую её решение.

Множественность сценариев, возникающих при ветвлении алгоритма в точках принятия решений, можно представить в виде ориентированного графа.

Педагогической технологией, обеспечивающей реализацию фрактального алгоритма, может стать технология кейс-стади. Дидактические принципы данной технологии как нельзя более соответствуют рассматриваемой методике фрактального алгоритма [1]. Практическая реализация фрактального алгоритма урока в технологии кейс-стади возможна с использованием различных систем управления обучением.

Одним из возможных вариантов, является использование корпоративных LMS на основе Moodle. Данный подход реализован, например, коллективом ГБОУ СОШ № 355 Московского района Санкт-Петербурга с использованием электронной дидактической среды петербургского портала дистанционного обучения Санкт-Петербурга¹. Практика проектирования кейсов на основе метода фрактального алгоритма получила признание в системе общего образования Санкт-Петербурга. В 2022 г. на базе ГБОУ СОШ № 355 был создан региональный ресурсный центр по программе диссеминации инновации «Индивидуализация обучения посредством дистанционных образовательных технологий».

Обсуждение и выводы

Создание условий для реальной персонализации образовательного маршрута обучающегося в процессе продолжающейся модернизации методической системы обучения можно осуществить в рамках уже сложившейся структуры образовательных мероприятий школы: урок, мероприятия внеурочной деятельности, самообразование.

Для обеспечения эффективности образовательных мероприятий необходимо осуществлять их проектирование в трёхмерной системе координат: фундаментальные понятия информатики; технологии и инструменты; практические задачи. Фрактальный алгоритм проектирования урока позволяет создавать множественные сценарии урока и учитывать в нём образовательные потребности и возможности обучающегося, а, следовательно, на практике осуществить персонализацию обучения в условиях сложившейся на сегодня методической системы. Реализация данного подхода позволит учителю информатики в школе всё время оставаться в авангарде строителей информационного общества, обеспечить устойчивое развитие предмета и формировать у обучающихся действительно актуальные компетенции. Данный подход может быть также взят на вооружение учителями других школьных предметов.

¹ Баринаева Т. П. Реализация индивидуального образовательного маршрута в цифровой образовательной среде: Учебно-методическое пособие / Т. П. Баринаева [и др.]; под ред. К. В. Шапиро. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2024. 94 с.; Баринаева Т. П. Проектирование индивидуальных образовательных траекторий, обучающихся средствами дистанционных кейсов: Методические рекомендации / Т. П. Баринаева [и др.]; под редакцией К. В. Шапиро. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2024. 42 с.

Список литературы

1. Андриенко О. А. Современные образовательные технологии и их применение: кейс-технология // *Colloquium-Journal*. – 2019. – № 2–3(26). – С. 9–11.
2. Баймуханова З. К., Коспанова Г. Е., Косатова Л. А., Артамонова О. Н. Персонализированное обучение как результат дифференциации. Педагогическое призвание: Сборник статей III Международного профессионально-методического конкурса. В 6-ти частях. Петрозаводск. Часть 3. – Петрозаводск: Новая Наука, 2021. – С. 269–285. EDN: AIRJDS.
3. Гальперин П. Я. Опыт изучения формирования умственных действий // *Вестник Московского университета. Серия 14: Психология*. – 2017. – № 4. – С. 3–20. DOI 10.11621/vsp.2017.04.03. – EDN: YQNDLT.
4. Гальперин П. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий // *Психологическая наука в СССР: В 2 т. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1959. Т. 1.* – С. 441–469.
5. Ефремова Н. Ф. Персонализация образовательной деятельности и оценки достижений обучающихся // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. – 2024. – № 3. – С. 29–42. – DOI: 10.24412/2304–120X-2024–11030. – EDN: VUXSXF.
6. Конобеев А. В., Юхимук Я. А., Войцеховская, Шчекич М. Персонализация как подход к обучению // *Дискурс профессиональной коммуникации*. – 2020. – Т. В. Д. 2. № 3. – С. 118–138. – DOI 10.24833/2687–0126–2020–2–3–118–138. – EDN: YPZUBK.
7. Кравченко Д. А., Блескина И. А., Каляева Е. Н., Землякова Е. А., Аббакумов Д. Ф. Персонализация в образовании: от программируемого к адаптивному обучению // *Современная зарубежная психология*. 2020. – Т. 9. – № 3. – С. 34–46. EDN: ICQCAO
8. Крутова И. А., Кириллова Т. В., Стефанова Г. П., Прояненкова Л. А. Концепция П. Я. Гальперина в эпоху цифровой трансформации образования // *Современные проблемы науки и образования*. – 2022. – № 6–1. – С. 24. – DOI 10.17513/spno.32191. – EDN: JNHDNA.
9. Ланда Л. Н. Алгоритмизация в обучении / под общ. ред. и со вступ. статьей Б. В. Гнеденко и Б. В. Бирюкова. – М.: Просвещение, 1966. – 524 с.
10. Лебедева М. Б. Цифровая грамотность и компетентность современного учителя в контексте использования дистанционных образовательных технологий. Дистанционное обучение: реалии и перспективы. Материалы V всероссийской научно-практической конференции / сост. Н. Д. Матророва, О. А. Лазыкина. – СПб: ГБУ ДПО «СПбЦОКОИИТ», 2020. – С. 51–57. EDN: RJAMFE
11. Макарова Н. В., Шапиро К. В. Методика проектирования когнитивных карт уроков // *Известия Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена*. – СПб., 2020. – № 198. – С. 66–74. DOI: 10.33910/1992–6464-2020-198-66-74 EDN: LYKALW
12. Ненахова Е. Н., Шапиро К. В., Коновалов Д. В. Организация образовательного процесса в условиях дистанционного обучения. Дистанционное обучение: реалии и перспективы. Материалы VI всероссийской научно-практической конференции / сост. Матророва Н. Д., – СПб.: ГБУ ДПО «СПбЦОКОИИТ», 2021. – С. 125–132
13. Олешкевич В. И. Психология П. Я. Гальперина и ее культурно-исторический анализ / В. И. Олешкевич; предисл. В. К. Зарецкий. – М.: Неолит, 2023. – 376 с
14. Перспективы развития отечественного образования: приоритеты и решения: сборник статей восьмых Всероссийских Шамовских педагогических чтений научной школы Управления образовательными системами, Москва, 22 января 2016 года / отв. ред. С. Г. Воровщиков, О. А. Шклярова. – М.: 5 за знания, 2016. – 672 с. – EDN: XGHAVH.
15. Савина Н. В. (2020) Методологические основы персонализации образования // *Наука о человеке: гуманитарные исследования*. – 2020. – Т. 14. № 4. – С. 82–90. DOI: 10.17238/issn1998–5320.2020.14.4.10. EDN: KRCKPJ
16. Харламов А. А., Смирнов С. А., Сергиевский Н. А., Жонин А. А. Интеллектуализация сервисов цифровых библиотек на основе самообучаемой системы классификации контента // *Программная инженерия*. – 2012. – № 8. – С. 20–28. – EDN PIEVWJ.
17. Шапиро К. В. Структурные изменения методической системы в условиях цифровой трансформации образования // *Академический вестник. Вестник Санкт-Петербургской академии постдипломного педагогического образования*. – 2021. – № 1(51). – С. 72–77. EDN: HKYVQF
18. Шапиро К. В. Реализация предметных кейсов в цифровой образовательной среде / К. В. Шапиро, Н. В. Макарова // *Дистанционное обучение: реалии и перспективы:*

Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–17 февраля 2023 года. – СПб.: Санкт-Петербургский центр оценки качества образования и информационных технологий, 2023. – С. 147–155. – EDN: NTJBMH.

19. Шершнева В. А., Вайнштейн Ю. В., Кочеткова Т. О. Адаптивная система обучения в электронной среде // Программные системы: теория и приложения. – 2018. – Т. 9. – № 4(39). – С. 159–177. – DOI: 10.25209/2079–3316–2018–9–4–3–159–177. – EDN: DNBANN.

20. Bray B., McClaskey K. Make learning personal: The what, who, wow, where, and why. – Corwin Press, 2014.

21. Landa, L. N. Some problems in algorithmization and heuristics in instruction // Instructional Science. – 1975. – Vol. 4. No. 2. – P. 99–112. – DOI: 10.1007/BF00051727. – EDN: XMRFRG.

References

1. Andrienko, O. A. (2019) Sovremennye obrazovatel'nye tekhnologii i ih primeneniye: kejs-tekhnologiya [Modern Educational Technologies and Their Application: Case Studie] *Colloquium-Journal*. No. 2–3(26). Pp. 9–11. (In Russian)

2. Bajmuhanova, Z. K., Kospanova, G. E., Kosatova, L. A., Artamonova, O. N. (2021) Personalizirovannoe obucheniye kak rezul'tat differenciacii [Personalized learning as a result of differentiation]. *Pedagogicheskoe prizvanie: Sbornik statej III Mezhduнародного professional'no-metodicheskogo konkursa. V 6-ti chastyah, Petrozavodsk, Tom CHast' 3. Petrozavodsk: Mezhdunarodnyy centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» (IP Ivanovskaya Irina Igorevna)* [Pedagogical vocation: Collection of articles of the III International professional and methodological competition. In 6 parts, Petrozavodsk, Volume Part 3. Petrozavodsk: "New Science" (IP Ivanovskaya Irina Igorevna)]. Pp. 269–285. EDN: AIRJDS (In Russian)

3. Gal'perin, P. YA. (2017) Opyt izucheniya formirovaniya umstvennykh deystvij [Experience in studying the formation of mental actions] *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psihologiya – Bulletin of Moscow University. Episode 14: Psychology* No. 4. Pp. 3–20. DOI: 10.11621/vsp.2017.04.03. (In Russian). EDN: YQNDLT

4. Gal'perin, P. YA. (1959) Razvitiye issledovaniy po formirovaniyu umstvennykh deystvij [Development of research on the formation of mental actions] *Psihologicheskaya nauka v SSSR: V 2 t.: Psychological science in the USSR: In 2 vols. Vol. 1*. Pp. 441–469 (In Russian)

5. Efremova, N. F. (2024) Personalizaciya obrazovatel'noj deyatel'nosti i ocenki dostizhenij obuchayushchihnya [Personalization of educational activities and assessment of student achievements] *Nauchno-metodicheskij elektronnyy zhurnal «Koncept» – Scientific and methodological electronic journal "Concept"* No. 03. Pp. 29–42. URL: <https://e-koncept.ru/2024/241030.htm>. DOI: 10.24412/2304-120X2024-11030. (In Russian). EDN: VUXSXF

6. Konobeev, A. V., YUhimuk, YA. A., Vojcekhovskaya, SHchekich M. (2020) Personalizaciya kak podhod k obucheniyu [Personalization as an approach to learning] *Diskurs professional'noj kommunikacii. – T. V. D. 2: Discourse of professional communication. – T.V.D. 2. No. 3*. Pp. 118–138. DOI: 10.24833/2687–0126–2020–2–3–118–138. (In Russian). EDN: YPZUBK

7. Kravchenko, D. A., Bleskina, I. A., Kalyaeva, E. N., Zemlyakova, E. A., Abbakumov, D. F. (2020) Personalizaciya v obrazovanii: ot programmiruемого k adaptivnomu obucheniyu [Personalization in education: from programmable to adaptive learning]. *Sovremennaya zarubezhnaya psihologiya – Modern foreign psychology* Vol. 9. No. 3. Pp. 34–46. DOI: 10.17759/jmpf.2020090303. (In Russian). EDN: ICQCAO

8. Krutova, I. A., Kirillova, T. V., Stefanova, G. P., Proyanenkova, L. A. (2022) Koncepciya, P.YA. Gal'perina v epohu cifrovoj transformacii obrazovaniya [Concept by P. Ya. Galperin in the era of digital transformation of education]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education* No. 6–1. Pp. 24. DOI: 10.17513/spno.32191. (In Russian). EDN: JNHDNA

9. Landa, L. N. (1966) Algoritmizaciya v obuchenii. / Pod obshch. red. i so vstup. stat'ej B. V. Gnedenko i B. V. Biryukova. [Algorithmization in training. / Under general ed. and from the entrance. article by B. V. Gnedenko and B. V. Biryukov]. Moscow: Prosveshchenie (In Russian).

10. Lebedeva, M. B. (2020) Cifrovaya gramotnost' i kompetentnost' sovremennogo uchitelya v kontekste ispol'zovaniya distancionnykh obrazovatel'nykh tekhnologij [Digital literacy and competence of a modern teacher in the context of the use of distance educational technologies] *Distancionnoe obucheniye: realii i perspektivy* [Distance learning: realities and prospects. Materials of the V All-Russian Scientific and Practical Conference / comp. N. D. Matrosova, O. A. Lazykina.

St. Petersburg: State Budgetary Institution of Further Professional Education "SPbTsOKOiiT". Pp. 51–57. (In Russian). EDN: RJAMFE

11. Makarova, N. V., Shapiro, K. V. (2020) Metodika proektirovaniya kognitivnykh kart urokov [Methodology for designing cognitive lesson maps]. *Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni A. I. Gercena – News of the Russian State Pedagogical University named after A. I. Herzen*. No. 198. Pp. 66–74. DOI: 10.33910/1992-6464-2020-198-66-74 (In Russian). EDN: LYKALW

12. Nenahova, E. N., Shapiro, K. V., Konovalov, D. V. (2021) Organizatsiya obrazovatel'nogo processa v usloviyakh distantsionnogo obucheniya [Organization of the educational process in distance learning conditions]. *Distantsionnoe obuchenie: realii i perspektivy. Materialy VI vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Sost. Matrosova N. D.* [Distance learning: realities and prospects. Materials of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference / Comp. Matrosova N. D.]. Saint Petersburg: GBU DPO "SPbTSOKOiiT" Pp. 125–132 (In Russian)

13. Oleshkevich, V. I. (2023) *Psihologiya, P. Ya. Gal'perina i ee kul'turno-istoricheskij analiz / V. I. Oleshkevich; predisl. V. K. Zareckij* [Psychology of P. Ya. Galperin and its cultural and historical analysis / V. I. Oleshkevich; preface V. K. Zaretsky]. Moscow: Neolit. (In Russian)

14. Perspektivy razvitiya otechestvennogo obrazovaniya: priority i resheniya: sbornik statej vos'mykh Vserossijskikh SHamovskih pedagogicheskikh chtenij nauchnoj shkoly Upravleniya obrazovatel'nymi sistemami Moskva, 22 yanvarya 2016 goda / Otv. red. S. G. Vorovshchikov, O. A. SHklyarova [Prospects for the development of domestic education: priorities and solutions: a collection of articles of the eighth All-Russian Shamov pedagogical readings of the scientific school of Educational Systems Management Moscow, January 22, 2016 / Rep. ed. S. G. Vorovshchikov, O. A. Shklyarova]. Moscow: 5 for knowledge. (In Russian)

15. Savina, N. V. (2020) Metodologicheskie osnovy personalizatsii obrazovaniya [Methodological foundations of education personalization]. *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya – Human Science: Humanistic Studies*. Vol. 14. No. 4. Pp. 82–90. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2020.14.4.10. (In Russian). EDN: KRCKPJ

16. Harlamov, A. A., Smirnov, S. A., Sergievskij, N. A., Zhonin, A. A. (2012) *Intellektualizatsiya servisov cifrovyyh bibliotek na osnove samoobuchaemoj sistemy klassifikatsii kontenta* [Intellectualization of digital library services based on a self-learning content classification system]. *Programmnyaya inzheneriya – Software Engineering*. No. 8. Pp. 20–28. (In Russian). EDN PIEVWJ.

17. Shapiro, K. V. (2021) Strukturnye izmeneniya metodicheskoy sistemy v usloviyakh cifrovoy transformatsii obrazovaniya [Structural changes in the methodological system in the context of digital transformation of education]. *Akademicheskij vestnik. Vestnik Sankt-Peterburgskoj akademii postdiplomnogo pedagogicheskogo obrazovaniya – Academic Bulletin. Bulletin of the St. Petersburg Academy of Postgraduate Pedagogical Education*. No. 1(51). Pp. 72–77. (In Russian). EDN: HKYVQF

18. Shapiro, K. V. (2023) Realizatsiya predmetnykh kejsov v cifrovoy obrazovatel'noj srede / K. V. SHapiro, N. V. Makarova [Implementation of subject cases in a digital educational environment / K. V. Shapiro, N. V. Makarova]. *Distantsionnoe obuchenie: realii i perspektivy* [Distance learning: realities and prospects]. Materials of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, February 13–17, 2023. – St. Petersburg: State Budgetary Institution of Further Professional Education "St. Petersburg Center for Assessment of the Quality of Education and Information Technologies". Pp. 147–155. (In Russian). EDN NTJBMH.

19. SHershneva, V. A., Vajnshtejn, YU. V., Kochetkova, T. O. (2018) Adaptivnaya sistema obucheniya v elektronnoj srede [Adaptive learning system in an electronic environment]. *Programmnyye sistemy: teoriya i prilozheniya – Software systems: theory and applications* Vol. 9. No. 4(39). Pp. 159–177. (In Russian). EDN DNBANN.

20. Bray, B., McClaskey K. (2014) *Make learning personal: The what, who, wow, where, and why.* – Corwin Press

21. Landa, L. N. (1975) Some problems in algorithmization and heuristics in instruction. *In-structional Science*. Vol. 4. No. 2. P. 99–112. EDN XMFRIG.

Личный вклад соавторов
Personal co-authors contribution
50/50 %

Информация об авторах

Шапиро Константин Вячеславович – кандидат педагогических наук, Средняя общеобразовательная школа № 17 Василеостровского района Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID ID: 0009-0008-8450-9694, e-mail: shapiru@mail.ru

Макарова Наталья Владимировна – доктор педагогических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID ID: 0009-0003-1289-3301, e-mail: mak234@mail.ru

Information about the authors

Konstantin V. Shapiro – Cand. Sci. (Ped.), Secondary School № 17 of the Vasileostrovsky District of Saint-Petersburg, Saint Petersburg, Russian Federation, ORCID ID: 0009-0008-8450-9694, e-mail: shapiru@mail.ru

Natalia V. Makarova – Dr. Sci. (Ped.), Full Professor, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg, Russian Federation, ORCID ID: 0009-0003-1289-3301, e-mail: mak234@mail.ru

Поступила в редакцию: 20.05.2024
Принята к публикации: 03.06.2024
Опубликована: 28.06.2024

Received: 20 May 2024
Accepted: 03 June 2024
Published: 28 June 2024