



Научная статья

УДК 378.147

DOI: 10.25688/2072-9014.2023.64.2.09

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ С УЧЕТОМ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ШКОЛЬНИКОВ

Вадим Валерьевич Гриншкун¹ ✉,
Любовь Андреевна Шунина²

^{1,2} Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

¹ vadim@grinshkun.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-8204-9179>

² Shuninala@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6952-000X>

Аннотация. В статье описывается один из этапов экспериментальной оценки эффективности применения иерархических структур для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников. Приводится описание примера построения электронного курса по теме «Системы счисления» в рамках школьного курса информатики и особенностей его реализации с использованием системы дистанционного обучения Moodle.

Ключевые слова: информационные технологии; информатизация образования; индивидуальная образовательная траектория; образовательный процесс; иерархическая структура.

Благодарности: исследование проводится при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14146 «Фундаментальные основы применения иерархических структур в работе с большими данными для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников».

© Гриншкун В. В., Шунина Л. А., 2023

Original article

UDC 378.147

DOI: 10.25688/2072-9014.2023.64.2.09

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF APPLICATION OF HIERARCHICAL STRUCTURES FOR CONSTRUCTION OF INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORIES TAKING INTO ACCOUNT THE PERSONAL CHARACTERISTICS OF SCHOOLCHILDRENVadim V. Grinshkun¹ ✉,Lyubov A. Shunina²^{1,2} Moscow City University, Moscow, Russia¹ vadim@grinshkun.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-8204-9179>² Shuninala@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6952-000X>

Abstract. The article describes one of the stages of experimental testing to assess the effectiveness of the usage of hierarchical structures to build individual educational trajectories, taking into account the personal characteristics of schoolchildren. A description of an example of building an electronic course on the topic «Numerical Systems» within the framework of a school course in computer science, and the features of its implementation using the Moodle distance learning system are given.

Keywords: information technology; informatization of education; individual educational trajectory; educational process; hierarchical structure.

Acknowledgments: the article was prepared as part of a study carried out with the support of the Russian Foundation for Basic Research under the scientific project No. 19-29-14146 «Fundamentals of the use of hierarchical structures in working with big data to build individual educational trajectories, taking into account the personal characteristics of schoolchildren».

Для цитирования: Гриншкун, В. В., Шунина, Л. А. (2023). Оценка эффективности применения иерархических структур для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 2(64), 95–105. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2023.64.2.09>

For citation: Grinshkun, V. V., & Shunina, L. A. (2023). Evaluation of the efficiency of application of hierarchical structures for construction of individual educational trajectories taking into account the personal characteristics of schoolchildren. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 2(64), 95–105. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2023.64.2.09>

Введение

На протяжении нескольких лет в рамках проекта РФФИ № 19-29-14146 «Фундаментальные основы применения иерархических структур в работе с большими данными для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников»

в МГПУ осуществляется разработка нового инновационного подхода к подготовке учащихся школы с учетом их профессиональных особенностей и потребностей. В рамках такого подхода предпринята попытка применить наиболее передовые информационные технологии, интегрировав их, для полноценной индивидуализации школьного образования [1].

Ключевой проблемой, решаемой в ходе такого исследования, является выявление возможности предъявления обучающимся учебного материала в зависимости от их личностных характеристик. Для полноценного отбора элементов цифрового курса, задач и заданий для каждого школьника необходима качественная обработка содержания образования. Для этих целей предлагается особое структурирование содержательных элементов учебного курса, в основе которого лежит применение иерархических (древовидных) структур. Такие структуры представляют собой содержательные графы (графы понятий), лишённые смысловых заикливаний. Однозначный обход деревьев-иерархий порождает логичные и содержательно обоснованные методы изложения учебного материала, а значит, и методы обучения.

Примечательно, что при таком подходе возникает возможность объяснения всем школьникам в классе единого содержательного материала с последующим индивидуальным предъявлением задач и заданий, структура формирования которых полностью совпадает с ранее построенной структурой содержательного материала. При таком подходе школьники изучают материал и выполняют индивидуализированные задания, работая с одной и той же иерархией понятий учебного курса. В рамках исследования для автоматизации построения указанных иерархий создана специализированная цифровая система, конструирующая цифровые деревья в автоматизированном режиме.

Одной из проблем и задач исследования являлась экспериментальная проверка эффективности подходов к индивидуализации обучения школьников в условиях, когда содержательный материал структурирован на основе применения цифровых иерархий. В настоящей статье описывается соответствующая экспериментальная часть проведенного исследования.

Методы исследования

Экспериментальная проверка проводилась в рамках изучения предмета «Информатика» с учащимися 8-го класса московской школы. Для изучения темы «Системы счисления» разработан специальный электронный курс [1; 2], прохождение которого учащимися может быть выстроено с учетом предлагаемых факторов индивидуализации. В качестве информационной среды для размещения и организации работы школьников выбрана система дистанционного обучения Moodle (<http://zslmoodle.online>).

Содержание курса было структурировано при помощи специально построенных электронных иерархий и представляет собой структурированный материал

по теме, объединяющий заранее определенные задачи обучения в четырех разделах:

1. «Общие сведения о системах счисления».
2. «Двоичная система счисления. Двоичная арифметика».
3. «Восьмеричная и шестнадцатеричные системы счисления. Компьютерные системы счисления».
4. «Правило перевода целых десятичных чисел в систему счисления с основанием q ».

Данная тема выбрана с учетом того, что изучение курса информатики построено по спиралевидному принципу, а значит, с некоторыми понятиями, связанными с системами счисления, учащиеся уже были ознакомлены ранее, в более младших классах.

Взаимодействие с данным электронным ресурсом предусматривает изучение материала во время занятий на уроке и выполнение домашнего задания с учетом выстраивания индивидуальной траектории на основании ответов на тесты и задания. В наполнении электронного курса представлены:

- лекционный материал, предполагаемый для самостоятельного изучения или повторения изученного на уроке в индивидуальном темпе;
- тестовые задания, на основании ответов на которые происходит корректировка индивидуальной траектории;
- задание на написание эссе;
- вопросы к размышлению, позволяющие повторить материал или изучить его на другом уровне (более простом или углубленном);
- итоговый тест;
- задания из раздела «Системы счисления» материалов для подготовки к ОГЭ.

При разработке ресурса были использованы такие элементы системы дистанционного обучения Moodle, как форум, чат, глоссарий, гиперссылка, презентация, wiki, опрос, тестирование и т. д.

Важно отметить, что получение положительного эффекта от работы с системой дистанционного обучения, а значит, и создание условий для персонализации и учета индивидуальных особенностей школьников, возможно только при условии наличия у учащихся определенных навыков [3; 4]. Для определения уровня знаний, умений и навыков учащихся экспериментальной группы в этой области работы с персональным компьютером и работы в сети Интернет была проведена первичная диагностика с использованием методов анкетирования и опроса.

Результаты анкетирования показали, что учащиеся обладают базовым навыком работы с системами дистанционного обучения. С учетом этого факта достаточно было провести вводное занятие, предваряющее изучение темы «Системы счисления». Цель такого занятия — познакомить школьников, участвующих в эксперименте, с основными принципами работы в системе дистанционного обучения Moodle, а также со структурой электронного курса и принципом изучения его разделов.

Результаты исследования

Экспериментальная проверка проводилась в несколько этапов.

Цель констатирующего этапа — определение базовых навыков учащихся по теме «Системы счисления». Формирующий эксперимент — организация и проведение занятий с использованием методов и средств, различающихся для контрольной и экспериментальной групп. Контролирующий этап — определение степени сформированности знаний, умений и навыков учащихся по теме «Системы счисления».

Для проведения экспериментальной проверки были организованы две группы — контрольная и экспериментальная, с общим количеством учащихся 51 человек (26 и 25 человек соответственно). В начале констатирующего эксперимента учащимся обеих групп было предложено выполнить самостоятельную работу в виде тестирования, целью которой было выявление остаточных знаний (в данном контексте являющихся начальными) по теме «Системы счисления». Критерии оценки проверочного теста были разработаны на основе требований к знаниям и умениям по данной содержательной линии в соответствии с учебно-методическим комплексом Л. Л. Босовой.

В ходе проведения тестирования были получены результаты, отраженные в таблице 1.

Таблица 1

Результаты тестирования, полученные для контрольной и экспериментальной групп школьников

Контрольная группа		Экспериментальная группа	
Учащийся	Полученная отметка	Учащийся	Полученная отметка
Ученик 1	Удовлетворительно	Ученик 1	Удовлетворительно
Ученик 2	Хорошо	Ученик 2	Хорошо
Ученик 3	Удовлетворительно	Ученик 3	Хорошо
Ученик 4	Хорошо	Ученик 4	Хорошо
Ученик 5	Хорошо	Ученик 5	Отлично
Ученик 6	Удовлетворительно	Ученик 6	Хорошо
Ученик 7	Удовлетворительно	Ученик 7	Удовлетворительно
Ученик 8	Отлично	Ученик 8	Удовлетворительно
Ученик 9	Удовлетворительно	Ученик 9	Удовлетворительно
Ученик 10	Отлично	Ученик 10	Хорошо
Ученик 11	Отлично	Ученик 11	Хорошо
Ученик 12	Хорошо	Ученик 12	Отлично
Ученик 13	Отлично	Ученик 13	Хорошо
Ученик 14	Удовлетворительно	Ученик 14	Удовлетворительно
Ученик 15	Хорошо	Ученик 15	Хорошо
Ученик 16	Хорошо	Ученик 16	Удовлетворительно
Ученик 17	Удовлетворительно	Ученик 17	Хорошо
Ученик 18	Удовлетворительно	Ученик 18	Отлично
Ученик 19	Отлично	Ученик 19	Хорошо

Контрольная группа		Экспериментальная группа	
Учащийся	Полученная отметка	Учащийся	Полученная отметка
Ученик 20	Хорошо	Ученик 20	Хорошо
Ученик 21	Хорошо	Ученик 21	Удовлетворительно
Ученик 22	Отлично	Ученик 22	Удовлетворительно
Ученик 23	Удовлетворительно	Ученик 23	Удовлетворительно
Ученик 24	Хорошо	Ученик 24	Удовлетворительно
Ученик 25	Хорошо	Ученик 25	Хорошо
Ученик 26	Отлично		
<i>Среднее значение — 3,9</i>		<i>Среднее значение — 3,7</i>	

Среднее значение для контрольной группы составило 3,9 балла, для экспериментальной — 3,7 балла. Процент успеваемости, рассчитываемый как количество положительных отметок, разделенное на количество учащихся, составил 100 %. Процент качества, рассчитываемый как количество отметок «отлично» и «хорошо», разделенное на количество учащихся, составил: для контрольной группы — 61,5 %, для экспериментальной группы — 60 %.

Сравнение полученных результатов свидетельствует о том, что обе группы, участвующие в эксперименте, показали приблизительно одинаковые результаты. Из этого следует вывод: базовые навыки учащихся обеих групп находятся на одном уровне, что и определяет равные условия для учащихся на момент начала эксперимента.

В рамках формирующего этапа использованы разные способы организации учебных занятий для разных групп. В контрольной группе уроки в рамках изучения темы «Системы счисления» были проведены в традиционной форме в соответствии с поурочным планированием. Темы проведенных уроков: «Системы счисления. Общие сведения о системах счисления», «Двоичная система счисления. Двоичная арифметика», «Восьмеричная и шестнадцатеричные системы счисления. Компьютерные системы счисления», «Правило перевода целых десятичных чисел в систему счисления с основанием q».

При планировании уроков во второй группе (экспериментальной) предусматривалось использование размещенного в системе дистанционного обучения Moodle электронного курса, содержание которого было сформировано на базе обработки электронных иерархий.

В процессе изучения раздела «Системы счисления» осуществлялся учет индивидуальных особенностей учащихся и корректировка их индивидуальной образовательной траектории на основе данных, получаемых из системы.

Индивидуализация обеспечивалась преимущественно за счет выстраивания различных комбинаций ограничений. Наиболее часто используемый вариант — ограничение по выполнению элемента в рамках применения компетентностного подхода [5]. Такой вид ограничений понятен и привычен для школьников: новый блок с материалом не будет доступен для изучения до тех пор, пока за предыдущий элемент курса не будет набран проходной балл. В рассматриваемом электронном курсе триггерами индивидуальности

построения образовательной траектории являлись: выполнение каждого промежуточного теста, балл за промежуточный тест, балл за выполнение заданий, балл за итоговый тест, количество попыток для прохождения итогового теста.

Учитель обладает возможностью отслеживать результативность взаимодействия учащихся в среде системы дистанционного обучения и на основании полученных сведений дополнительно корректировать индивидуальную траекторию для обучающихся. Так, некоторым учащимся были предложены типы заданий учебно-исследовательского характера (создание мультимедийной презентации на тему, подобранную учителем), а также творческие задания (написание эссе).

По завершении изучения содержания темы «Системы счисления» учащимся контрольной и экспериментальной групп было предложено выполнить итоговую работу, в которую были включены задания по каждому из рассматриваемых разделов. Проверка работ производилась по тем же критериям, что и на констатирующем этапе эксперимента. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты школьников, выполнивших итоговую работу
по завершении изучения темы «Системы счисления»**

Контрольная группа		Экспериментальная группа	
Учащийся	Полученная отметка	Учащийся	Полученная отметка
Ученик 1	Хорошо	Ученик 1	Отлично
Ученик 2	Хорошо	Ученик 2	Отлично
Ученик 3	Удовлетворительно	Ученик 3	Отлично
Ученик 4	Отлично	Ученик 4	Хорошо
Ученик 5	Хорошо	Ученик 5	Отлично
Ученик 6	Отлично	Ученик 6	Хорошо
Ученик 7	Хорошо	Ученик 7	Хорошо
Ученик 8	Хорошо	Ученик 8	Отлично
Ученик 9	Удовлетворительно	Ученик 9	Хорошо
Ученик 10	Удовлетворительно	Ученик 10	Отлично
Ученик 11	Отлично	Ученик 11	Отлично
Ученик 12	Хорошо	Ученик 12	Отлично
Ученик 13	Отлично	Ученик 13	Отлично
Ученик 14	Хорошо	Ученик 14	Хорошо
Ученик 15	Отлично	Ученик 15	Хорошо
Ученик 16	Отлично	Ученик 16	Хорошо
Ученик 17	Хорошо	Ученик 17	Хорошо
Ученик 18	Хорошо	Ученик 18	Отлично
Ученик 19	Хорошо	Ученик 19	Хорошо
Ученик 20	Хорошо	Ученик 20	Отлично
Ученик 21	Отлично	Ученик 21	Удовлетворительно
Ученик 22	Отлично	Ученик 22	Отлично
Ученик 23	Хорошо	Ученик 23	Отлично

Контрольная группа		Экспериментальная группа	
Учащийся	Полученная отметка	Учащийся	Полученная отметка
Ученик 24	Удовлетворительно	Ученик 24	Отлично
Ученик 25	Хорошо	Ученик 25	Отлично
Ученик 26	Отлично		
Среднее значение — 4,2		Среднее значение — 4,6	

Среднее значение для контрольной группы составило 4,19 балла, для экспериментальной — 4,56 балла. Процент успеваемости, рассчитываемый как количество положительных отметок, разделенное на количество учащихся, составил 100 %. Процент качества, рассчитываемый как количество отметок «отлично» и «хорошо», разделенное на количество учащихся, составил: для контрольной группы — 84,6 %, для экспериментальной группы — 96 %.

Наглядное сравнение результатов, полученных в ходе констатирующего и контрольного этапов эксперимента, отражено на диаграмме (рис. 1).

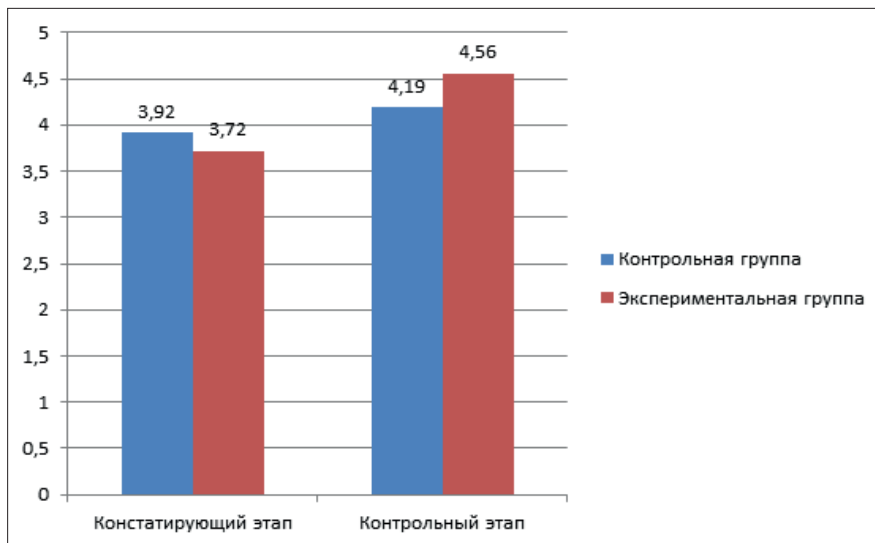


Рис. 1. Сравнение результатов успеваемости учащихся до начала и по итогам изучения темы «Системы счисления»

Оценка соответствия полученных количественных показателей нормальному распределению проводилась с помощью критерия Шапиро – Уилка. Данный критерий целесообразен при общем числе исследуемых менее 50. В проводимом эксперименте количество исследуемых в контрольной и экспериментальной группах было 26 и 25 человек соответственно.

Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Показателями для сравнения являлись результаты входного тестирования и итоговой самостоятельной работы контрольной и экспериментальной групп.

Совокупность результатов произведенной оценки позволяет сделать вывод о том, что зависимость признаков статистически значима.

Дискуссионные вопросы

Полученные положительные результаты экспериментальной проверки позволяют утверждать, что применение иерархических структур для построения индивидуальных образовательных траекторий, с учетом личностных особенностей школьников, является эффективным. При этом такая оценка должна проводиться при изучении тем других школьных дисциплин. Необходимо сопоставление соответствующих междисциплинарных подходов и экстраполяция получаемых выводов на всю систему подготовки школьников.

Заключение

Результаты, полученные в ходе серии экспериментальных проверок, позволяют сделать вывод: применение электронных курсов, реализованных на базе систем дистанционного обучения, с использованием различных комбинаций ограничений является эффективным способом построения индивидуальных образовательных траекторий. Применение такого метода является целесообразным для создания курсов с гибкой и жесткой логикой построения индивидуальных образовательных траекторий, которые учитывают индивидуальные возможности и личностные особенности школьников.

Список источников

1. Гриншкун, В. В., Шунина, Л. А. (2021). Подходы к индивидуализации обучения школьников на основе использования иерархий для автоматизации содержательного наполнения образовательных ресурсов. *Фундаментальные проблемы обучения математике, информатике и информатизации образования*. Сборник тезисов докладов Международной научной конференции. Елец, 10–16.
2. Шунина, Л. А. (2016). Об особенностях разработки педагогами электронных курсов для дистанционного обучения. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 1(35), 94–97.
3. Азевич, А. И., Гриншкун, В. В., Заславская, О. Ю., Заславский, А. А., Рудакова, Д. Т., Усова, Н. А., Пучкова, Е. С., Шунина, Л. А. (2021). *Обеспечение персональных траекторий развития обучающихся в условиях информатизации образования*. Учебно-методическое пособие. Москва: МГПУ. 112 с.
4. Усова, Н. А., Шунина, Л. А. (2021). О примерах применения иерархических структур для построения индивидуальных образовательных траекторий школьников. *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании*. Материалы V Международной научной конференции, Красноярск, 21–24 сентября 2021 года (с. 692–695). В 2 ч. Ч. 2. Красноярск: Сибирский федеральный университет.

5. Заславский, А. А. (2021). Применение механик ограничений для построения индивидуальной образовательной траектории. *Фундаментальные проблемы обучения математике, информатике и информатизации образования*. Сборник тезисов докладов Международной научной конференции, Елец, 01–03 октября 2021 года (с. 84–87). Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина.

References

1. Grinshkun, V. V., & Shunina, L. A. (2021). Approaches to individualization of school education based on the use of hierarchies to automate the content of educational resources. *Fundamental problems of teaching mathematics, computer science and informatization of education*. A collection of abstracts of reports of the International Scientific Conference. Yelets, 10–16. (In Russ.).
2. Shunina, L. A. (2016). About the features of the development of electronic courses for distance learning by teachers. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 1(35), 94–97. (In Russ.).
3. Azevich, A. I., Grinshkun, V. V., Zaslavskaya, O. Yu., Zaslavsky, A. A., Rudakova, D. T., Usova, N. A., Puchkova, E. S., & Shunina L. A. (2021). *Providing Personal Trajectories of Students' Development in the Conditions of Informatization of Education*. Educational and methodical manual. Moscow: MSPU. 112 p. (In Russ.).
4. Usova, N. A., & Shunina, L. A. (2021). Examples of the application of hierarchical structures for the construction of individual educational trajectories of schoolchildren. *Informatization of education and methods of e-learning: digital technologies in education*. Materials of the V International Scientific Conference, Krasnoyarsk, September 21–24, 2021 (pp. 692–695). In 2 parts. Part 2. Krasnoyarsk: Siberian Federal University. (In Russ.).
5. Zaslavsky, A. A. (2021). Application of constraint mechanics to build an individual educational trajectory. *Fundamental problems of teaching mathematics, computer science and informatization of education*. Collection of abstracts of reports of the International Scientific Conference, October 1–3, 2021 (pp. 84–87). Yelets: Bunin Yelets State University. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию: 06.02.2023;
одобрена после рецензирования: 13.03.2023;
принята к публикации: 27.03.2023.

The article was submitted: 06.02.2023;
approved after reviewing: 13.03.2023;
accepted for publication: 27.03.2023.

Информация об авторах / Information about authors:

Вадим Валерьевич Гриншкун — доктор педагогических наук, профессор, академик РАО, научный руководитель лаборатории развития цифровой образовательной среды центра развития образования РАО, профессор департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Vadim V. Grinshkun — Doctor of Pedagogy, Professor, Academician of the RAE, scientific supervisor of the Laboratory for the Development of the Digital Educational Environment of the Russian Academy of Education, Professor of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russian.

vadim@grinshkun.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-8204-9179>

Любовь Андреевна Шунина — кандидат педагогических наук, начальник департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Lyubov A. Shunina — Candidate of Pedagogical Science, Head of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russian.

shuninala@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6952-000X>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.