

УДК 378.14

АДАПТИВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ СРЕДЕ

Т.О. Кочеткова (Красноярск, Россия)

О.А. Карнаухова (Красноярск, Россия)

Аннотация

Проблема и цель. В современном образовании актуальной является проблема разработки адаптивных электронных обучающих ресурсов. *Цель* работы – построение стратегии электронного обучения математике, которая обеспечивает адаптацию образовательного процесса для студента за счет адаптивного представления учебного материала, адаптивной навигации, интерактивной поддержки решения задач, а также корректировки образовательной траектории обучающегося на основе различных параметров, включая текущие результаты обучения.

Методология. В качестве педагогической основы электронного обучения применяется полипарадигмальный подход к обучению математике, а также принципы современной дидактики высшего образования. Адаптивная образовательная стратегия реа-

лизуется в рамках адаптивной модели электронного обучения и с учетом стилей обучения студентов. При проектировании содержания обучения используется стратегия микрообучения.

Результаты и выводы. В работе описаны принципы построения адаптивной образовательной стратегии обучения математике в электронной среде. Описанная стратегия применена при реализации адаптивного модуля математической дисциплины. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что она обеспечивает персонализацию обучения и формирование индивидуальной образовательной траектории студента, тем самым повышая эффективность обучения.

Ключевые слова: обучение математике, электронное обучение, электронный обучающий ресурс, адаптивное обучение, персонализация.

В настоящее время одним из наиболее развивающихся направлений в области образования и образовательных технологий является электронное обучение. Так, государственной программой Российской Федерации «Развитие образования» предусмотрена реализация приоритетного проекта по созданию в нашей стране современной цифровой образовательной среды, в том числе на уровне высшего образования¹. Ведущие российские вузы все активнее участвуют в создании и продвижении электронных образовательных ресурсов, которые становятся неотъемлемой частью процесса обучения. В частности, в Сибирском федеральном университете на протяжении нескольких лет успешно реализуются раз-

личные проекты, связанные с развитием электронного обучения, дистанционных образовательных технологий и электронной фиксации достижений обучающихся.

Отметим, что первые веб-ориентированные образовательные системы появились в середине 1990-х годов [Brusilovsky, 1999; Brusilovsky, 2004; Mulwa, Lawless, Sharp et al., 2010]. Редким примером интеллектуальной системы, используемой для обучения математике в электронной среде, является ActiveMath [Melis, Andrès, Büdenbender et al., 2001]. При этом существующие системы, как правило, представляют собой коммерческие продукты и не применяются при обучении конкретным дисциплинам в школе или вузе.

Развитие электронного обучения в академической среде идет по пути создания электронных обучающих ресурсов (ЭОР) на основе так называемых систем управления обуче-

¹ Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» / Утверждена постановлением Правительства РФ от 26.10.2017 г. № 1642. URL: http://edu.sovetsk39.ru/dokumenty/RazvitieObr2018-2025_26122017_%201642.pdf

нием (англ. learning management systems, LMS), которые предоставляют широкие возможности как преподавателям, так и обучающимся [Brusilovsky, 2004], а именно: преподаватели используют LMS для разработки образовательного контента и контрольно-измерительных материалов, общения со студентами, а также задают настройки системы, регулирующие доступ к элементам ЭОР и представление результатов обучающихся. Студентам LMS позволяет взаимодействовать между собой и с преподавателем, участвовать в совместной работе, а также осуществлять мониторинг своего прогресса при изучении дисциплины.

Отметим, однако, что организация обучения в электронной среде представляет собой непростую педагогическую и инструментально-техническую задачу. Это обусловлено, в частности, тем фактом, что методика электронного обучения еще недостаточно разработана. Кроме того, для создания математического контента требуются специализированные инструментальные средства, а решение математических задач в большинстве своем является многошаговым, что создает определенные технические трудности для его представления и интеллектуального анализа. Наконец, создание ЭОР сопряжено со значительными трудозатратами, при этом каждый обучающий ресурс охватывает достаточно узкую предметную область.

Практически сразу после появления первых веб-ориентированных обучающих систем пришло понимание необходимости для таких систем быть адаптивными, что подразумевает использование при их проектировании и реализации следующих технологий: адаптивное представление содержания; адаптивная навигация; индивидуализация образовательной траектории; интерактивная поддержка решения задач; а также интеллектуальный анализ решений, представленных обучающимися [Brusilovsky, 1999]. Адаптивные образовательные системы, в свою очередь, способствуют персонализации обучения, которая делает его более эффективным [Aroyo, Dolog, Houben et al., 2006; O'Donnell, Lawless, Sharp, Wade, 2015].

Что касается электронных обучающих ресурсов, используемых в настоящее время в учебном процессе в школах или вузах, то подавляющее их большинство не являются адаптивными.

Цель работы – построение стратегии электронного обучения математике, которая обеспечивает адаптацию образовательного процесса для студента за счет адаптивного представления учебного материала, адаптивной навигации, интерактивной поддержки решения задач, а также корректировки образовательной траектории обучающегося на основе различных параметров, включая промежуточные результаты обучения. Применение предлагаемой стратегии позволит персонализировать обучение в электронной среде и повысить его эффективность.

При организации электронного обучения в качестве педагогической основы мы придерживаемся полипарадигмального подхода к обучению математике, обеспечивающего формирование математической компетентности у студентов [Шершнева, 2014], а также следуем принципам современной дидактики высшего образования [Shershneva, Shkerina, Sidorov, et al., 2016]. В частности, адаптивная образовательная стратегия рассматривается нами в качестве комплекса организационно-педагогических условий, способствующих приобретению обучающимся знаний и опыта, выработке умений, приводящих в конечном счете к формированию компетенций, необходимых для его успешной профессиональной деятельности [Шкерина, Сенькина, Саволайнен, 2013; Кочеткова, Шершнева, Зыкова и др., 2015].

Реализация образовательной стратегии осуществляется в рамках адаптивной модели электронного обучения, которая включает в себя следующие компоненты: модель предметной области (учебного контента), модель обучающегося и модель управления процессом обучения [Вайнштейн, Есин, Цибульский, 2017].

При построении модели предметной области мы придерживаемся следующих принципов обучения:

– восполнение знаний и умений из предыдущих разделов математики;

– повышение у студентов мотивации к обучению, вовлеченности в учебный процесс и эффективности самостоятельной деятельности;

– поощрение обсуждения учебного материала среди обучающихся;

– соответствие формы представления учебных материалов различным стилям обучения;

– применение стратегии микрообучения (англ. *microlearning*) [Abdulwahed, Jaworski, Crawford, 2012; Lindner, 2006; Schmidt, 2007; Buchem, Hamelmann, 2010].

Существует несколько подходов к определению стилей обучения [Honey, Mumford, 1982; Kolb, 1984; Felder, Silverman, 1988; Fleming, Mills, 1992; Kuljis, Liu, 2005]. Например, Нил Флеминг и Колин Миллс предложили модель VARK для классификации стилей обучения, где **V** (от англ. *Visual*) означает визуальный тип восприятия информации, **A** (от англ. *Aural*) – слуховой тип, **R** (от англ. *Read / wRite*) – восприятие в виде слов и символов, **K** (от англ. *Kinesthetic*) – кинестетический, тактильно-мышечный тип [Fleming, Mills, 1992]. Вместе с тем исследования показывают, что принадлежность к одному ярко выраженному типу восприятия информации встречается довольно редко, тогда как большинство людей относятся к смешанному типу.

Разработка адаптивных образовательных систем, учитывающих стили обучения студентов, представляет собой важное направление развития электронного обучения [Carver, Howard, Lane, 1999; Yang, Hwang, Yang, 2013].

Стратегия микрообучения состоит в том, что весь учебный материал разбивается на маленькие порции, которые мы будем называть *юнитами* и определим как последовательности семантических фактов и процедурных правил, имеющие смысловую законченность [Атанов, 2001; Вайнштейн, Шершнева, Есин, Зыкова, 2017].

Модель обучающегося представляет собой совокупность статических и динамических параметров студента и содержит, в частности, информацию о его результатах на текущем и предыдущих этапах обучения.

Модель управления процессом обучения состоит из системы автоматической навига-

ции по элементам электронного обучающего ресурса и системы управляющих воздействий со стороны преподавателя [Вайнштейн, Есин, Цибульский, 2017].

Описанная адаптивная образовательная стратегия была применена при проектировании и реализации адаптивного модуля «Интегралы функций нескольких переменных» в рамках электронного обучающего курса «Математический анализ. Часть 2» для студентов направления подготовки Информатика и вычислительная техника, обучающихся в институте космических и информационных технологий Сибирского федерального университета (СФУ). Модуль разработан в системе электронного обучения СФУ, функционирующей на базе платформы Moodle.

Учебный контент модуля выстроен в виде последовательности юнитов. Материал каждого юнита представлен в трех редакциях: текстовой (в виде текста, сопровождаемого рисунками и таблицами), виде редакции (один или несколько видеофайлов) и презентации (в виде слайдов).

Контрольно-измерительные материалы включают в себя: входной тест, тесты к юнитам, предназначенные для формирующего тестирования, задачи для самостоятельного решения с ответами, а также итоговые тесты.

Изучение модуля начинается с входного тестирования, направленного на выявление у студента пробелов в знаниях и умениях из предыдущих разделов математики и предоставление ему необходимых справочных материалов для повторения и устранения выявленных пробелов.

По результатам входного тестирования студент получает доступ к материалу первого юнита, после изучения которого он выполняет тест по этому юниту. В случае положительного результата обучающийся имеет возможность перейти к изучению следующего юнита, а в противном случае ему становится доступен теоретический материал текущего юнита в другой редакции изложения, изучив который, он повторно проходит тестирование по юниту. В случае второй неудачной попытки студент обращается за консультацией к преподавателю, после

чего переходит к изучению следующего юнита. И так дальше.

Особенность реализации модуля состоит в том, что теоретическое изучение материала целиком переносится в электронную среду. При этом аудиторские практические занятия дополняют самостоятельную работу в электронной среде следующим образом (в приведенной последовательности):

1) изучение теоретического материала (юниты и тесты к ним), ЭОР;

2) формирование вычислительных умений на практическом занятии;

3) самостоятельное решение задач (с ответами), ЭОР;

4) итоговое тестирование по теме, ЭОР.

Таким образом, использование адаптивной образовательной стратегии позволяет организовать процесс освоения дисциплины в рамках смешанной модели обучения.

В процессе изучения адаптивного модуля студенты отметили следующие положительные факторы реализации адаптивной стратегии:

– возможность изучения материала, изложенного в форме, удобной для восприятия;

– повышение эффективности аудиторной работы, поскольку студент приходит на практические занятия, зная теоретический материал;

– возможность заниматься в удобное для студента время и в своем индивидуальном темпе.

Вместе с тем некоторые студенты признались, что они испытывали трудности с самоорганизацией.

Итак, применение адаптивной образовательной стратегии при реализации адаптивного модуля обеспечивает персонализацию обучения и формирование индивидуальной образовательной траектории студента, тем самым повышая эффективность обучения.

Библиографический список

1. Атанов Г.А. Моделирование учебной предметной области, или Предметная модель обучаемого // Образовательные технологии и общество. 2001. Т. 4, № 1. С. 111–124.

2. Вайнштейн Ю.В., Есин Р.В., Цибульский Г.М. Адаптивная модель построения индивидуальных образовательных траекторий при реализации смешанного обучения // Информатика и образование. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1573470>. 2017. № 2. С. 83–86.

3. Вайнштейн Ю.В., Шершнева В.А., Есин Р.В., Зыкова Т.В. Адаптация математического образовательного контента в электронных обучающих ресурсах // Открытое образование. 2017. Т. 21, № 4. С. 4–12.

4. Кочеткова Т.О., Шершнева В.А., Зыкова Т.В., Космидис И.Ф., Сидорова Т.В., Сафонов К.В. Методические особенности проектирования и реализации электронного обучающего курса по математическому анализу // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2015. № 1 (31). С. 49–53.

5. Шершнева В.А. Формирование математической компетентности студентов инженерного вуза // Педагогика. 2014. № 5. С. 62–70.

6. Шкерина Л.В., Сенькина Е.В., Саволайнен Г.С. Междисциплинарный образовательный модуль как организационно-педагогическое условие формирования исследовательских компетенций будущего учителя математики в вузе // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2013. № 4 (26). С. 76–80.

7. Abdulwahed M., Jaworski B., Crawford A.R. Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique // Nordic Studies in Mathematics Education. 2012. Vol. 17, is. 2. P. 49–68.

8. Aroyo L., Dolog P., Houben G.-J., Kravcik M., Naeve A., Nilsson M., Wild F. Interoperability in personalized adaptive learning // Educational Technology & Society. 2006. Vol. 9, is. 2. P. 4–18.

9. Brusilovsky P. Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education // Künstliche Intelligenz. 1999. Vol. 13, is. 4. P. 19–25.

10. Brusilovsky P. Adaptive educational hypermedia: from generation to generation / In Proceedings of 4th Hellenic Conference on Information and Communication Technologies in Education, Athens, Greece, 2004. P. 19–33.

11. Buchem I., Hamelmann H. Microlearning: A Strategy for Ongoing Professional Development // eLearning Papers. 2010. Vol. 21, is. 7. P. 1–15.
12. Carver C.A., Howard R.A., Lane W.D. Addressing different learning styles through course hypermedia // IEEE Transactions on Education. 1999. Vol. 42, is. 1. P. 33–38.
13. Felder R.M., Silverman L.K. Learning and teaching styles in engineering education // Engineering Education. 1988. Vol. 78(7). P. 674–681.
14. Fleming N.D., Mills C. Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection // To Improve the Academy. 1992. Vol. 11. P. 137–155.
15. Honey P., Mumford A. The manual of learning styles. Maidenhead: Peter Honey, 1982.
16. Kolb D.A. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.
17. Kuljis J., Liu F. A comparison of learning style theories on the suitability for e-learning / M.H. Hamza (Ed.). Proceedings of the IASTED Conference on Web-Technologies, Applications and Services, 2005. P. 191–197.
18. Lindner M. Use These Tools, Your Mind Will Follow. Learning in Immersive Micromedia & Microknowledge Environments / Research Paper for ALT-C 2006. 2006.
19. Melis E., Andrès E., Büdenbender J., Frishauf A., Gogvadze G., Libbrecht P., Pollet M., Ullrich C. ActiveMath: A web-based learning environment // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2001. Vol. 12, is. 4. P. 385–407.
20. Mulwa C., Lawless S., Sharp M., Arnedillo-Sanchez I., Wade V. Adaptive educational hypermedia systems in technology enhanced learning: a literature review. Proceedings of the 2010 ACM Conference on Information Technology Education, 7–9 October, Midland, USA. 2010. P. 73–84.
21. O'Donnell E., Lawless S., Sharp M., Wade V. A Review of Personalised E-Learning: Towards Supporting Learner Diversity // International Journal of Distance Education Technologies. 2015. P. 22–47.
22. Shershneva V.A., Shkerina L.V., Sidorov V.N., Sidorova T.V., Safonov K.V. Contemporary Didactics in Higher Education in Russia // European Journal of Contemporary Education. 2016. Vol. 17, is. 3. P. 357–367.
23. Schmidt A. Micro-learning and the Knowledge Maturing Process: Towards Conceptual Foundations for Work-Integrated Micro-learning Support / M. Lindner and P.A. Bruck (eds.). Micro-media and Corporate Learning. Proceedings of the 3rd International Micro-learning 2007, June, Innsbruck, Austria. Innsbruck University Press, 2007. P. 99–105.
24. Yang T.-C., Hwang G.-J., Yang S.J.-H. Development of an adaptive learning system with multiple perspectives based on students' learning styles and cognitive styles // Educational Technology & Society/ 2013. Vol. 16, is. 4. P. 185–200.

ADAPTIVE EDUCATIONAL STRATEGY FOR WEB-BASED MATHEMATICS TEACHING

T.O. Kochetkova (Krasnoyarsk, Russia)

O.A. Karnaukhova (Krasnoyarsk, Russia)

Abstract

Problem and purpose. In modern education, the development of adaptive e-learning courses is a topical problem. The article aims to develop a strategy of web-based mathematics teaching, which provides adaptation of the educational process for a student through adaptive presentation of learning material, adaptive navigation, interactive support for solving problems, as well as adjusting the educational trajectory of the student based on various parameters, including current learning results.

Methodology. A poly-paradigmatic approach to mathematics teaching and principles of contemporary didactics of higher education are used as a pedagogical foundation of e-learning. The adaptive educational strategy is implemented within the framework of the adap-

tive model of e-learning and taking into account learning styles of students. The strategy of micro-learning is used in the development of the learning content.

Results and conclusions. The paper describes the principles of the development of the adaptive educational strategy for web-based teaching mathematics. The described strategy is applied to the implementation of the adaptive module of the mathematical discipline. The obtained results allow us to conclude that the strategy provides personalization of learning and the formation of individual educational trajectory of the student, thereby increasing efficiency of learning.

Key words: *teaching Mathematics, web-based teaching, e-learning course, adaptive learning, personalization.*

References

1. Atanov G.A. Modelling the taught subject area, or the subject model of a student. // Educational technology and Society, 2001, 4(1), p. 111–124.
2. Vainshtein Yu.V., Esin, R.V., Tsibul'skii, G.M.. Adaptive model of developing individual educational trajectories for blended learning // Computer science and education, <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1573470>, 2017, 2, p. 83–86.
3. Vainshtein Yu.V., Shershneva V.A., Esin R.V., Zykova T.V.. Adaptation of mathematical educational content in e-learning resources // Open Education, 2017, 21(4), p. 4–12.
4. Kochetkova T.O., Shershneva V.A., Zykova T.V., Kosmidis I.F., Sidorova T.V., Safonov K.V. Methodological features of the design and implementation of an electronic learning course in mathematical analysis // Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, 2015, 1, p. 49–53.
5. Shershneva V.A. Formation of students' mathematical competence in engineering university // Pedagogy, 2014, 5, p.62–70.
6. Shkerina, L.V., Senkina, E.V., Savolainen, G.S. Interdisciplinary Educational Module as Organizational and Pedagogical Condition for Developing Research Competences of Future Teacher of Mathematics at University // Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, 2013, V. 4, p.76–80.
7. Abdulwahed M., Jaworski B., Crawford A.R. Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique // Nordic Studies in Mathematics Education, (2012), V.17(2), p. 49–68.
8. Aroyo L., Dolog P., Houben G-J., Kravcik M., Naeve A., Nilsson M., Wild F. Interoperability in personalized adaptive learning. Educational Technology & Society, (2006), V. 9(2), p. 4–18.
9. Brusilovsky P. Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education // Künstliche Intelligenz, 1999, V. 13(4), p. 19–25.
10. Brusilovsky P. Adaptive educational hypermedia: from generation to generation / In Proceedings of 4th Hellenic Conference on Information and Communication Technologies in Education, 2004, Athens, Greece, p. 19–33.

11. Buchem I., Hamelmann H. Micro-learning: A Strategy for Ongoing Professional Development // *e-Learning Papers*, 2010, V. 21(7), p. 1–15.
12. Carver C.A., Howard R.A., Lane W.D. Addressing different learning styles through course hypermedia // *IEEE Transactions on Education*, V, 42(1), p. 33–38.
13. Felder R.M., Silverman L.K. Learning and teaching styles in engineering education // *Engineering Education*, 1988, V. 78(7), p. 674–681.
14. Fleming N.D., Mills C. Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection // *To Improve the Academy*, 1992, V. 11, p. 137–155.
15. Honey P., Mumford A. *The manual of learning styles*. Maidenhead: Peter Honey, 1982,
16. Kolb D.A. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.
17. Kuljis J., Liu F.A. comparison of learning style theories on suitability for e-learning / M.H. Hamza (Ed.). *Proceedings of the IASTED Conference on Web-Technologies, Applications and Services*, 2005, p. 191–197.
18. Lindner M. Use These Tools, Your Mind Will Follow. *Learning in Immersive Micromedia & Microknowledge Environments / Research Paper for ALT-C*, 2006.
19. Melis E., Andrès E., Büdenbender J., Frishauf A., Gogvadze G., Libbrecht P., Pollet M., Ullrich, C. *ActiveMath: A web-based learning environment* // *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2001. V.12(4), p. 385–407.
20. Mulwa C., Lawless S., Sharp M., Arnedillo-Sanchez I., Wade V. Adaptive educational hypermedia systems in technology enhanced learning: a literature review. *Proceedings of the 2010 ACM Conference on Information Technology Education*, 7–9 October, Midland, USA, 2010, p. 73–84.
21. O'Donnell E., Lawless S., Sharp M., Wade V. A Review of Personalised E-Learning: Towards Supporting Learner Diversity // *International Journal of Distance Education Technologies*, 2015, p. 22–47.
22. Shershneva V.A., Shkerina L.V., Sidorov V.N., Sidorova T.V., Safonov K.V. *Contemporary Didactics in Higher Education in Russia* // *European Journal of Contemporary Education*, 2016, V. 17(3), p. 357–367.
23. Schmidt A. *Microlearning and the Knowledge Maturing Process: Towards Conceptual Foundations for Work-Integrated Microlearning Support* / M. Lindner and P.A. Bruck (eds.). *Micromedia and Corporate Learning. Proceedings of the 3rd International Microlearning*, 2007, June, Innsbruck, Austria, 2007, p. 99–105.
24. Yang T.-C., Hwang G.-J., Yang S.J.-H. Development of an adaptive learning system with multiple perspectives based on students' learning styles and cognitive styles // *Educational Technology & Society*, 2013, V. 16(4), p. 185–200.