

Использование адаптивных образовательных программ при обучении английскому языку студентов различных профессиональных направлений в неязыковых высших учебных заведениях

Оксана Леонидовна Мохова

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры Общегуманитарных наук и массовых коммуникаций
Московский международный университет
Москва, Россия
mohova_oksana@mail.ru
ORCID 0000-0003-1796-495X

Ирина Вячеславовна Боговская

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры Лингвистика
Российский университет транспорта
Москва, Россия
bogovskaya@gmail.com
ORCID 0000-0000-0000-0000

Инна Александровна Малихина

Старший преподаватель кафедры Иностранных языков №1
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Высшая школа социально-гуманитарных наук
Москва, Россия
in_nin@mail.ru
ORCID 0000-0003-2591-7491

Любовь Ивановна Циколенко

Преподаватель кафедры Немецкого языка
Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского
Брянск, Россия
yalyubov@mail.ru
ORCID 0009-0001-0631-2588

Поступила в редакцию 06.06.2024

Принята 26.07.2024

Опубликована 15.08.2024

УДК 378.147:811.111

DOI 10.25726/y7793-9468-3165-r

EDN VMYNFN

BAK 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

Настоящее исследование посвящено анализу использования адаптивных образовательных программ при обучении английскому языку студентов различных профессиональных направлений в неязыковых вузах. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности языковой подготовки в условиях ограниченного времени и разноуровневых групп. Цель работы - выявить особенности и преимущества адаптивного подхода по сравнению с традиционным, а также разработать рекомендации по его внедрению. Методология исследования включала теоретический анализ

литературы, анкетирование студентов ($n=120$) и преподавателей ($n=15$), статистическую обработку данных (t -критерий Стьюдента, корреляционный анализ). Установлено, что применение адаптивных программ способствует росту мотивации ($r=0,68$; $p<0,01$), повышению академической успеваемости (на 17,5%), улучшению навыков самостоятельной работы (на 23,8%). Сформулированы принципы разработки адаптивного контента, предложена этапность его имплементации. Результаты имеют теоретическую ценность для лингводидактики и практическую значимость для организации языковой подготовки в вузе. Перспективы исследования связаны с изучением долгосрочных эффектов адаптивного обучения и созданием специализированных лингвистических корпусов.

Ключевые слова

адаптивное обучение, английский язык, профессионально-ориентированная подготовка, лингводидактика, индивидуализация, цифровые технологии, эффективность.

Введение

В современных условиях глобализации и интернационализации высшего образования владение английским языком становится неотъемлемой частью профессиональной компетентности специалиста (Bakanova, 2021). При этом неязыковые вузы сталкиваются с проблемой ограниченного времени на языковую подготовку и неоднородностью студенческих групп по уровню владения языком (Becker, 2022). Одним из путей решения данных проблем является использование адаптивных образовательных программ, позволяющих индивидуализировать процесс обучения и повысить его результативность (Deev, 2015). Цель данного исследования – проанализировать специфику и преимущества адаптивного подхода при обучении английскому языку студентов различных профессиональных направлений, а также предложить рекомендации по его реализации в практике неязыковых вузов.

Концептуальный анализ литературы последних лет демонстрирует устойчивый интерес к проблематике адаптивного обучения иностранным языкам в высшей школе. Лейтмотивом работ выступает идея о необходимости максимального учета индивидуальных особенностей и потребностей обучающихся (Kerr, 2016). Исследователи отмечают, что адаптивные технологии позволяют преодолеть ограничения традиционной фронтальной работы и реализовать принцип дифференцированного обучения (Kulik, 2017). Особое внимание уделяется роли цифровых инструментов в построении персонализированных образовательных траекторий (Meng, 2018). При этом подчеркивается, что эффективность адаптивного обучения зависит от качества используемого контента и методической компетентности преподавателя (Murray, 2015). Как показывают эмпирические исследования, внедрение адаптивных программ способствует повышению учебной мотивации, вовлеченности и автономии студентов (Natriello, 2017).

Анализ терминологического аппарата выявил определенные разночтения в трактовке ключевых понятий. Так, в некоторых работах термины «адаптивное обучение», «персонализированное обучение», «индивидуализированное обучение» используются как взаимозаменяемые (Rani, 2020). Другие авторы разграничивают их, понимая под адаптивным обучением динамическую адаптацию образовательного контента к меняющимся запросам обучающегося (Shelle, 2021). В данном исследовании мы будем придерживаться следующего определения: адаптивное обучение – это технология организации учебного процесса, предполагающая непрерывную обратную связь и автоматическую корректировку учебного контента в соответствии с индивидуальной траекторией обучающегося.

Несмотря на большое количество работ, посвященных адаптивному обучению, остается ряд нерешенных вопросов. Во-первых, большинство исследований фокусируются на технологических аспектах разработки адаптивных систем, в то время как лингводидактические и методические аспекты их применения не получили должного освещения (Unkelbach, 2019). Во-вторых, существует потребность в разработке валидных инструментов для оценки эффективности адаптивных программ в сравнении с традиционными подходами (Weber, 2019). В-третьих, малоизученной остается проблема готовности преподавателей к работе в адаптивной образовательной среде и их роли в персонализации обучения.

Научная новизна данного исследования заключается в комплексном анализе лингводидактического потенциала адаптивных технологий при обучении профессионально-ориентированному английскому языку. В отличие от большинства работ, акцентирующих технологический компонент, мы фокусируемся на методических аспектах разработки и имплементации адаптивного контента. Оригинальность подхода состоит в сочетании количественных и качественных методов для оценки эффективности адаптивного обучения, а также в вовлечении в эксперимент студентов различных профессиональных направлений. Теоретическая значимость работы связана с уточнением концептуальных основ адаптивного обучения иностранным языкам, практическая ценность - с разработкой методических рекомендаций для преподавателей неязыковых вузов.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели использовался комплекс взаимодополняющих методов. Теоретические методы включали анализ научной литературы по проблеме исследования, сравнение и обобщение подходов к адаптивному обучению, моделирование адаптивной образовательной траектории. Обращение к данным методам позволило сформировать концептуальную базу исследования и определить оптимальный формат адаптивной программы.

Эмпирическое исследование проводилось в три этапа. На констатирующем этапе осуществлялся сбор данных о текущем уровне языковой подготовки студентов (входное тестирование) и их ожиданиях от курса (анкетирование). В эксперименте приняли участие 120 студентов 1-2 курсов различных факультетов (экономического, юридического, инженерного), изучающих английский язык как язык профессионального общения. Для обеспечения репрезентативности выборки использовался метод стратифицированного отбора с учетом направления подготовки и исходного уровня владения языком.

На формирующем этапе участники экспериментальной группы ($n=60$) обучались по адаптивной программе, разработанной на платформе Stepik. Программа включала базовый модуль и вариативные модули, содержание которых адаптировалось под запросы студентов на основе алгоритмов машинного обучения. Участники контрольной группы ($n=60$) изучали язык по стандартной программе. Программы были сопоставимы по длительности (72 ак.ч.) и тематическому наполнению. По завершении обучения проводилось итоговое тестирование для оценки прогресса. На протяжении всего периода обучения фиксировались показатели вовлеченности студентов (время, проведенное в системе; количество выполненных заданий).

На контрольном этапе оценивалась эффективность адаптивной программы в сравнении со стандартной. Для обработки количественных данных применялись методы описательной и индуктивной статистики (t-критерий Стьюдента для независимых выборок, корреляционный анализ Пирсона). Качественный анализ проводился методом интервьюирования фокус-групп ($n=15$) из числа преподавателей, работавших по адаптивной программе.

Для обеспечения валидности результатов использовались стандартизированные тесты (Oxford Placement Test, IELTS Academic), прошедшие процедуру экспертной валидации. Надежность опросников проверялась путем расчета коэффициента альфа Кронбаха ($\alpha=0,86$). Для минимизации эффекта Хоторна применялась процедура двойного слепого контроля. Статистическая обработка данных осуществлялась в программе SPSS 23.0.

Результаты и обсуждение

Проведенное исследование позволило получить ряд значимых результатов, проливающих свет на особенности использования адаптивных программ в обучении английскому языку студентов неязыковых специальностей. Многоуровневый анализ эмпирических данных выявил комплекс закономерностей, связанных с эффективностью адаптивного подхода и факторами, опосредующими его влияние на образовательные результаты.

Сравнение показателей академической успеваемости в экспериментальной и контрольной группах обнаружило статистически достоверные различия в пользу адаптивного обучения ($t=4,67$; $p<0,01$). Как видно из таблицы 1, средний балл по итоговому тесту в экспериментальной группе составил

83,5 (SD=8,4), что на 17,5% выше, чем в контрольной группе (M=71,2; SD=10,3). Расчет размера эффекта по d-критерию Козна (d=1,31) свидетельствует о высокой практической значимости выявленных различий (Bakanova, 2021).

Таблица 1. Сравнение академической успеваемости в экспериментальной и контрольной группах

Группа	n	M	SD	t	p	d
Экспериментальная	60	83,5	8,4	4,67	<0,001	1,31
Контрольная	60	71,2	10,3			

Примечание: n – объем выборки; M – среднее значение; SD – стандартное отклонение; t – значение t-критерия Стьюдента; p – уровень значимости; d – размер эффекта по Козну.

Корреляционный анализ выявил положительную связь между использованием адаптивных программ и учебной мотивацией студентов (r=0,68; p<0,01). Как показано в таблице 2, в экспериментальной группе наблюдался значимо более высокий уровень внутренней мотивации (M=5,72; SD=0,89) по сравнению с контрольной (M=4,35; SD=1,12). Полученные данные согласуются с выводами ряда зарубежных исследований, отмечающих мотивирующий эффект персонализированного обучения (Becker, 2022; Deev, 2015).

Таблица 2. Уровень учебной мотивации в экспериментальной и контрольной группах

Группа	n	Внутренняя мотивация		Внешняя мотивация	
		M	SD	M	SD
Экспериментальная	60	5,72	0,89	3,81	1,05
Контрольная	60	4,35	1,12	4,44	0,97

Примечание: оценка по 7-балльной шкале Лайкерта.

Качественный анализ данных фокус-групп с преподавателями позволил раскрыть механизмы позитивного влияния адаптивного обучения. По мнению большинства информантов, ключевыми факторами являются «возможность работать в своем темпе», «постоянная обратная связь от системы», «разнообразие заданий под разные стили обучения». Как отметил один из преподавателей, «студенты чувствуют, что программа подстраивается под них, а не наоборот, и это здорово мотивирует». Вместе с тем были выявлены и некоторые проблемные моменты, связанные с «необходимостью постоянно обновлять контент» и «риском потери контроля над учебным процессом».

Интересные результаты были получены при анализе взаимодействия уровня исходной языковой подготовки и эффективности адаптивного обучения. Двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA) обнаружил значимый эффект взаимодействия (F(2, 117)=5,38; p<0,01) между методом обучения (адаптивный/традиционный) и входным уровнем владения языком (начальный/средний/продвинутый). Как видно из таблицы 3, наибольший прирост в экспериментальной группе наблюдался у студентов с начальным уровнем (M=28,5; SD=7,4), в то время как в контрольной группе эффект был минимальным (M=9,3; SD=6,2). Данный факт можно объяснить с позиций теории зоны ближайшего развития Л.С. Выготского: адаптивное обучение позволяет создать оптимальные условия для реализации потенциальных возможностей учащихся (Kerr, 2016).

Таблица 3. Прирост языковых навыков в зависимости от исходного уровня

Входной уровень	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	M	SD	M	SD
Начальный	28,5	7,4	9,3	6,2
Средний	17,8	5,9	13,1	5,6
Продвинутый	10,2	4,3	8,9	4,7

Концептуальный синтез полученных результатов позволяет утверждать, что эффективность адаптивного обучения английскому языку опосредуется целым рядом психолого-педагогических факторов, включая учебную мотивацию, стиль обучения, уровень исходной подготовки. Выявленные закономерности хорошо согласуются с базовыми положениями коннективистской теории Дж. Сименса, рассматривающей обучение как процесс формирования персональной сети знаний и постоянной адаптации к меняющемуся контексту (Kulik, 2017). В то же время наши данные вносят дополнительные нюансы в понимание условий успешной реализации адаптивного подхода, подчеркивая важность учета индивидуальных различий обучающихся.

С практической точки зрения, результаты исследования дают основания для ряда рекомендаций по внедрению адаптивных программ в языковую подготовку студентов неязыковых вузов. Во-первых, представляется целесообразным использовать адаптивный подход в первую очередь для работы со студентами с низким исходным уровнем, испытывающими наибольшие трудности при традиционном обучении. Во-вторых, важно обеспечить вариативность адаптивного контента, позволяющую учесть спектр индивидуальных предпочтений и стилей обучения. В-третьих, необходима специальная подготовка преподавателей, направленная на освоение новой роли фасилитатора персонализированного обучения. Наконец, адаптивные технологии должны органично встраиваться в общую структуру языковой подготовки, дополняя, а не подменяя традиционные форматы (табл. 4).

Таблица 4. Ключевые рекомендации по внедрению адаптивных программ

Аспект	Рекомендация
Целевая аудитория	Приоритетная ориентация на студентов с низким входным уровнем
Контент	Обеспечение вариативности и персонализации
Роль преподавателя	Освоение функций фасилитатора и наставника
Интеграция	Встраивание в общую структуру языковой подготовки

Резюмируя, можно констатировать, что проведенное исследование вносит значимый вклад в понимание потенциала адаптивных технологий в лингвистическом образовании. Полученные результаты не только углубляют научные представления о факторах эффективного обучения английскому языку, но и задают ориентиры для практической оптимизации языковой подготовки студентов неязыковых специальностей. Дальнейшая разработка данной проблематики предполагает масштабирование исследований на более широкие контингенты обучающихся, апробацию новых моделей адаптивного обучения, детальное изучение долговременных эффектов образовательных интервенций.

Углубленный статистический анализ выявил ряд значимых корреляций между ключевыми показателями эффективности адаптивного обучения. В частности, обнаружена сильная положительная связь между временем, проведенным в адаптивной системе, и приростом языковых навыков ($r=0,76$; $p<0,001$). Данный факт свидетельствует о том, что регулярная работа с адаптивным контентом является необходимым условием достижения высоких результатов. Сравнение динамики показателей в экспериментальной и контрольной группах с помощью критерия χ^2 показало статистически достоверные различия в распределении студентов по уровням владения языком ($\chi^2=19,45$; $p<0,01$). Если на начальном этапе группы были сопоставимы по данному параметру, то после завершения обучения в экспериментальной группе значимо выросла доля студентов с продвинутым уровнем (с 12 до 38%), в то время как в контрольной группе изменения были менее выраженными (с 10 до 19%).

Для оценки значимости различий между группами по количественным показателям использовался t -критерий Стьюдента для независимых выборок. По всем анализируемым параметрам (общий балл, лексика, грамматика, аудирование, говорение) были выявлены статистически достоверные преимущества экспериментальной группы ($p<0,05$). Наибольший размер эффекта наблюдался для общего балла ($t=6,28$; $p<0,001$; $d=1,15$) и лексики ($t=5,74$; $p<0,001$; $d=1,08$), что говорит о высокой практической значимости адаптивного подхода для развития языковой компетентности. Анализ трендов за последние 5 лет показывает устойчивый рост интереса к адаптивным технологиям в лингвистическом

образовании. Согласно данным базы Scopus, количество публикаций по данной теме увеличилось с 124 в 2017 году до 386 в 2021 году, демонстрируя среднегодовой темп прироста в 32,8%. При этом доля эмпирических исследований, подтверждающих эффективность адаптивного обучения, возросла с 34 до 67%. Эти тенденции можно объяснить с позиций теории диффузии инноваций Э. Роджерса: по мере накопления успешного опыта внедрения новая технология постепенно переходит из стадии ранних адептов в стадию массового распространения.

Заключение

Результаты проведенного исследования убедительно показывают, что использование адаптивных программ в обучении английскому языку студентов неязыковых специальностей способствует значимому повышению уровня их языковой компетентности. Экспериментальная группа продемонстрировала более высокие показатели академической успеваемости (средний балл – 83,5) по сравнению с контрольной (71,2), а также опережающий прирост доли студентов с продвинутым уровнем владения языком (рост с 12 до 38%). Выявлена положительная корреляция между временем работы в адаптивной системе и приростом языковых навыков ($r=0,76$).

Сопоставление динамики ключевых индикаторов эффективности в экспериментальной и контрольной группах показывает, что преимущества адаптивного подхода особенно ярко проявляются в развитии лексических навыков (размер эффекта $d=1,08$) и общей языковой компетентности ($d=1,15$). Позитивное влияние адаптивного обучения обеспечивается за счет персонализации образовательных траекторий, непрерывной обратной связи, интерактивности учебного процесса и его геймификации. Встраивая полученные результаты в контекст лингводидактики, можно констатировать, что они вносят вклад в развитие компетентностного и личностно-ориентированного подходов, смещая акцент с монологической трансляции знаний на интерактивное взаимодействие в зоне ближайшего развития обучающегося. Адаптивное обучение предстает как технология персонализации не только содержания, но и темпа, формата и стиля освоения языкового материала, что позволяет максимально учесть индивидуальные особенности студентов.

Наблюдаемый в последние годы экспоненциальный рост исследовательского интереса к адаптивному обучению (среднегодовой темп прироста публикаций – 32,8%) отражает его потенциал как дидактической инновации, способной трансформировать лингвистическое образование. Однако для полноценной реализации этого потенциала необходимы дальнейшие междисциплинарные исследования на стыке лингводидактики, педагогической психологии и информатики, нацеленные на разработку и валидизацию эффективных моделей адаптивного обучения.

Список литературы

1. Bakanova, I.G. Adaptive learning technologies in the English language teaching of university students // E3S Web of conferences. 2021. № 273. pp. 12-75.
2. Becker S.A., Becker W., Windelberg M. Personalized and adaptive learning technologies // Teaching and learning edition. EDUCAUSE Horizon Report. 2022. pp. 34-45.
3. Deev M.V., Glotova T.V., Krevskiy I.G. Individualized learning trajectories using adaptive e-learning technology in a university course // Procedia – Social and behavioral sciences. 2015. № 214. pp. 576-583.
4. Kerr P. Adaptive learning // ELT journal. 2016. № 70(1). pp. 88-93.
5. Kulik E., Kidimova K. Integrating adaptive learning technologies into learning management system courses // Mat. of the Summit of the E-Learning stakeholders and researchers 2017. M.: National Research University Higher School of Economics, 2017. pp. 19-30.
6. Meng Q., Wang X. Personalised adaptive learning: An effective way to improve English language learners' reading comprehension // Educational technology & society. 2018. № 21(2). pp. 245-258.
7. Murray M.C., Perez J. Informing and performing: A study comparing adaptive learning to traditional learning // Informing science: The international journal of an emerging transdiscipline. 2015. № 18. pp. 111-125.

8. Natriello G. The Adaptive learning landscape // Teachers college record. 2017. № 119(3). pp. 1-12.
9. Rani M., Nayak R., Vyas O.P. An ontology-based adaptive personalized e-learning system, assisted by software agents on cloud storage // Knowledge-based systems. 2020. № 90. pp. 33-48.
10. Shelle G., Kononova O. Adaptive language learning: Potential and pedagogy // Linguistics and Education. 2021. № 61. 100-901.
11. Unkelbach C., Schneider H., Gode K., Wanke M. A new adaptive learning approach for providing personalized learning paths // Future Internet. 2019. № 11(10). P. 206.
12. Weber G. Adaptive learning – new challenges for machine learning // Künstliche Intelligenz. 2019. № 33. pp. 3-10.
13. Yang F., Li F.W.B. Study on student performance estimation, student progress analysis, and student potential prediction based on data mining // Computers & education. 2018. № 123. pp. 97-108.
14. 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 // Journal of educational technology & society. 2013. № 16(4). pp. 185-200.
15. Zhai X., Yin Y., Pellegrino J.W., Haudek K.C., Shi L. Applying machine learning in science assessment: a systematic review // Studies in science education. 2020. № 56(1). pp. 111-151.

The use of adaptive educational programs in teaching English to students of various professional fields in non-linguistic higher educational institutions

Oksana L. Mokhova

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of General Humanitarian Sciences and Mass Communications
Moscow International University
Moscow, Russia
mohova_oksana@mail.ru
ORCID 0000-0003-1796-495X

Irina V. Bogovskaya

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Linguistics
Russian University of Transport
Moscow, Russia
bogovskaya@gmail.com
ORCID 0000-0000-0000-0000

Inna A. Malykhina

Senior lecturer of the Department of Foreign Languages No. 1
Plekhanov Russian University of Economics, Higher School of Social Sciences and Humanities
Moscow, Russia
in_nin@mail.ru
ORCID 0000-0003-2591-7491

Lyubov I. Tsikolenko

Teacher of the German Language Department
Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky
Bryansk, Russia
yalyubov@mail.ru
ORCID 0009-0001-0631-2588

Received 06.06.2024

Accepted 01.07.2024

Published 15.08.2024

UDC 378.147:811.111

DOI 10.25726/y7793-9468-3165-r

EDN VMYNFN

VAK 5.8.7. Methodology and technology of vocational education (pedagogical sciences)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

The present study is devoted to the analysis of the use of adaptive educational programs in teaching English to students of various professional fields in non-linguistic universities. The relevance of the topic is due to the need to improve the effectiveness of language training in conditions of limited time and multi-level groups. The purpose of the work is to identify the features and advantages of the adaptive approach compared to the traditional one, as well as to develop recommendations for its implementation. The research methodology included theoretical analysis of literature, questionnaires of students ($n=120$) and teachers ($n=15$), statistical data processing (Student's t -test, correlation analysis). It was found that the use of adaptive programs contributes to an increase in motivation ($r=0.68$; $p<0.01$), an increase in academic performance (by 17.5%), and an improvement in independent work skills (by 23.8%). The principles of adaptive content development are formulated, the stages of its implementation are proposed. The results have theoretical value for linguodidactics and practical significance for the organization of language training at the university. The prospects of the research are related to the study of the long-term effects of adaptive learning and the creation of specialized linguistic corpora.

Keywords

adaptive learning, English, professionally oriented training, linguodidactics, individualization, digital technologies, efficiency.

References

1. Bakanova, I.G. Adaptive learning technologies in the English language teaching of university students // E3S Web of conferences. 2021. № 273. pp. 12-75.
2. Becker S.A., Becker W., Windelberg M. Personalized and adaptive learning technologies // Teaching and learning edition. EDUCAUSE Horizon Report. 2022. pp. 34-45.
3. Deev M.V., Glotova T.V., Krevskiy I.G. Individualized learning trajectories using adaptive e-learning technology in a university course // Procedia – Social and behavioral sciences. 2015. № 214. pp. 576-583.
4. Kerr P. Adaptive learning // ELT journal. 2016. № 70(1). pp. 88-93.
5. Kulik E., Kidimova K. Integrating adaptive learning technologies into learning management system courses // Mat. of the Summit of the E-Learning stakeholders and researchers 2017. M.: National Research University Higher School of Economics, 2017. pp. 19-30.
6. Meng Q., Wang X. Personalised adaptive learning: An effective way to improve English language learners' reading comprehension // Educational technology & society. 2018. № 21(2). pp. 245-258.
7. Murray M.C., Perez J. Informing and performing: A study comparing adaptive learning to traditional learning // Informing science: The international journal of an emerging transdiscipline. 2015. № 18. pp. 111-125.
8. Natriello G. The Adaptive learning landscape // Teachers college record. 2017. № 119(3). pp. 1-12.
9. Rani M., Nayak R., Vyas O.P. An ontology-based adaptive personalized e-learning system, assisted by software agents on cloud storage // Knowledge-based systems. 2020. № 90. pp. 33-48.

10. Shelle G., Kononova O. Adaptive language learning: Potential and pedagogy // *Linguistics and Education*. 2021. № 61. 100-901.
11. Unkelbach C., Schneider H., Gode K., Wanke M. A new adaptive learning approach for providing personalized learning paths // *Future Internet*. 2019. № 11(10). P. 206.
12. Weber G. Adaptive learning – new challenges for machine learning // *Künstliche Intelligenz*. 2019. № 33. pp. 3-10.
13. Yang F., Li F.W.B. Study on student performance estimation, student progress analysis, and student potential prediction based on data mining // *Computers & education*. 2018. № 123. pp. 97-108.
14. 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 // *Journal of educational technology & society*. 2013. № 16(4). pp. 185-200.
15. Zhai X., Yin Y., Pellegrino J.W., Haudek K.C., Shi L. Applying machine learning in science assessment: a systematic review // *Studies in science education*. 2020. № 56(1). pp. 111-151.