



АҚПАРАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕЛЕРІ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
INFORMATION SYSTEMS

DOI 10.51885/1561-4212_2023_1_212
MPHTI 20.51.01

Ж.М. Сейтахметова¹, С.К. Кумаргажанова¹, Ю.А. Вайс¹, А.М. Бектенова¹, Л.К. Бобров²,

¹Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан

E-mail: zhanat.seitahmetova@mail.ru*

E-mail: skumargazhanova@gmail.com

E-mail: YuVais@ektu.kz

E-mail: aselzhan070788@mail.ru

²Новосибирский государственный университет экономики и управления, г. Новосибирск,
Российская Федерация

E-mail: l.k.bobrov@edu.nsuem.ru

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

ИЕРАРХИЯЛАРДЫ ТАЛДАУ ӘДІСІ НЕГІЗІНДЕ ЦИФРЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІК МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

DEVELOPMENT OF A MODEL OF DIGITAL COMPETENCIES BASED ON THE METHOD OF ANALYSIS OF HIERARCHIES

Аннотация. В статье дается описание авторской модели цифровых компетенций учащихся старшей школы, разработанной на основе сравнительного анализа авторитетных рамок цифровых компетенций и скорректированной с помощью метода анализа иерархий. Разработанная модель состоит из 5 компетенций и 21 компонента. Модель удовлетворяет актуальные запросы цифрового общества и способствует формированию конкурентоспособного выпускника школы с необходимым уровнем информационной грамотности, умеющего эффективно взаимодействовать и сотрудничать в цифровой среде, способного создавать и развивать цифровой контент, при этом грамотно управляющего своей безопасностью в цифровой среде, способного решать элементарные технические проблемы и самостоятельно развивать необходимые для себя цифровые навыки.

Ключевые слова: компетентностно-ориентированные программы, цифровые компетенции модель цифровой компетентности, метод анализа иерархий, метод экспертной оценки, ранжирование, компоненты компетенций, цифровизация, цифровая грамотность.

Аңдатпа. Мақалада цифрлық құзіреттіліктің беделді үлгілерін салыстырмалы талдау негізінде әзірленген және иерархиялық талдау әдісі арқылы нақтыланған жоғары сынып оқушыларының цифрлық құзіреттілігінің авторлық моделі ұсынылады. Әзірленген модель 5 құзіреттіліктен және 21 оның компонентінен тұрады. Бұл модель цифрлық қоғамның қазіргі қажеттіліктерін қанағаттандырады және ақпараттық сауаттылықтың қажетті деңгейіне ие, цифрлық ортада тиімді өзара әрекеттесе алатын және ынтымақтастық жасай алатын, цифрлық контентті сауатты басқара отырып, жасай және дамыта алатын бәсекеге қабілетті мектеп түлегін қалыптастыруға ықпал етеді.

Түйін сөздер: құзіреттілікке бағытталған бағдарламалар, цифрлық құзіреттіліктер, цифрлық құзіреттілік моделі, иерархияларды талдау әдісі, сараптамалық бағалау әдісі, рейтингілеу, құзіреттілік компоненттері, цифрландыру, цифрлық сауаттылық.

Abstract. The article describes the author's model of digital competence of high school students developed on the basis of a comparative analysis of the authoritative framework of digital competence and adjusted using the hierarchy analysis method. The developed model consists of 5 competencies and 21 components. This model satisfies the current needs of the digital society and contributes to the formation of a competitive school graduate with the necessary level of information literacy, able to effectively interact and collaborate in the digital environment, able to create and develop digital content, while competently managing their security in the digital environment, if necessary, able to solve elementary technical problems and independently develop the necessary digital skills for themselves.

Keywords: competency-based programs, digital competencies, digital competence framework, hierarchy analysis method, method of expert assessments, ranking, components of competence, digitalization, digital literacy.

Введение. Стремительное развитие информационных технологий и цифровизация всех сфер деятельности привели к изменениям карт профессий и росту дефицита специалистов любой отрасли с соответствующим уровнем цифровых компетенций. Компании и предприятия, подстраиваясь под внешние изменения, все чаще начинают использовать сложные цифровые автоматизированные информационные системы, искусственный интеллект, цифровые устройства. Согласно прогнозу, доля автоматизированных машин и алгоритмов в рабочем времени к 2025 году составит больше 52 % [1]. Результаты исследований экспертов компании Microsoft показывают, что более 65 % учащихся школ и студентов будут трудоустроены в отрасли, напрямую связанные с уровнем развития цифровых навыков, и будут заниматься деятельностью, которой сейчас не существует (биохакаеры, аналитик данных Интернет вещей и др.) [2]. В «Атласе новых профессий» существует прогноз, что к 2030 г. в списке профессий не будет более 55 нынешних профессий и появятся новые 186 [3]. Успешность поступления выпускников школ в вузы на «новые» специальности и дальнейшее их трудоустройство будут зависеть от текущего уровня цифровых навыков. В данном направлении правительство Казахстана запустило государственную программу «Цифровой Казахстан», целью которой являются «ускорение темпов развития экономики Республики Казахстан и улучшение качества жизни населения за счет использования цифровых технологий в среднесрочной перспективе, а также создание условий для перехода экономики Казахстана на принципиально новую траекторию развития, обеспечивающую создание цифровой экономики будущего в долгосрочной перспективе» [4-5]. Реализация данной программы требует от системы образования пересмотра стандартов и образовательных программ обучения. Важность развития цифровых компетенций учащихся выпускных классов особенно проявилась при дистанционном обучении в период всемирной пандемии Ковид 19 [6]. Кроме того, уровень сформированности цифровых компетенций будет влиять и на выбор выпускниками будущей профессии.

Исходя из актуальности данной проблемы, возникает необходимость создания модели цифровых компетенций учащихся старшей школы, которая могла бы быть ориентиром для пересмотра содержания образовательных программ в старшей школе и представлять основу для разработки цифровой образовательной платформы поддержки персонализированного обучения в условиях смешанного типа обучения.

Цель исследования заключается в разработке модели цифровых компетенции учащихся старшей школы.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследования были использованы такие методы и инструменты, как изучение базы знаний по существующим моделям компетенций (база лучших зарубежных практик как ориентир при формировании структуры),

отбор надежных источников и проведение компаративного сравнительного анализа их содержания для подготовки начального проекта модели цифровых компетенций (далее МЦК). Целью данного этапа являлось составление более детального списка возможных цифровых компетенций и определение их частоты использования в существующих моделях, а также выявление соответствия данных компетенции образовательным программам обучения в старшей школе Республики Казахстан. Наиболее подходящие под данные критерии компетенции экспортировались в начальный проект МЦК. На следующем этапе исследования были созданы 4 фокус-группы (представители администрации школы; практикующие учителя, родительский комитет, учащиеся старших классов), в которых участвовало 54 человека. В процессе обсуждения проблемы были проведены структурированные интервью с представителями каждой фокус-группы (24 респондента). Проведено 6 рабочих заседаний групп с целью определения наиболее подходящих компетенции и оценки каждой из них по важности. Для реализации данной цели был использован метод анализа иерархий, который позволил построить окончательную МЦК учащегося старшей школы. Результатом данного исследования является авторская модель цифровых компетенции учащихся старшей школы, состоящая из 5 основных компетенций и 21 компонента.

Исследование проводилось в 2020-2021 учебном году на базе сети Назарбаев Интеллектуальных школ Республики Казахстан.

Результаты и их обсуждения. Анализ зарубежной литературы позволяет определить наличие различных МЦК, разработанных группами экспертов: учеными, представителями бизнес-сектора и государственными органами, специалистами в сфере информационных технологии. В последнее десятилетие было развернуто множество проектов в этом направлении [7-9]. Среди наиболее общеизвестных результатов следует отметить четыре МЦК, которые, по мнению авторов, наиболее актуальны на данный момент и более точно отражают взятую за основу исследования трактовку понятия «цифровая компетенция». К этим моделям относятся:

1. DigCompEdu 2018: Европейская модель цифровых компетенций для образования [10];
2. EU DigComp 2.1. Модель цифровых компетенций для граждан [11];
3. Target Competency Model 2025 (Целевая модель компетенций 2025) [12];
4. European Competency Framework (e-CF) [13].

Авторами построена сравнительная таблица данных моделей, отражающая особенность и структуру определенной модели, детальную расшифровку компонентов компетенций. Конечной целью сравнительного анализа является определение набора компонентов цифровой компетенции, которые будут взяты за основу предварительной МЦК учащихся старшей школы. В ходе обсуждения презентации по существующим моделям цифровых компетенции все фокус-группы единогласно решили взять за основу структуру модели «EU DigComp 2.1 Модель цифровых компетенций для граждан», так как она в полной мере отражает все аспекты цифровой компетенции учащихся старшей школы. Таким образом, в предварительной модели будет 5 основных видов компетенции. Компоненты данных компетенций были дополнены методом сопоставления частоты использования в изученных источниках и соответствия содержанию учебных программ обучения в старшей школе. Таким образом, в первичном проекте МЦК представлены 5 видов и 35 компонентов цифровой компетенции. На данном этапе исследования экспертами были проведены рабочие заседания групп для выявления наиболее подходящих компетенций и оценки каждой из них по важности. В процессе проводимых расчетов был проведен сравнительный анализ групповых и индивидуальных оценок привлекаемых групп экспертов. Для реализации данной

задачи была использована методика Т. Саати и А. Кернса – метод анализа иерархий (далее МАИ), дающий возможность решения задачи многокритериального выбора слабо формализованных альтернатив [14]. МАИ позволяет провести математическую обработку экспертных оценок основываясь на матричные вычисления и аддитивную свертку критериев. В итоге определяется относительная степень взаимодействия компонентов в иерархии. Данный метод включает процессы синтеза множественных суждений, выявления приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений через попарное сравнение элементов.

Существуют различные варианты МАИ, которые отличаются типом связей между критериями и альтернативами, расположенными на нижнем уровне иерархии, а также методом сравнения альтернатив [15]. В нашем случае мы используем тип иерархий с различным числом и функциональным составом альтернатив под критериями. На рис. 1 представлена иерархическая модель проблемы. На самом верхнем уровне находится глобальная цель: определение набора цифровых компетенций для учащихся старших классов, далее представлены пять критериев и подкритерии (компоненты компетенций), замыкает иерархию нижний уровень – альтернативы (набор уточненных компетенций к каждому критерию).

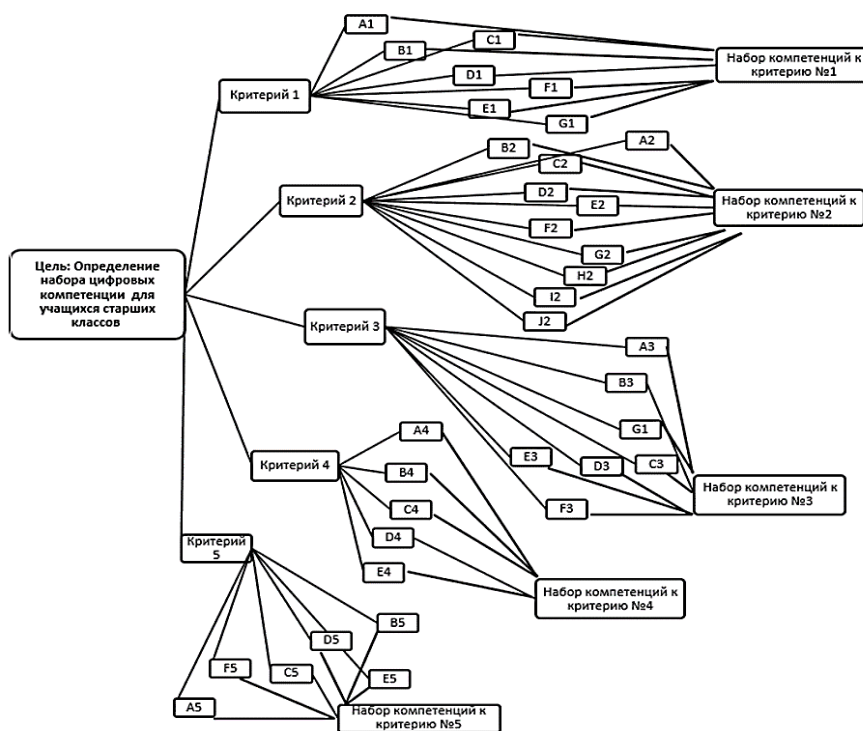


Рисунок 1. Иерархическая модель проблемы

Таким образом, согласно этапам использования МАИ была произведена структуризация задачи в виде иерархической структуры с несколькими уровнями: цели – критерии – альтернативы.

Следующим этапом является попарное сравнение элементов каждого уровня определенными группами экспертов. Расчет средней геометрической в каждой строке матрицы:

$$a_1 = \sqrt[n]{\text{произведение элементов 1 - й строки}},$$

ОС по формуле (5)	$\approx 0,0713 \approx 7,13\%$
-------------------	---------------------------------

Анализ результатов ранжирования показывает, что наиболее значимы такие компоненты компетенции, как:

- просмотр, поиск и фильтрация данных, информации и цифрового контента;
- сбор, структурирование, хранение и защита информации.

Наименее значимые компоненты компетенции – управление проектом и портфолио.

Проведенные расчеты позволили определить перечень приоритетных компонентов компетенции и на его основании построить уточненную МЦК учащихся старшей школы (табл. 3).

Таблица 3. Модель цифровых компетенций учащихся старшей школы

П/п	Виды компетенций	Компоненты компетенции
1	Информационная грамотность	1.1 просмотр, поиск и фильтрация данных, информации и цифрового контента; 1.2 оценка данных, информации и цифрового контента; 1.3 управление данными, информацией и цифровым контентом; 1.4 сбор, структурирование, хранение и защита информации; 1.5 обработка и анализ данных
2	Коммуникация и сотрудничество в цифровой среде	2.1 взаимодействие посредством цифровых технологий; 2.2 сотрудничество с использованием цифровых технологий; 2.3 обмен посредством цифровых технологий; 2.4 управление своей цифровой идентичностью
3	Создание цифрового контента	3.1 создание и развитие цифрового контента; 3.2 программирование; 3.3 разработка приложений; 3.4 интеграция и переработка цифрового контента
4	Безопасность	4.1 защита здоровья и благополучия; 4.2 защита персональных данных и обеспечение конфиденциальности; 4.3 управление информационной безопасностью
5	Решение проблем	5.1 определение пробелов в цифровой компетентности, саморазвитие; 5.2 решение технических проблем; 5.3 креативное применение цифровых технологий, решение нестандартных задач; 5.4 управление проблемами; 5.5 управленческие решения, определение потребностей и технологических решений

В результате проделанной работы разработана уточненная модель цифровых компетенций учащихся старшей школы. Выбранные значимые компоненты по каждому виду компетенций могут быть приняты как обязательные при создании персонализированных обра-

зовательных программ, тогда как не вошедшие в уточненную модель менее значимые компоненты могут применяться в качестве альтернативы при расширенном и углубленном контенте.

Заключение. На основании исследования и сравнительного анализа наиболее авторитетных МЦК с помощью метода экспертных оценок и МАИ была разработана авторская модель цифровых компетенции учащихся старшей школы. Разработанная МЦК состоит из 5 компетенций и 21 компонента. Данная модель удовлетворяет актуальные запросы цифрового общества и способствует формированию конкурентоспособного выпускника школы с необходимым уровнем информационной грамотности, умеющего эффективно взаимодействовать и сотрудничать в цифровой среде, способного создавать и развивать цифровой контент, при этом грамотно управляющего своей безопасностью в цифровой среде, при необходимости способного решать элементарные технические проблемы и самостоятельно развивать необходимые для себя цифровые навыки.

Перспективами развития исследования являются вопросы разработки валидных автоматизированных инструментов оценки сформированности цифровых компетенций учащихся при выпуске из школы, разработки персональных траекторий развития одаренных учащихся и учащихся с особыми образовательными потребностями, построения адаптивных образовательных систем и создания персональных образовательных платформ для развития цифровых компетенций учащихся в условиях цифровой трансформации на основе предложенной модели.

Список литературы

1. James Manyika [et al.] A future that works: automation, employment and productivity // McKinsey Global Institute. – 2017. – P. 28.
2. Future Proof Yourself. Tomorrow's jobs // Microsoft. – 2018. – URL: https://enterprise.blob.core.windows.net/whitepapers/futureproof_tomorrows_jobs.pdf
3. Атлас новых профессий: альманах. – М.: Изд-во АСИ, Сколково. – 2015. – С. 288
4. Я. Утепбергенов, Л. Бобров, И. Медянкина, З. Родионова и С. Тойбаева, О концепции системы информационной поддержки инновационной экономики в Республике Казахстан // Исследования в области систем, принятия решений и управления. – 2019. – С. 515-526.
5. «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2017 жылғы 12 желтоқсандағы № 827 Қаулысы [Электрон. ресурс]. 2017. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39315220#activate_doc=2. (өтінім берілген күні: 15.10.2021). – электронды көз.
6. U. Ilesal COVID-19 and higher education: Today and tomorrow. Impact analysis, policy responses and recommendations. – 2020. – URL: <http://www.guninetwork.org/publication/report-covid-19-and-higher-education-today-and-tomorrow-impact-analysis-policy-responses>. (Accessed: 11.08.2021). – Internet sources.
7. Learning Design Standard Reference Guide. A guide to using learning design standards to build digital capability in the Australian Public Service Building Digital Capability Program – Learning Design Standard Reference Guide. [S.l.]. – 2019. – P.23.
8. Laara E., van Deursen A. J. A. M., van Dijk J. A. G. M. et al. Computers in Human Behavior Determinants of 21st-century digital skills: A largescale survey among working professionals // Computers in Human Behavior. – 2019. – Vol. 100. – P. 93-104.
9. Zh. Zhantassova, Zh. Rakhmetullina, R. Mukasheva, Zh. Seitakhmetova. Mathematical Model of Curriculum Development Taking into Account Individual Preferences of Students // 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies. – 2020. – DOI: 10.1109 / ISMSIT50672.2020.9254848.
10. Christine Redecker. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. – Luxembourg: Publications Office of the European Union. – 2017. – P. 95.
11. Stephanie Carretero [et al.] The Digital Competence Framework For Citizens. – Luxembourg: Publications Office of the European Union. – 2017. – P.48.

12. Vladislav Boutenko [et al.] Russia 2025: Resetting the Talent Balance. – Boston: The Boston Consulting Group, Inc. – 2017. – P. 72.
13. The European Norm (EN) 16234-1 European e-Competence Framework (e-CF). – 2020. – URL: <https://ecfusertool.itprofessionalism.org/> (Accessed: 15.01.2022). – Internet sources
14. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем / Пер. с англ. Р. Г. Ваचनाдзе; под ред. И. А. Ушакова. – 1991. – С. 25-28
15. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Пер. с англ. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – С. 360.

References

1. James Manyika [et al.] A future that works: automation, employment and productivity // McKinsey Global Institute. – 2017. – P. 28.
 2. Future Proof Yourself. Tomorrow's jobs // Microsoft. – 2018. – URL: https://enterprise.blob.core.windows.net/whitepapers/futureproof_tomorrows_jobs.pdf.
 3. Atlas novyh professij: al'manah. [Atlas of new professions] // Skolkovo. – 2015. – S. 288.
 4. YA. Utebergenov, L. Bobrov, I. Medyankina, Z. Rodionova i S. Tojbaeva, O koncepcii sistemy informacionnoj podderzhki innovacionnoj ekonomiki v Respublike Kazahstan // Issledovaniya v oblasti sistem, prinyatiya reshenij i upravleniya. – 2019. – S. 515-526.
 5. «Tsifirlyq Qazaqstan» memlekettik baǵdarlamasyn bekity týraly Qazaqstan Respýblıkasy Úkimetiniń 2017 jylǵy 12 jeltoqsandaǵy №827 Qaýlysy [Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 12, 2017. – No. 827 On approval of the State Program "Digital Kazakhstan"]. 2017. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39315220#activate_doc=2. [in Kazakh]. - Internet sources.
 6. Iesalc U. COVID-19 and higher education: Today and tomorrow. Impact analysis, policy responses and recommendations. – 2020. – URL: <http://www.guninetwork.org/publication/report-covid-19-and-higher-education-today-and-tomorrow-impact-analysis-policy-responses>. (Accessed: 11.08.2021). – Internet sources.
 7. Learning Design Standard Reference Guide. A guide to using learning design standards to build digital capability in the Australian Public. Service Building Digital Capability Program – Learning Design Standard Reference Guide. [S.I.]. – 2019. – P. 23.
 8. Laara E., van Deursen A. J. A. M., van Dijk J. A. G. M. et al. Computers in Human Behavior Determinants of 21st-century digital skills: A largescale survey among working professionals // Computers in Human Behavior. – 2019. - Vol. 100. – P. 93-104.
 9. Zh. Zhantassova, Zh. Rakhmetullina, R. Mukasheva, Zh. Seitakhmetova. Mathematical Model of Curriculum Development Taking into Account Individual Preferences of Students // 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies. – 2020. – DOI: 10.1109 / ISMSIT50672.2020.9254848.
 10. Christine Redecker. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. – Luxembourg: Publications Office of the European Union. – 2017. – P. 95.
 11. Stephanie Carretero [et al.] The Digital Competence Framework For Citizens. – Luxembourg: Publications Office of the European Union. – 2017. – P. 48.
 12. Vladislav Boutenko [et al.] Russia 2025: Resetting the Talent Balance. – Boston: The Boston Consulting Group, Inc. – 2017. – P. 72.
 13. The European Norm (EN) 16234-1 European e-Competence Framework (e-CF). – 2020. – URL: <https://ecfusertool.itprofessionalism.org/> (Accessed: 15.01.2022). – Internet sources.
 14. Saati T., Kerns K. Analiticheskoe planirovanie. Organizaciya system / Per. s angl. R.G. Vachnadze; pod red. I.A. Ushakova. – 1991. – S. 25-28.
 15. Saati T.L. Prinyatie reshenij pri zavisimostyah i obratnyh svyazyah: Analiticheskie seti / Per. s angl. – М.: Izdatel'stvo LKI. 2008. – S. 360.
-
-