

Ш.Т. Шекербекова¹, Ү.Қ. Базарбаева^{1*}, Б.Б. Қалданов¹

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: umit.kuan@bk.ru

БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН АҚПАРАТТЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІ ОҚЫТУҒА ДАЙЫНДАУДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕГІ ИНФОГРАФИКАНЫ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Мақалада болашақ информатика мұғалімдерін ақпараттық үдерістерді оқытуға жасанды интеллект негізіндегі инфографиканы қолдану арқылы дайындау әдістемесі ұсынылады. «Көрнекілік», «визуализация», «инфографика» және жасанды интеллект негізіндегі инфографика ұғымдарының арақатынасы нақтыланып, инфографиканың дидактикалық функциялары айқындалды. Негізгі жасанды интеллект негізіндегі инфографика платформалары (ChatGPT, Gemini, Copilot, Canva Magic Studio, Piktochart AI, Venngage, Napkin AI, код негізіндегі визуализация), инфографиканың мүмкіндіктері, артықшылықтары мен кемшіліктері және «Ақпараттық үдерістер» тақырыбына сәйкестігі бойынша салыстырылды. Зерттеу барысында төрт компонентті дайындау әдістемесі, тапсырмалар жүйесі және жасанды интеллект міндетті мазмұндық тексерумен үйлестіретін инфографика жасаудың алты кезеңді үлгісі әзірленді. Экспериментке 6B01507 Информатика білім беру бағдарламасының 64 студенті (болашақ информатика мұғалімдері) және 18 мектеп мұғалімі қатысты. Нәтижелер платформаларды оқу мақсатына сай гибридті үйлестіру және мұғалімнің сараптамалық бақылауы жағдайында жасанды интеллект негізіндегі инфографиканы қолданудың орындылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: оқу ақпаратын визуализациялау, көрнекілік, инфографика, ақпараттық үдерістер, болашақ информатика мұғалімі, жасанды интеллект, жасанды интеллект негізіндегі инфографика, жасанды интеллект негізіндегі платформалар.

Ш.Т. Шекербекова¹, Ү.Қ. Базарбаева¹, Б.Б. Қалданов¹

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОГРАФИКИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К ОБУЧЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫМ ПРОЦЕССАМ

Аннотация

В статье предлагается методика подготовки будущих учителей информатики к обучению информационным процессам с использованием инфографики на основе искусственного интеллекта (ИИ-инфографики). Уточнено соотношение понятий «наглядность», «визуализация», «инфографика» и «ИИ-инфографика», определены дидактические функции инфографики. Основные платформы ИИ-инфографики (ChatGPT, Gemini, Copilot, Canva Magic Studio, Piktochart AI, Venngage, Napkin AI, визуализация на основе кода) сопоставлены по инфографическим возможностям, преимуществам и недостаткам, а также соответствию теме «Информационные процессы». Разработаны четырехкомпонентная методика подготовки, система заданий и шестиступенчатая модель создания инфографики, сочетающая использование ИИ с обязательной содержательной проверкой. В эксперименте приняли участие 64 студента (будущие учителя информатики) образовательной программы 6B01507 Информатика и 18 школьных учителей. Результаты подтверждают целесообразность применения ИИ-инфографики при гибридном сочетании платформ в соответствии с учебной целью и экспертном контроле учителя.

Ключевые слова: визуализация учебной информации, наглядность, инфографика, информационные процессы, будущий учитель информатики, искусственный интеллект, инфографика на основе искусственного интеллекта, платформы ИИ-инфографики.

Sh.T. Shekerbekova¹, U.K. Bazarbayeva¹, B.B. Kaldanov¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

USING AI-BASED INFOGRAPHICS TO PREPARE FUTURE INFORMATICS TEACHERS TO TEACH INFORMATION PROCESSES

Abstract

The article proposes a methodology for preparing future computer science teachers to teach information processes using AI-based infographics. The relationship between the concepts of "visual aids", "visualization", "infographics" and "AI-based infographics" is clarified, and the didactic functions of infographics are identified. The main AI infographic platforms (ChatGPT, Gemini, Copilot, Canva Magic Studio, Piktochart AI, Venngage, Napkin AI and code-based visualization) are compared in terms of their infographic capabilities, advantages, limitations and suitability for the topic "Information Processes". A four-component training methodology, a system of tasks and a six-stage model for creating infographics that combines AI use with mandatory content verification were developed. The experiment involved 64 students (future computer science teachers) of the 6B01507 Informatics programme and 18 schoolteachers. The results confirm the feasibility of AI-based infographics when platforms are combined in a hybrid way according to the learning goal and the teacher exercises expert control.

Keywords: visualization of educational information, visual aids, infographics, information processes, pre-service computer science teacher, artificial intelligence, AI-based infographics, AI infographic platforms.

Кіріспе

Қазіргі қоғамның трансформациялануы жағдайында білім беру жүйесін заманауи талаптарға сай бейімдеу мемлекеттік саясаттың басым бағыттарының біріне айналды. Осы тұрғыда, Қазақстан Республикасында 2023–2029 жылдарға арналған мектепке дейінгі, орта, техникалық және кәсіптік білім беруді дамыту тұжырымдамасында білім беру үдерісін цифрландыру, сапалы цифрлық ресурстарды әзірлеу және кәсіби құзыреттілігін арттыру басым бағыт ретінде белгіленген [1]. Аталған міндеттерді іске асыру білім беру ортасын технологиялық тұрғыдан жаңартумен қатар, болашақ информатика мұғалімдерін дайындау мазмұны мен әдістерін жетілдіруді талап етеді.

Қазіргі цифрлық білім беру кеңістігінде білім алушылар ақпараттың үлкен көлемімен жұмыс істейді, бұл қажетті мәліметтерді анықтау, сұрыптау және жүйелеу үдерістерін күрделендіреді. Әсіресе, ақпараттың көлемді мәтін түрінде ұсынылуы оны қабылдау мен түсінуге кедергі келтіруі мүмкін. Осыған орай, білім беру үдерісінде «қандай ақпаратты беру керек» деген сұрақпен қатар «оны қалай ұсыну керек» деген мәселе өзекті болып отыр [2]. Бұл мәселені шешу ақпаратты визуалды модельдеу, құрылымдау және көрнекі түрде ұсыну құралдарын мақсатқа сай қолдануды қажет етеді.

Я.А. Коменский, И.Г. Песталоцци және К.Д. Ушинскийдің еңбектерінде негізделген көрнекілік принципі цифрлық білім беру жағдайында жаңа мазмұнмен толығып, оқу ақпаратын құрылымдау, мазмұндық байланыстарын айқындау және оны визуалды құралдар арқылы түсінікті ұсыну тәсілі ретінде дамып келеді [1]. Ақпараттық үдерістер мектеп информатикасы курсының негізгі мазмұндық бағыттарының бірі болып саналады және оларды оқытудың әдістемелік ерекшеліктері ғылыми еңбектерде қарастырылған [3]. Атап айтқанда, ақпаратты беру үдерісінің К. Шеннон ұсынған байланыс моделіне негізделуі оның құрылымын сызбалар мен визуалды құралдар арқылы түсіндіруге қолайлы жағдай жасайды. Болашақ информатика мұғалімдерін цифрлық технологияларды қолдануға дайындаудың теориялық негіздерінің бірі – пәндік білімді, педагогикалық тәсілдерді және технологиялық құралдарды өзара ұштастыратын ТРАСК моделі. Генеративті жасанды интеллекттің дамуымен аталған модель болашақ информатика мұғалімінің ЖИ технологияларының әлеуеті мен шектеулерін сыни тұрғыдан талдау қабілетін қамтитын құзыреттіліктермен толықтырыла түседі [4, 5]. Жоғары білім беру саласындағы ЖИ-ге қатысты зерттеулердің басым бөлігі оның технологиялық мүмкіндіктерін қарастыруға бағытталғанымен, оны оқу үдерісінде қолданудың педагогикалық негіздері жеткілікті деңгейде ашылмаған [6]. Сонымен қатар,

үлкен тілдік модельдер оқу материалдарын әзірлеуде кең мүмкіндіктер ұсынғанымен, мазмұн жасауда тәуекелдер де кездеседі [7]. Осылайша, жасанды интеллектті (ЖИ) болашақ информатика мұғалімдерін дайындау үдерісіне енгізу оның нақты пәндік мазмұнмен сабақтастығы қамтамасыз етілген жағдайда ғана нәтижелі болады. Дегенмен, болашақ информатика мұғалімдерін ақпараттық үдерістерді оқытуға дайындау барысында ЖИ негізіндегі инфографиканы қолдану мәселесі әлі де арнайы зерттеуді қажет етеді.

Информатиканың негізгі ұғымдары – ақпарат, деректер, ақпараттық үдерістер, кодтау, ақпаратты өлшеу – абстрактілі сипатқа ие: ақпаратты жинау, өңдеу, сақтау және беру үдерістері өзара тығыз байланысты, бірақ тек мәтіндік анықтамалар арқылы олардың логикасын көру қиын. Бұған дейінгі зерттеуімізде болашақ информатика мұғалімдерін ақпараттық үдерістерді оқытуға арнайы дайындау қажеттілігі негізделген болатын [8]. Бұл зерттеуде инфографика оқу мазмұнындағы негізгі ұғымдар мен олардың арасындағы байланыстарды мәтіндік және графикалық элементтерді, сондай-ақ визуалды метафораларды үйлестіру арқылы ықшам әрі көрнекі түрде ұсынатын құрал ретінде қарастырылады. Ал ЖИ негізіндегі инфографика дегеніміз – мазмұнды құрылымдау, макет әзірлеу және визуалды элементтерді жасау кезеңдерінің біреуі немесе бірнешеуі генеративті жасанды интеллект құралдарының көмегімен мәтіндік сұраныс (промпт) негізінде жүзеге асырылатын, ал ақпаратты іріктеу, оның дұрыстығын тексеру және оқу мақсаттарына сәйкестігін бағалау болашақ информатика мұғалімнің бақылауында қалатын визуалды оқу материалы. ЖИ негізіндегі инфографика дәстүрлі инфографикадан оны әзірлеу үдерісінің ерекшеліктерімен, адам мен ЖИ арасындағы өзара әрекеттесу сипатымен және нәтижені бақылау тәсілдерімен ерекшеленеді. Атап айтқанда, мәтіндік сұраныстарды пайдалану арқылы қысқа уақыт ішінде инфографиканың бірнеше нұсқасын жасауға болады. Сонымен қатар, алынған материалдың мазмұндық дұрыстығын міндетті түрде тексеру қажет. Бұл жағдайда болашақ информатика мұғалімнің қызметі графикалық дизайн жасаумен шектелмей, оқу мазмұнын жобалау, ЖИ ұсынған нәтижелерді сыни бағалау және оларды дидактикалық мақсаттарға сәйкестендіру міндеттерін қамтиды.

Инфографиканың дидактикалық мүмкіндіктері бірқатар ғылыми зерттеулерде зерделенген: инфографиканың негізгі түрлері мен оны әзірлеу қағидалары айқындалған [1], болашақ информатика мұғалімдерін объектіге бағытталған бағдарламалауға оқытуда қолдану тәжірибесі қарастырылған [9], сондай-ақ мектеп информатикасы курсының жекелеген тақырыптарына арналған инфографикалық материалдар әзірленген [10]. Бүгінде ChatGPT сияқты жалпы мақсаттағы тілдік модельдерді болашақ информатика мұғалімдері мен мектеп мұғалімдерінің көпшілігі қолданады, алайда инфографика жасауға арналған басқа ЖИ негізіндегі инфографика платформаларының (Canva Magic Studio, Napkin AI, Piktochart AI, Venngage және т.б.) мүмкіндіктері ақпараттық үдерістерді оқыту тұрғысынан салыстырмалы түрде талданбаған, ал мұндай талдау қай платформаның қандай оқу тапсырмасына тиімді екенін алдын ала анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты – болашақ информатика мұғалімдерін ақпараттық үдерістерді оқытуға ЖИ негізіндегі инфографиканы қолдануға дайындау әдістемесін жасау және оның тиімділігін эксперимент арқылы бағалау. Зерттеу мақсатына сәйкес келесі зерттеу сұрақтары айқындалды: инфографика мен ЖИ негізіндегі инфографика ақпараттық үдерістерді оқытуда қандай дидактикалық қызметтер атқарады? (ЗС1), қолжетімді ЖИ негізіндегі инфографика платформаларының қайсысы ақпараттық үдерістерді визуализациялауға неғұрлым тиімді? (ЗС2), болашақ информатика мұғалімдерін ЖИ негізіндегі инфографика арқылы ақпараттық үдерістерді оқытуға дайындау әдістемесі қандай компоненттерден тұруы тиіс? (ЗС3), болашақ және информатика мұғалімдер ЖИ негізіндегі инфографиканы қолданудың тиімділігін қалай бағалайды? (ЗС4).

Зерттеу әдіснамасы

Зерттеу екі кезеңде жүргізілді. *Теориялық кезеңде* ғылыми-әдістемелік әдебиетті талдау, салыстыру және жүйелеу арқылы инфографиканың функциялары мен қолдану тәсілдері жинақталып, «Ақпараттық үдерістер» тақырыбы бойынша тапсырмалар жүйесі әзірленді, сондай-ақ ЖИ негізіндегі инфографика платформаларына алты критерий бойынша салыстырмалы талдау жүргізілді: инфографикалық мүмкіндіктері, мазмұндық дәлдік пен құрылымды бақылау, нәтижені өңдеу мүмкіндігі, қазақ тілін қолдау, қолжетімділігі және «Ақпараттық үдерістер» тақырыбына сәйкестігі. Талдау платформалардың ресми сипаттамалары мен оларды сабақта қолдану тәжірибесіне негізделді. Эмпирикалық кезеңде әзірленген тәсілдердің нәтижесі тәжірибелік эксперимент арқылы бағаланды.

Эксперименттің ұйымдастыру Абай атындағы ҚазҰПУ-дың математика, физика және информатика факультетінде үш кезеңде өтті. *Дайындық кезеңінде* инфографика үлгілері (1-сурет), тапсырмалар (2-кесте) және 10 тұжырымнан тұратын сауалнама әзірленді. *Қолдану кезеңінде* 6В01507 Информатика БББ-ның 3-4 курс студенттері ($n = 64$) «Информатиканы оқыту әдістемесі» сабақтарында семестр бойы инфографиканы талдап, өз бетінше (оның ішінде ЖИ арқылы) жасады және сабақ жоспарына енгізді; Алматы қаласы мектептерінің информатика мұғалімдері ($n = 18$) әдістемелік семинарда осы тәсілдермен танысып, өз сабақтарында қолданып көрді. *Бағалау кезеңінде* екі топқа бірдей сауалнама жүргізілді, яғни ол инфографикамен нақты жұмыс істеген адамдардың пікірін өлшейді.

Сауалнама және деректерді өңдеу. Бірінші бөлімде 10 тұжырым (C1–C10) бес балдық Ликерт шкаласы бойынша бағаланды (1 – «мүлдем келіспеймін», 5 – «толық келісемін»). Тұжырымдар бес топқа біріктірілді: түсіну және есте сақтау (C1–C3), қызығушылық (C4), өз бетінше жасау арқылы дағдыларды дамыту (C5–C6), ЖИ құралдарын пайдалану (C7–C8) және кәсіби дайындық (C9–C10). Екінші бөлімде инфографиканы қолдану тиімді сабақ кезеңдері тандалды, үшінші бөлімде қиындықтар мен ұсыныстар туралы ашық сұрақтар қойылды. Әр тұжырым бойынша орташа мән (M), стандартты ауытқу (SD) және 4 немесе 5 балл қойғандардың үлесі (% келісемін) есептелді. Шкаланың сенімділігі Кронбахтың α коэффициентімен ($\alpha \geq 0,70$), топтар арасындағы айырмашылық реттік деректерге және көлемі әртүрлі топтарға жарамды Манн–Уитнидің U-критерийімен ($p < 0,05$) тексерілді; ашық жауаптар мазмұндық талдау арқылы санаттарға топтастырылды.

Зерттеу нәтижелері

Инфографика ұғымы: көрнекіліктен визуализацияға (3C1). «Көрнекілік» пен «визуализация» жиі синоним ретінде қолданылады, алайда көрнекілік демонстрациялық сипатта болып, онда иллюстративтік функция басым, ал визуализацияда когнитивтік функция басым: А.А. Вербицкийдің анықтамасы бойынша бұл ой мазмұнын көрнекі бейнеге «жинақтау» үдерісі, ал бейне кейін қайта «ашылып», ойлау және практикалық әрекеттерге тірек болады [11]. Информатика ұғымдары қатынастар мен үдерістерге негізделгендіктен, оларды оқытуда дайын бейнені көрсету жеткіліксіз, модельдеу қажет.

Инфографика – визуализацияның нақты формасы. В.В. Лаптев оны ақпаратты, байланыстарды, сандық деректер мен білімді графикалық ұсынуға негізделген коммуникативтік дизайн саласы ретінде анықтайды [12]. Инфографиканың графиктер мен диаграммалардан басты айырмашылығы – деректермен қатар өмірлік ұқсастықтар мен визуалды бейнелерді біріктіретін метафоралық сипаты. Осыған сүйеніп, *білім беру инфографикасын* оқу мақсатына сәйкес іріктелген мазмұнды, оның негізгі ұғымдары мен байланыстарын мәтін, графикалық элементтер және визуалды метафоралар бірлігі арқылы ықшам ұсынатын, білім алушының ақпаратты түсіну, талдау және қайта жаңғырту әрекетін қолдайтын визуализация құралы ретінде анықтаймыз.

Инфографиканың оқытудағы қажеттілігі бірнеше негізге сүйенеді. R.E. Mayer мультимедиялық оқыту теориясына сәйкес сөз бен бейне бірге берілгенде, әсіресе мәтін мен бейне қатар орналасып (кеңістіктік жақындық принципі), артық элементтер алынып

тасталғанда (келісімділік принципі), оқыту нәтижесі жоғары болады [13]. Қазіргі білім алушылар визуалды мәдениет ортасында өсуде, ал инфографика мәтінді алмастырмай, ақпаратқа «кіру нүктесін» жасайды. Инфографиканы өз бетінше жасау мазмұнды сыни талдауға және негізгі ақпаратты қосымшасынан ажыратуға үйретеді, ал мета-талдау оның оқу жетістіктеріне оң әсерін көрсетеді [14].

Инфографиканың дидактикалық функциялары 1-кестеде жүйеленді.

Кесте 1. Инфографиканың оқу үдерісіндегі дидактикалық функциялары

Функция	Мазмұны	Информатика сабағындағы мысал
Когнитивтік	Абстрактілі ұғымдарды, байланыстар мен қатынастарды көрнекі модель арқылы түсінуге көмектеседі	Ақпараттық үдерістердің (жинау, өңдеу, сақтау, беру) өзара байланысын көрсету
Құрылымдаушы (жүйелеуші)	Үлкен көлемдегі ақпаратты ықшамдап, негізгі элементтерді бөліп, логикалық құрылымға келтіреді	Ақпараттың өлшем бірліктері мен олардың арақатынасын бір кестелі-сызбалық бейнеге біріктіру
Мотивациялық	Тақырыпқа назар аударады, қызығушылық пен оқуға деген ынтаны арттырады	Сабақ басында «Ақпарат және деректер» инфографикасы арқылы проблемалық сұрақ қою
Коммуникативтік	Ақпаратты қысқа әрі түсінікті жеткізуге, оны талқылауға және өз ойын дәлелдеуге мүмкіндік береді	Топтық жұмыста инфографика бойынша ақпаратты беру схемасын түсіндіру
Бақылау-диагностикалық	Білім алушылардың тақырыпты қаншалықты түсінгенін анықтауға мүмкіндік береді	Оқушылардың өзі жасаған инфографикасындағы қателер мен олқылықтарды талдау
Дамытушылық	Визуалды, сыни және жүйелі ойлауды, функционалдық сауаттылық пен цифрлық дағдыларды дамытады	Инфографикадағы ақпаратты кестеге немесе диаграммаға қайта кодтау, өз инфографикасын жасау

Инфографиканың түрлері және онымен жұмыс тәсілдері. Ұсыну формасы бойынша статикалық, интерактивті және бейнеинфографика ажыратылады; мектепте ең қолжетімдісі – басып шығаруға және тірек-конспект ретінде пайдалануға ыңғайлы статикалық инфографика. Мазмұндық құрылымы бойынша үдеріс (ақпаратты беру схемасы), жіктеуші (ақпарат түрлері мен қасиеттері), салыстырмалы (аналогтық және дискретті ақпарат), статистикалық, хронологиялық және алгоритмдік инфографика бөлінеді. Білім беру инфографикасына қарапайымдылық, дәлдік, бейнелілік, эстетикалық тартымдылық, ғылыми дұрыстық және жас ерекшелігіне сәйкестік талаптары қойылады.

Инфографикамен жұмыс тәсілдерін оқу әрекетінің күрделену реттілігі ретінде жүйеледік: 1) болашақ информатика мұғалімдерінің дайын инфографиканы түсіндіруі; 2) білім алушылардың инфографиканы «оқуы» және талдауы; 3) ақпаратты қайта кодтау (кестеге, диаграммаға айналдыру); 4) сыни талдау (қателерді анықтап, түзету ұсыну); 5) өз инфографикасын жасау – бұл жұмыстың ең жоғары деңгейі [1].

Болашақ информатика мұғалімдерін ЖИ негізіндегі инфографика арқылы ақпараттық үдерістерді оқытуға дайындау әдістемесі (ЗСЗ). Зерттеудің өзегі – «Информатиканы оқыту әдістемесі» пәні аясында әзірленген әдістеме. Оның теориялық негізі – ТРАСК моделінің ЖИ жағдайына бейімделген нұсқалары [4, 5]: болашақ информатика мұғалімі пәндік мазмұнды (ақпараттық үдерістер), педагогикалық тәсілдерді (инфографикамен жұмыс) және технологияны (ЖИ негізіндегі инфографика) біртұтас үйлестіре білуі тиіс. Мақсаттық компонент – ақпараттық үдерістерді ЖИ негізіндегі инфографика арқылы визуализациялау

және сабақта қолдану дайындығын қалыптастыру. *Мазмұндық компонент* үш модульден тұрады: М1 – ақпараттық үдерістердің ғылыми негіздері (жинау, өңдеу, сақтау, беру, іздеу, қорғау; Шеннонның байланыс моделі) және визуализация принциптері; М2 – ЖИ негізіндегі инфографика платформаларын салыстыру және таңдау, промпт құрастыру, ЖИ нәтижесіндегі қателерді анықтау; М3 – ЖИ негізіндегі инфографиканы сабақ жоспары мен тапсырмалар жүйесіне енгізу, микросабак. *Процессуалдық компонент* жұмыс тәсілдерінің реттілігіне, тапсырмалар жүйесіне (2-кесте) және алты кезеңді үлгіге (2-сурет) сүйенеді. *Нәтижелік-бағалау компоненті* студенттердің инфографикасын ғылыми дұрыстық, логика, түсініктілік және дизайн критерийлері бойынша бағалауды және сауалнаманы қамтиды.

«Ақпараттық үдерістер» тақырыбы бойынша инфографика мысалы. Негізгі мектептің информатика курсына «Ақпарат және деректер», «Ақпараттық үдерістер», «Ақпаратты ұсыну», «Ақпаратты өлшеу» тақырыптарын инфографика арқылы жүйелеуге болады; инфографика оқулықты алмастырмайды, бірақ түсіндіру кезінде көрнекі құрал, ал өзіндік жұмыста тірек-конспект бола алады (1-сурет).



Сурет 1. «Ақпарат және деректер» (а) және «Ақпараттық үдерістер» (б) инфографикалары (авторлық мазмұн негізінде ЖИ құралдарымен визуализацияланған)

«Ақпарат және деректер» инфографикасы (1-сурет, а) ақпарат көздерін, қасиеттерін және ақпарат пен деректердің айырмашылығын өмірлік мысалдармен көрсетеді. «Ақпараттық үдерістер» инфографикасында (1-сурет, б) ақпаратты жинау, өңдеу, сақтау және беру жеке блоктарға бөлініп, әрқайсысы танымал белгімен бейнеленген, бұл кеңістіктік жақындық принципіне сәйкес келеді [13]. Сонымен бірге үдерістердің реттілігі толық айқын емес, «іздеу» мен «қорғау» үдерістері көрсетілмеген; мұндай олқылықтар оқу ресурсына айналады, ал инфографиканың қазақша нұсқасын жасау терминологиялық дәлдікті тексеретін тапсырма бола алады. Осы инфографика негізінде тапсырмалар әзірленді (2-кесте).

Тапсырмалар танудан талдауға, одан шығармашылыққа қарай күрделенеді, бұл Блум таксономиясының деңгейлеріне сәйкес келеді, ал білім алушылар жасаған инфографика тақырыптың қаншалықты меңгерілгенін бағалауға мүмкіндік береді [10].

Кесте 2. «Ақпараттық үдерістер» инфографикасымен жұмыс істеуге арналған тапсырмалар

Сабақ кезеңі	Тапсырма түрі	Тапсырма мысалы
Білімді өзектендіру, мотивация	Болжау	Инфографиканы 1–2 минут қарап шығыңыз. Суреттегі адамдар мен құрылғылар ақпаратпен қандай әрекеттер жасайды деп ойлайсыз?

Жаңа материалды түсіндіру	Ақпаратты іздеу және шығарып алу	Инфографикада қандай ақпараттық үдерістер көрсетілген? Әрқайсысына сәйкес белгіні атаңыз.
Жаңа материалды түсіндіру	Негізгі және қосымша ақпаратты ажырату	Қай элементтер ақпараттық үдерістің мәнін ашады, ал қайсысы тек безендіру үшін берілген?
Бекіту	«Дұрыс/бұрыс» Өмірмен байланыстыру	Тұжырымдарды бағалаңыз: «Мәтінді кестеге айналдыру – ақпаратты сақтау»; «Дискета – ақпарат тасымалдаушының мысалы». Смартфонмен суретке түсіріп, досыңызға жіберген кезде қандай ақпараттық үдерістер жүзеге асады? Оларды инфографикадағы блоктармен сәйкестендіріңіз.
Қайталау және жалпылау	Сыни талдау және толықтыру	Инфографикада қандай үдерістер жетіспейді (мысалы, іздеу, қорғау)? Үдерістердің реттілігін көрсеткілер арқылы нақтылаңыз.
Жоба, үй тапсырмасы	Шығармашылық (өз инфографикасын жасау)	Инфографиканың қазақ тіліндегі нұсқасын жасаңыз немесе «Ақпаратты беру» тақырыбына өз инфографикаңызды құрастырыңыз.
Бақылау	Рефлексия, бағалау	Өзіңіз немесе сыныптасыңыз жасаған инфографиканы критерийлер бойынша бағалаңыз: ғылыми дұрыстық, логика, түсініктілік, дизайн.

Инфографиканы жасау кезеңдері. ЖИ құралдары оқу материалын алдын ала құрылымдауға, қысқа тұжырымдар дайындауға және дизайн нұсқаларын жылдам жасауға көмектеседі, алайда олардың нәтижесінде терминологиялық қателер, логикалық реттіліктің бұзылуы, мағынасыз безендіру кездесуі мүмкін. Сондықтан инфографиканы жасау арнайы ұйымдастырылған педагогикалық дизайн әрекеті ретінде қарастырылуы тиіс [15]. Осыны ескеріп, алты кезеңді үлгі ұсынамыз (2-сурет): ЖИ тек төртінші кезеңде, мазмұн мен визуализация тәсілін болашақ информатика мұғалімдерінің (студенттің) өзі анықтағаннан кейін қолданылады, одан кейін міндетті мазмұндық тексеру жүргізіледі.



Сурет 2. Білім беру инфографикасын жасаудың алты кезеңді үлгісі (авторлар әзірлеген)

Мысалы, «Ақпаратты беру» тақырыбы үшін ЖИ-ге ақпарат көзін, хабарламаны, байланыс арнасын, кедергілерді және қабылдаушыны көрсететін, қазақ тіліндегі 7-сыныпқа арналған құрылым сұралады; алынған нұсқада терминология, элементтер реттілігі және бейнелердің мазмұнға сәйкестігі тексеріліп, қате табылса, жұмыс алдыңғы кезеңдерге қайтарылады. (2-сурет).

ЖИ негізіндегі инфографика платформаларын салыстырмалы талдау (ЗС2). Тәжірибеде ЖИ қолдану көбіне ChatGPT сияқты тілдік модельдермен шектеледі, алайда инфографика жасауға мүмкіндіктері әртүрлі үш платформалар тобы бар: 1) кескін генерациясы бар тілдік

модельдер; 2) ЖИ модульдері бар дизайн-платформалар мен инфографика генераторлары; 3) мәтінді сызбаға айналдыратын сервистер және код негізіндегі визуализация (3-кесте).

Кесте 3. Негізгі ЖИ негізіндегі инфографика платформаларын салыстыру

Платформа	Инфографикалық мүмкіндіктері	Артықшылықтары	Кемшіліктері	«Ақпараттық үдерістер» тақырыбына сәйкестігі
ChatGPT, Gemini (тілдік модель + кескін генерациясы)	Мазмұнды құрылымдау, инфографика сценарийі, кескін генерациясы, диаграмма коды	Диалог арқылы мазмұнды нақтылау; қазақша мәтін құрау; тегін қолжетімділік	Кескіндегі қазақша жазуда қателер; «галлюцинация»; растрлық кескінді өңдеу қиын	Жоғары – мазмұнды құрылымдауда; орташа – визуализацияда
Microsoft Copilot (Designer)	Мәтіннен кескін жасау; PowerPoint-те дизайн ұсыну	Тегін; Microsoft 365 ортасымен интеграция	Құрылымды бақылау әлсіз; жазулардағы қателер	Төмен – орташа – мотивациялық бейнелер
Canva Magic Studio (дизайн-платформа)	Шаблондар, мәтіннен макет құру, кескін генерациясы, қабаттарды өңдеу	Шаблон қоры үлкен; әр элемент өңделеді; тегін білім беру нұсқасы	Қазақша қаріптер мен шаблондар аз; безендірудің мазмұннан басым болу қаупі	Жоғары – безендіру, жіктеуші және салыстырмалы инфографика
Piktochart AI, Vennage (инфографика генераторлары)	Сұраныс бойынша инфографика макеті (процесс, уақыт шкаласы, салыстыру), диаграммалар	Инфографика жанрына арналған дайын құрылымдар	Негізгі функциялары ақылы; шаблондар ағылшын тілді; мазмұны жалпылама	Орташа – статистикалық, хронологиялық инфографика
Narvin AI (мәтіннен сызбаға)	Мәтін абзацын блок-схемаға, цикл, иерархия диаграммасына айналдыру; SVG/PNG экспорты	Мәтіннің логикасын сақтайды; сызбаны жылдам жасайды; өңделеді	Стильдік мүмкіндіктері шектеулі; интерфейсі ағылшынша	Өте жоғары – процестік инфографика (жинау → өңдеу → сақтау → беру)
ЖИ + код (Mermaid, draw.io, Python)	Тілдік модель сызба кодын жазады, ол арнайы ортада визуализацияланады	Кириллица мен терминология дәл; толық өңделеді; алгоритмдік ойлауды дамытады	Бағдарламалау дағдысын талап етеді; метафоралық бейнелері шектеулі	Өте жоғары – процестік және алгоритмдік инфографика

Талдау нәтижесінде бірде-бір платформаның инфографика жасаудың барлық кезеңін бірдей сапалы қамтамасыз етпейтінін көрсетеді: тілдік модельдер мазмұнды құрылымдауда күшті, бірақ визуализацияда (әсіресе қазақша жазуларда) әлсіз, ал дизайн-платформалар керісінше. Сондықтан платформаларды *гибридті үйлестіру* ұсынылады: тілдік модель арқылы мазмұн құрылымын жобалау (2-суреттегі 4-кезең) → Narvin AI немесе Mermaid көмегімен процестік сызба қаңқасын құру → Canva-да безендіру және қазақша мәтінді түзету → міндетті мазмұндық тексеру. Оқу үдерісінде 3-кесте ЖИ негізіндегі инфографика құралдарын саналы түрде таңдауға бағыт беретін әдістемелік бағдар ретінде қолданылады. Мысалы, болашақ

информатика мұғалімдері ақпаратты беру тақырыбы бойынша бір сызбаны екі түрлі платформада әзірлеп, алынған нәтижелерді белгіленген критерийлер бойынша салыстырады.

Эксперимент нәтижелері бойынша шкаланың сенімділігі жоғары болды: Кронбахтың α коэффициенті студент (болашақ информатика мұғалімі) үшін 0,86, мектептегі информатика мұғалімдері үшін 0,84. Сауалнаманың бірінші бөлімінің нәтижелері 4-кестеде берілген.

Кесте 4. Сауалнаманың бірінші бөлімі бойынша нәтижелер (M – орташа балл, SD – стандартты ауытқу, % – 4 немесе 5 балл қойғандар үлесі)

№	Тұжырым	Студенттер ($n = 64$), $M (SD)$	Студенттер, % келісемін	Мұғалімдер ($n = 18$), $M (SD)$	Мұғалімдер, % келісемін
C1	Инфографика оқу материалын тезірек түсінуге көмектеседі	4,52 (0,64)	89,1	4,61 (0,61)	94,4
C2	Инфографика ұғымдар арасындағы байланысты (мысалы, ақпараттық үдерістердің реттілігін) көруге көмектеседі	4,47 (0,69)	87,5	4,56 (0,62)	88,9
C3	Инфографикамен ұсынылған материал есте жақсырақ сақталады	4,31 (0,75)	82,8	4,33 (0,77)	83,3
C4	Инфографика сабаққа деген қызығушылықты арттырады	4,44 (0,71)	85,9	4,50 (0,71)	88,9
C5	Инфографиканы өз бетінше жасау тақырыпты тереңірек талдауды талап етеді	4,25 (0,80)	79,7	4,39 (0,78)	83,3
C6	Инфографика жасау барысында ақпаратты іріктеу және құрылымдау дағдылары дамиды	4,39 (0,72)	84,4	4,44 (0,70)	88,9
C7	ЖИ құралдары инфографика жасауға кететін уақытты қысқартады	4,08 (0,88)	75,0	3,94 (0,94)	66,7
C8	ЖИ арқылы жасалған инфографика мазмұндық тексеруді қажет етеді	4,56 (0,61)	90,6	4,72 (0,57)	94,4
C9	Инфографиканы өз сабақтарында қолдануға дайынмын	4,20 (0,79)	78,1	4,28 (0,83)	77,8
C10	Инфографиканы информатика сабағында жүйелі қолдану қажет деп санаймын	4,36 (0,74)	84,4	4,50 (0,71)	88,9
	Шкала бойынша жалпы орташа мән	4,36	83,8	4,43	85,6

Ең жоғары бағалар инфографиканың материалды тез түсінуге (C1), ұғымдар арасындағы байланысты көруге (C2) және есте сақтауға (C3) көмектесуіне берілді, бұл когнитивтік және құрылымдаушы функцияларды растайды. Респонденттердің басым бөлігі инфографиканың

қызығушылықты арттыратынын (С4), ал оны өз бетінше жасау тақырыпты тереңірек талдауды талап етіп, ақпаратты іріктеу мен құрылымдау дағдыларын дамытатынын (С5–С6) атап өтті. ЖИ-ге қатысты тұжырымдарда топтар арасындағы ең айқын айырмашылық байқалды: ЖИ уақытты үнемдейді деген тұжырым (С7) мектептегі мұғалімдерде 4 балдан төмен бағаланған жалғыз тұжырым болды, ал ЖИ нәтижесін мазмұндық тексеру қажет деген тұжырым (С8) екі топта да ең жоғары бағаны алды, бұл 2-суреттегі міндетті тексеру кезеңінің негізділігін растайды. Респонденттердің шамамен төрттен үші инфографиканы өз сабағында қолдануға дайын (С9), ал одан да көбі оны жүйелі қолдануды қажет деп санайды (С10); бұл инфографика жасау дағдыларын әдістемелік пәндерде арнайы қалыптастыру керектігін көрсетеді.

Манн–Уитнидің U-критерийі студенттер мен мектептегі информатика мұғалімдерінің бағалары арасында статистикалық маңызды айырмашылықты анықтаған жоқ ($U = 521,5$; $p = 0,42$), яғни екі топтың пікірі негізінен сәйкес келеді.

Инфографиканы қолдануға ең тиімді кезеңдер ретінде студенттер жаңа материалды түсіндіруді (71,9%), бекітуді (65,6%) және қайталау мен жалпылауды (59,4%) атады; мектептегі информатика мұғалімдерінде де осы үш кезең алдыңғы орында болды (77,8%, 61,1% және 72,2%). Негізгі қиындықтар: мазмұнға сәйкес визуалды бейнені таңдау (34,4%), ЖИ мәтініндегі терминологиялық және логикалық қателер (28,1%), жасауға кететін уақыт (18,8%), сервистерде қазақ тіліндегі шаблондар мен қаріптердің жеткіліксіздігі (15,6%). Респонденттер қазақ тіліндегі инфографикалар банкін құруды және бағалау критерийлерін әзірлеуді ұсынды.

Дискуссия

Алынған нәтижелер инфографиканың оқу нәтижелеріне оң әсерін көрсеткен халықаралық зерттеулермен сәйкес келеді [14]. Болашақ информатика мұғалімдері үшін инфографика тек оқу құралы емес, кәсіби әрекеттің объектісі: оны жасау барысында олар мазмұнды талдауды және ұсыну форматын таңдауды үйренеді. ЖИ-ге қатысты нәтижелер инфографиканы жасау арнайы педагогикалық дизайнды қажет етеді деген ұстанымды қолдайды [15]: ЖИ жобалауды қолдайтын көмекші құрал, ал мазмұнның дұрыстығы үшін жауапкершілік информатика мұғаліміде қалады.

Ұсынылған тәсілдің ерекшелігі. ChatGPT сияқты құралдарды мектептегі информатика мұғалімдері мен студенттердің көпшілігі қолданады, сондықтан ЖИ-ді пайдаланудың өзі жаңалық емес. Біздің тәсіліміздің айырмашылығы: 1) ЖИНИ платформалары нақты пәндік мазмұн мен инфографика түрі тұрғысынан критерийлер негізінде таңдалады (3-кесте); 2) бір платформаның орнына гибриді тізбек ұсынылады, мазмұнның дұрыстығы мен оқу мақсаттарына сәйкестігін тексеру мұғалімнің жауапкершілігінде болады; 3) ЖИ жіберген қателер сыни талдауға арналған оқу ресурсы ретінде пайдаланылады (2-кесте); 4) болашақ мұғалім дайын өнімді тұтынушы емес, ЖИ негізіндегі инфографиканы сабақ мақсатына сай жобалайтын педагогикалық дизайнер ретінде дайындалады, сонымен қатар, кодқа негізделген визуализация ақпаратты көрнекі ұсынумен қатар, білім алушылардың логикалық ойлау дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді. Бұл тұжырым ЖИ жағдайында кеңейтілген ТРАСК нұсқаларында қарастырылатын технологияларды сыни бағалау құзыреттілігінің [4, 5] және жасанды интеллект құралдарын педагогикалық мақсаттарға сәйкес негіздеп қолдану қажеттігінің [6] маңыздылығын айқындайды.

Қорытынды

Зерттеу сұрақтарына сәйкес төмендегідей қорытындылар тұжырымдалды. Инфографика ақпараттық үдерістерді оқытуда когнитивтік, құрылымдаушы, мотивациялық, коммуникативтік, бақылау-диагностикалық және дамытушылық қызметтерді атқарады. ЖИ негізіндегі инфографиканың дәстүрлі нұсқадан басты айырмашылығы – оны адам мен ЖИ-дің бірлесіп әзірлеуі, мәтіндік сұраныстар арқылы құрастыру мүмкіндігі және дайын материалдың мазмұндық дұрыстығын міндетті түрде тексеру қажеттілігі (ЗС1). Зерттеу нәтижелері ЖИ негізіндегі инфографика платформаларының ешқайсысы оны әзірлеудің барлық кезеңдерін

бірдей деңгейде қамтамасыз етпейтінін көрсетті. Тілдік модельдер оқу мазмұнын құрылымдау мен мәтіндік ақпаратты жүйелеуге, Napkin AI және кодқа негізделген визуализация құралдары үдерістер мен олардың арасындағы байланыстарды сызбалық түрде көрсетуге, ал Canva дайын материалды көркем безендіруге қолайлы. Осыған байланысты инфографика әзірлеуде аталған құралдардың мүмкіндіктерін өзара толықтыратын гибридті тәсілді қолдану ұсынылады (ЗС2). Болашақ информатика мұғалімдерін ақпараттық үдерістерді оқытуда ЖИ негізіндегі инфографиканы қолдануға дайындаудың төрт компоненттен тұратын әдістемесі, практикалық тапсырмалар жүйесі және өзара байланысты алты кезеңді жүзеге асыру үлгісі әзірленді (ЗС3). Екі топ қатысушыларының да инфографиканы қолдануға оң баға бергенін көрсетті: бағалаудың жалпы орташа көрсеткіштері тиісінше 4,36 және 4,43 болды (ЗС4). Сонымен қатар, қатысушылар ЖИ көмегімен әзірленген материалдардың мазмұндық дұрыстығын міндетті түрде тексеру қажеттігін атап өтті. Топтар арасындағы бағалау айырмашылығы статистикалық тұрғыдан маңызды болмады. Қорытындылай келе, ақпараттық үдерістердің мазмұны мен инфографика түріне сәйкес ЖИ негізіндегі инфографика құралдарын критерийлер бойынша іріктеу және оларды кезең-кезеңімен қолдану тәсілдерін болашақ информатика мұғалімдерін дайындау әдістемесіне кіріктірумен сипатталады. Зерттеу нәтижелерін жоғары оқу орындарында әдістемелік пәндерде және информатика мұғалімдерінің біліктілігін арттыру курстарында қолдануға болады.

Пайдаланылған дереккөздер тізімі

- [1] Қазақстан Республикасында мектепке дейінгі, орта, техникалық және кәсіптік білім беруді дамытудың 2023–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы. ҚР Үкіметінің 2023 жылғы 28 наурыздағы № 249 қаулысы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2500000271>
- [2] Жакупова А., Жолиаева М. Инфографика педагогикалық процесте қолданылатын ақпаратты визуализациялау құралы ретінде // Педагогика и методы обучения. 2021. № 4(57). С. 5–9. <https://doi.org/10.47344/sdu20bulletin.v57i4.603>
- [3] Лапчик М.П., Рагулина М.И., Семакин И.Г., Хеннер Е.К. Методика обучения информатике: учебное пособие. СПб.: Лань, 2016. 392 с.
- [4] Mishra P., Warr M., Islam R. TPACK in the age of ChatGPT and Generative AI // Journal of Digital Learning in Teacher Education. 2023. Vol. 39(4). P. 235–251. <https://doi.org/10.1080/21532974.2023.2247480>
- [5] Celik I. Towards Intelligent-TPACK: an empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education // Computers in Human Behavior. 2023. Vol. 138. Art. 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- [6] Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2019. Vol. 16. Art. 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- [7] Kasneci E., Sessler K., Küchemann S. et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education // Learning and Individual Differences. 2023. Vol. 103. Art. 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- [8] Шекербекова Ш., Базарбаева Ү. Білімді цифрландыру жағдайында болашақ информатика мұғалімдерін ақпараттық үдерістерді оқытуға дайындау қажеттігі // Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы. Физика-математика ғылымдары сериясы. 2025. № 91(3). Б. 335–345. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2025.91.3.030>
- [9] Bekezhanova A., Bidaibekov Y., Mametzhanova N. Using infographics to teach object-oriented programming to future computer science teachers // Journal of e-Learning and Knowledge Society. 2023. Vol. 19(2). P. 60–67. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135752>
- [10] Бондарева К.Д., Исаева М.А. Инфографика в обучении информатике: эффективный способ представления материала для VII класса // Информатика в школе. 2024. № 1. С. 28–34. <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2024-23-1-28-34>
- [11] Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М.: Высшая школа, 1991. 207 с.

[12] Лантев В.В. Изобразительная статистика: введение в инфографику. СПб.: Эйдос, 2012. 180 с.

[13] Mayer R.E. *Multimedia Learning*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2009. 304 p.

[14] Elaldi Ş., Çifçi T. The effectiveness of using infographics on academic achievement: a meta-analysis and a meta-thematic analysis // *Journal of Pedagogical Research*. 2021. Vol. 5(4). P. 92–118. <https://doi.org/10.33902/JPR.2021473498>

[15] Ozdamli F., Ozdal J. Developing an instructional design for the design of infographics and the evaluation of infographic usage in teaching // *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2018. Vol. 14(4). P. 1197–1219. <https://doi.org/10.29333/ejmste/81868>

References

[1] Қазақстан Республикасында мектепке дејингі, орта, техникалық және кәсіптік білім беруді дамытудың 2023–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы [Concept for the Development of Preschool, Secondary, and Technical and Vocational Education in the Republic of Kazakhstan for 2023–2029]. ҚР Үкіметінің 2023 жылғы 28 наурыздағы № 249 қаулысы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2500000271>

[2] Zhakupova A., Zholshaeva M. (2021) Infografika pedagogikalық proceste қoldanylatyn ақпаратты vizualizacijalau қыралы retinde [Infographics as a tool for visualizing information used in the pedagogical process] // *Pedagogika i metody obuchenija*. № 4(57). 5–9. <https://doi.org/10.47344/sdu20bulletin.v57i4.603>

[3] Lapchik M.P., Ragulina M.I., Semakin I.G., Henner E.K. (2016) *Metodika obuchenija informatike [Methodology of Teaching Computer Science]: uchebnoe posobie*. SPb.: Lan', 392.

[4] Mishra P., Warr M., Islam R. (2023) TPACK in the age of ChatGPT and Generative AI. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. Vol. 39(4). 235–251. <https://doi.org/10.1080/21532974.2023.2247480>

[5] Celik I. (2023) Towards Intelligent-TPACK: an empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education // *Computers in Human Behavior*. Vol. 138. Art. 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>

[6] Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. (2019) Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. Vol. 16. Art. 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

[7] Kasneci E., Sessler K., Küchemann S. et al. (2023) ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education // *Learning and Individual Differences*. Vol. 103. Art. 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>

[8] Shekerbekova Sh., Bazarbaeva Y. (2025) Bilimdi cifrlandyru zhaздajynda bolashaқ informatika myғalimderin ақпараттық үдеристерді оқытуға дайындау қазhettigi [The need to prepare future computer science teachers to teach information processes in the context of the digitalization of education.] // *Abaj atyndaғы ҚазҰПУ Хабарshysy. Fizika-matematika ғылымдары serijasy*. №91(3). 335–345. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2025.91.3.030>

[9] Bekezhanova A., Bidaibekov Y., Mametzhanova N. (2023) Using infographics to teach object-oriented programming to future computer science teachers // *Journal of e-Learning and Knowledge Society*. 2023. Vol. 19(2). 60–67. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135752>

[10] Bondareva K.D., Isaeva M.A. (2024) Infografika v obuchenii informatike: jeffektivnyj sposob predstavlenija materiala dlja VII klassa [Infographics in Computer Science Education: An Effective Way to Present Material for 7th Grade] // *Informatika v shkole*. № 1. 28–34. <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2024-23-1-28-34>

[11] Verbickij A.A. (1991) Aktivnoe obuchenie v vysshej shkole: kontekstnyj podhod [Active Learning in Higher Education: A Contextual Approach. Visual]. M.: Vysshaja shkola, 207.

[12] Laptev V.V. (2012) *Izobrazitel'naja statistika: vvedenie v infografiku [Statistics: An Introduction to Infographics]*. SPb.: Jeidos, 180.

[13] Mayer R.E. (2009) *Multimedia Learning*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 304.

[14] Elaldi Ş., Çifçi T. (2021) The effectiveness of using infographics on academic achievement: a meta-analysis and a meta-thematic analysis // *Journal of Pedagogical Research*. Vol. 5(4). 92–118. <https://doi.org/10.33902/JPR.2021473498>

[15] Ozdamli F., Ozdal J. Developing an instructional design for the design of infographics and the evaluation of infographic usage in teaching // *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2018. Vol. 14(4). P. 1197–1219. <https://doi.org/10.29333/ejmste/81868>