



ӘОЖ 528.94

FTAXP 20.23.27

DOI 10.37238/2960-1371.2960-138X.2026.101(1).34

<sup>1,2</sup>Т.Қ. Тоқмамбетова\*, <sup>1</sup>Д.Б. Қумар, <sup>2</sup>О.П. Кузнецова, <sup>2</sup>Н.З. Баширова

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>ЖШС «Ионосфера Институты» Алматы, Қазақстан

\*Корреспондент-авторы: tokmambetova.t@ionos.kz

E-mail: tokmambetova.t@ionos.kz, oksana\_d\_s@mail.ru, nbashyrova@gmail.com

## ГЕОДЕРЕКТЕРДІ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН ВЕБ ҚОСЫМШАНЫ ӘЗІРЛЕУ

**Аңдатпа.** Мақалада мысал ретінде Қазақстан аймақтарындағы урбанизация көрсеткіштерін пайдалана отырып, географиялық деректерді қарау және талдау үшін веб-қосымшаны әзірлеу қарастырылады. Зерттеудің өзектілігі кеңістіктік деректер көлемінің ұлғаюымен және оларды интерактивті веб-құралдар көмегімен талдау мен интерпретациялау қажеттілігінен туындайды.

ArcGIS Online бұлттық платформасы және ArcGIS Experience Builder пайдаланушы интерфейсінің жобалау ортасы веб-ГАЗ-ды бағдарламалау кодын жазбай-ақ жүзеге асыруға мүмкіндік беретін технологиялық негіз ретінде қолданылды. Мақалада веб-клиенттік интерфейстен, серверлік инфрақұрылымнан және географиялық деректерді сақтау қабатынан тұратын жүйенің архитектурасы сипатталады. Бастапқы деректер Қазақстан Республикасының Ұлттық статистика бюросының 2022–2025 жылдарға арналған ресми статистикалық материалдарынан алынды.

Әзірленген веб-қосымша урбанизация көрсеткіштерін интерактивті түрде визуализациялауға, аймақтарды тақырыптық критерийлер бойынша сүзуге, статистикалық диаграммалар құруға және қалалық кеңістікті үш өлшемді форматта бейнелеуге мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер географиялық және статистикалық деректерді біртұтас визуалды ортада біріктіру үшін веб-ГАЗ технологияларының жоғары тиімділігін көрсетеді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы әзірленген веб-қосымшаны аумақтық мониторинг, әлеуметтік-экономикалық процестерді талдау және басқарушылық шешімдерді қолдау сияқты қолданбалы міндеттерді шешуде пайдалануға болатынымен айқындалады.

**Кілт сөздер:** веб-ГАЗ; кеңістіктік деректер; урбанизация; ArcGIS Online; ArcGIS Experience Builder; интерактивті карталар; бұлтты технологиялар; кеңістіктік талдау; деректерді визуализациялау; геоақпараттық жүйе.

### *Kіpіcne*

Географиялық ақпараттық жүйелер (ГАЗ) қоғамның цифрлық трансформациясының бір бөлігі ретінде жұмыс үстелі бағдарламалық шешімдерінен бұлттық және веб-платформаларға көшу нәтижесінде елеулі өзгерістерге ұшырауда. Заманауи веб-ГАЗ технологиялары кеңістіктік деректерге браузер негізінде қолжетімділікті қамтамасыз етіп, олардың ғылыми зерттеулерде, аумақтық басқаруда және білім беру қызметінде қолданылу аясын едәуір кеңейтеді [1].

Веб-картографияның эволюциясына тек технологиялық жетістіктер ғана емес, сонымен қатар ақпаратты талдау үдерісінде карталардың өзгеріп отырған қызметі де әсер етуде. Қазіргі картография деректердегі географиялық заңдылықтарды, тенденциялар мен ауытқуларды анықтауға мүмкіндік беретін визуалды талдау құралы ретінде қарастырылады [2]. Кеңістіктік деректерді визуализациялау аумақтық жоспарлау, урбанистика және аймақтық әлеуметтік-экономикалық дамуда шешім қабылдауды қолдаудың маңызды құралына айналып отыр [3].

Веб-ГАЗ-дың маңызды қолдану салаларының бірі – урбанизация үдерістерін талдау болып табылады. Урбанизация – қала халқы үлесінің артуымен және елді мекендердің кеңістіктік ұйымдастырылуының өзгеруімен сипатталатын күрделі әлеуметтік-экономикалық процесс [4]. Қалалардың қарқынды кеңеюі жағдайында халықтың, инфрақұрылымның және құрылыстардың кеңістіктік таралуын көрнекі түрде бейнелеп, талдайтын құралдарға деген сұраныс артып келеді [5].

Дәстүрлі жұмыс үстелі ГАЗ жүйелері қуатты аналитикалық мүмкіндіктерге ие болғанымен, оларды пайдалану арнайы бағдарламалық жасақтаманы орнатуды және қолданушылардан кәсіби дағдыларды талап етеді. Ал веб-қосымшалар кең аудиторияға бағытталып, күрделі техникалық дайындықты қажет етпей-ақ интерактивті деректерге қолжетімділікті қамтамасыз етеді [1]. Бұлтты



шешімдерге көшу геоапарат саласында бұлтты есептеу тұжырымдамасына негізделген геодеректермен бірлесіп жұмыс істеу ортасын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Веб-ГАЖ-ды дамытудың заманауи тәсілдері төмен кодты және кодсыз платформаларға негізделіп, бағдарламалау кодын жазбай-ақ функционалды ақпараттық жүйелер құруға жағдай жасайды [6]. ArcGIS Online және ArcGIS Experience Builder сияқты платформалар географиялық деректерді визуализациялау, сүзу және талдау үшін дайын құралдар ұсынады.

Қазақстан Республикасындағы урбанизация үдерістері айқын географиялық дифференциациямен сипатталады, бұл қала халқының аймақтар бойынша біркелкі бөлінбеуінен көрінеді. Қазақстан Республикасының Ұлттық статистика бюросының ресми деректері ірі агломерацияларда урбанизация деңгейінің тұрақты өсіп отырғанын, ал бірқатар өңірлерде ауыл халқының үлесі әлі де жоғары екенін көрсетеді [7].

Ауқымды статистикалық деректердің болуына қарамастан, оларды көрнекі визуалды форматта ұсыну мүмкіндігі шектеулі күйінде қалып отыр. Ресми ресурстардың көпшілігі ақпаратты кестелік түрде береді, бұл кеңістіктік үрдістерді анықтауды және аймақтар бойынша салыстырмалы талдау жүргізуді қиындатады. Осы тұрғыдан алғанда, статистикалық мәліметтерді картографиялық визуализациямен біріктіретін бірыңғай интерактивті веб-қосымшаны құру өзекті болып табылады [8].

Осы зерттеудің мақсаты – Қазақстан Республикасының аймақтарындағы урбанизация көрсеткіштерін бағалау және бұлтты ГАЖ платформасы негізінде геодеректерді көрсету мен талдауға арналған веб-қосымша әзірлеу болып табылады.

Аталған мақсатқа жету үшін жұмыста келесі міндеттерді шешу көзделеді:

- веб-ГАЖ және геовизуализацияның заманауи тәсілдерін талдау;
- веб-қосымша әзірлеуге арналған архитектуралық-технологиялық платформаны таңдау;
- ресми статистикалық деректерді геоапараттық ортаға интеграциялау;
- сүзу, визуалды аналитика және үш өлшемді модельдеу мүмкіндіктері бар пайдаланушы интерфейсіні құру;

- әзірленген жүйенің функционалдык мүмкіндіктерін бағалау.

Осылайша, зерттеу геоапараттық технологиялардың қазіргі даму тенденцияларына сәйкес урбанизацияны бағалаудың қолданбалы мәселесін шешуге бағытталып, геовизуализацияның теориялық негіздерін веб-ГАЖ-ды практикалық тұрғыда жүзеге асырумен ұштастырады [8].

#### *Зерттеу материалдары мен әдістері*

Әзірленіп жатқан веб-қосымша клиенттік және серверлік деңгейлерге бөлінген Web GIS бұлттық архитектурасы негізінде іске асырылды. Кеңістіктік деректерді сақтау, өңдеу және визуализациялау бұлттық платформада жүзеге асырылады, ал оларға қол жеткізу үшін кәдімгі веб-шолғыш қолданылады [1]. Аталған архитектура геоинформатика саласындағы бұлтты есептеулердің заманауи тәсілдеріне сәйкес келіп, жоғары деңгейдегі масштабталуды, қолжетімділікті және соңғы пайдаланушының аппараттық ресурстарына тәуелсіздікті қамтамасыз етеді [9]. Есептеулердің негізгі бөлігі жергілікті құрылғыда орындалатын дәстүрлі жұмыс үстелі ГАЖ жүйелерінен айырмашылығы, онлайн ГАЖ орталықтандырылған деректерді өңдеуге және оларға таратылған түрде қол жеткізуді ұйымдастыруға бағытталған [1].

Зерттеудің негізгі платформасы ретінде географиялық деректерді жариялауға, сақтауға және бөлісуге арналған бұлттық инфрақұрылым болып табылатын ArcGIS Online жүйесі таңдалды [8].

Пайдаланушы интерфейсі ArcGIS Experience Builder ортасында құрастырылып, ол бағдарламалау кодын жазуды қажет етпестен интерактивті веб-қосымшаларды әзірлеуге мүмкіндік береді [10].

Осылайша, әзірленген жүйенің архитектурасы келесі негізгі компоненттерден тұрады:

- клиенттік деңгей (веб-интерфейс);
- көрнекі талдау модулі (Experience Builder);
- серверлік деңгей (ArcGIS Online);
- кеңістіктік деректерді сақтау қабаты.



1 сурет - ArcGIS Online платформасына негізделген веб-қосымшаның архитектурасы

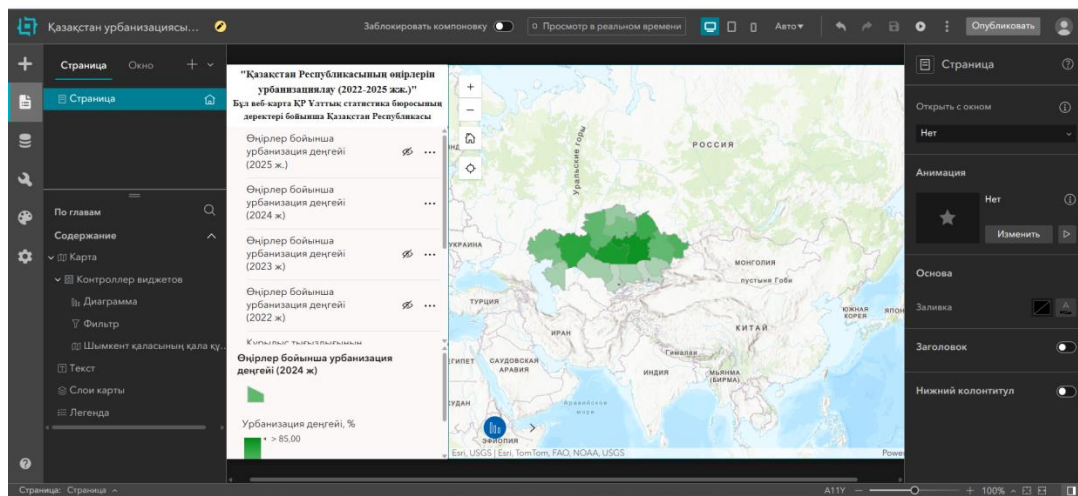
Аталған архитектура Esri еңбектерінде сипатталған веб-ГАЗ-ды құру қағидаттарына толық сәйкес келеді.

#### **Технологиялық платформа және құралдар**

Қолжетімділік, интерактивтілік және пайдаланушы интерфейсін іске асырудың қарапайымдылық талаптары технологиялық платформаны таңдаудың негізгі өлшемдері болды. Әзірлеудің базалық ортасы ретінде ArcGIS Online платформасы таңдалып, оның құрамына веб-карталарды жариялау, қабаттарды басқару және визуалды аналитика құралдары енгізілді [8]. ArcGIS Experience Builder – бағдарлама кодын жазбай-ақ дайын модульдерді пайдалану арқылы күрделі пайдаланушы интерфейстерін құруға мүмкіндік беретін төмен кодты және кодсыз шешім болып табылады [6]. Аталған тәсіл визуалды дизайн мен модульдік архитектураға негізделген ақпараттық жүйелерді әзірлеудің заманауи үрдістеріне сәйкес келеді [11].

Жұмыста келесі негізгі құралдар қолданылды:

- Web Map– кеңістіктік деректерді бейнелеу үшін;
- Hosted Feature Layer – атрибуттық ақпаратты сақтау үшін;
- Scene Layer – үш өлшемді визуализацияны іске асыру үшін;
- Chart Widget– статистикалық талдау жүргізу үшін;
- Filter Widget– деректерді семантикалық түрде іріктеу үшін.



2 сурет - Веб-қосымшаның пайдаланушы интерфейсінің жалпы көрінісі



Аталған құралдар интерактивті навигация, сүзу, визуалды жинақтау және деректерді салыстырмалы талдау сияқты веб-ГАЗ-дың негізгі функционалдық міндеттерін орындауға мүмкіндік береді [6,8].

#### ***Деректер көздері және оларды дайындау***

Бастапқы дереккөз ретінде Қазақстан Республикасының Ұлттық статистика бюросының 2022–2025 жылдарға арналған ресми статистикалық материалдары пайдаланылды, олар аймақтар бойынша қала және ауыл халқының көрсеткіштерін қамтиды [7].

Бастапқы деректер кестелік форматта ұсынылып, келесі негізгі атрибуттарды қамтиды:

- облыс атауы;
- қала халқының саны;
- ауыл халқының саны;
- урбанизация деңгейі (пайызбен).

Деректерді геоақпараттық ортаға енгізу мақсатында олар geojson форматына түрлендіріліп, ArcGIS Online платформасына жүктелді, содан кейін әкімшілік-аумақтық бірліктердің географиялық объектілерімен байланыстырылды.

Деректерді дайындау үдерісі келесі негізгі кезеңдерден тұрды:

- статистикалық көрсеткіштерді тазалау және валидациялау;
- аймақ атауларын біріздендіру;
- кестелік деректерді кеңістіктік көпбұрышты геометриямен байланыстыру;
- деректерді Hosted Feature Layer (орналастырылған мүмкіндіктер қабаты) ретінде жариялау.

Аталған әдістеме кеңінен қолданылатын геокеңістіктік деректерді өңдеу тәсілдеріне сәйкес келеді және атрибуттық пен кеңістіктік ақпараттың өзара дұрыс интеграциялануын қамтамасыз етеді [12,13].

#### ***Пайдаланушы интерфейсін енгізу***

Веб-қосымшаның пайдаланушы интерфейсін модульдік архитектураға негізделген және нақты уақыт режимінде деректерді қарау мен талдауға мүмкіндік беретін интерактивті компоненттер жиынтығын қамтиды.

Интерфейстің негізгі элементі Қазақстан Республикасы бойынша урбанизация көрсеткіштерінің кеңістікте таралуын бейнелейтін интерактивті веб-карта болып табылады. Навигация стандартты картографиялық масштабтау және жылжыту функциялары арқылы жүзеге асырылады.

Қабаттар тізімі (Layer List) модулі картографиялық мазмұнды басқару үшін қолданылады және әртүрлі жылдардағы тақырыптық қабаттарды, сондай-ақ қосымша әкімшілік қабаттарды қосуға және ажыратуға мүмкіндік береді. Legend модулі символдық жіктеу негізінде автоматты түрде қалыптасып, визуалды картографиялық коммуникация қағидаттарына сәйкес урбанизация деңгейлерінің түстік шкаласын түсіндіруді қамтамасыз етеді [2].

Деректерді сүзу Filter Widget модулі арқылы іске асырылады және аймақтарды урбанизация деңгейінің санаттары (өте жоғары, жоғары, орташа және төмен) бойынша іріктеуге мүмкіндік беретін логикалық өрнектерге негізделеді. Бұл тәсіл визуалды аналитикада кеңінен қолданылатын кеңістіктік объектілерді семантикалық сүзу әдістеріне сәйкес келеді [11].

#### ***Статистикалық және визуалды аналитика***

Популяция құрылымын талдау мақсатында диаграмма виджеті (Chart Widget) модулі қолданылады, ол белгілі бір аймақтағы қала және ауыл халқының арақатынасын көрсететін дөңгелек диаграммаларды құрастырады.

Диаграммаларды пайдалану сандық көрсеткіштерді көрнекі түрде біріктіруге мүмкіндік беріп, пайдаланушыға кеңістіктік деректерді визуалды аналитика қағидаттарына сәйкес статистикалық тұрғыдан талдауды жеңілдетеді [5].

Дәстүрлі кестелік ұсыну формаларымен салыстырғанда, деректерді визуалды түрде бейнелеу танымдық жүктемені төмендетіп, ақпаратты қабылдау тиімділігін арттырады [14].

#### ***Үшөлшемді визуализациялау***

Сондай-ақ жүйеде көрініс қабатына (Scene Layer) негізделген үш өлшемді визуализация модулі қарастырылған. Көрнекі мысал ретінде Шымкент қаласының кеңістіктік өсу моделін келтіруге болады.

Үшөлшемді көрініс қаланың кеңістіктік құрылымын, атап айтқанда ғимараттардың қабаттылығы мен құрылыстың тығыздығын талдауға мүмкіндік береді. Мұндай тәсілдер қазіргі заманғы урбанистикада және кеңістіктік жоспарлау саласында кеңінен қолданылады [3].

Екі өлшемді карталармен салыстырғанда, 3D визуализация ақпаратты қабылдаудың көрнекілігін арттырып, кеңістіктік процестерді тереңірек түсінуге жағдай жасайды [2].

#### ***Әдістемелік шектеулер***



Әзірленген жүйенің негізгі шектеулерінің бірі оның интернет қосылымына және Esri платформасының бұлттық архитектурасына тәуелділігі болып табылады. Сонымен қатар, қосымшаның функционалдық мүмкіндіктері ArcGIS Experience Builder ортасында қолжетімді құралдар жиынтығымен шектеледі.

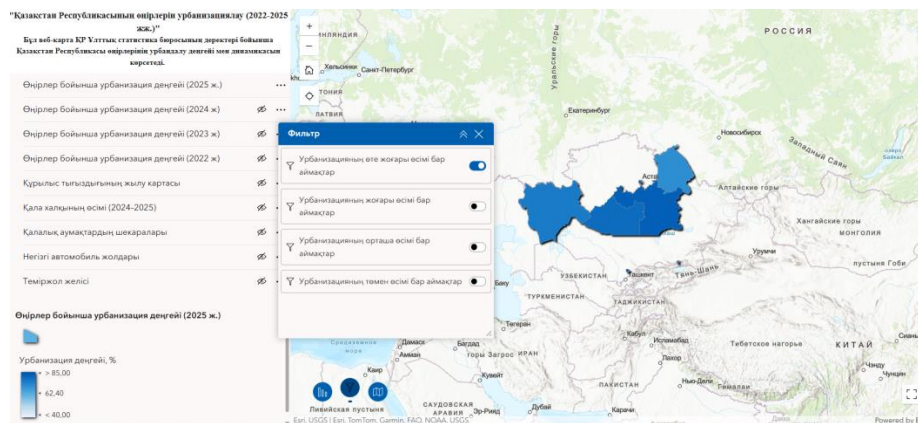
Соған қарамастан, таңдалған архитектура әлеуметтік-экономикалық деректерді ұсыну мен талдаудағы бірқатар мәселелерді шешуге жеткілікті икемділік пен масштабталу деңгейін қамтамасыз етеді, бұл веб-ГАЖ дамуының қазіргі үрдістеріне толық сәйкес келеді [8].

*Зерттеу нәтижелері*

Зерттеу нәтижесінде 2022–2025 жылдар аралығында Қазақстан аймақтарындағы урбанизация көрсеткіштерін визуализациялау және талдау үшін интерактивті веб-қосымша әзірленді. Құрылған жүйе ресми статистикалық деректерді картографиялық визуализация және визуалды аналитика құралдарымен біріктіретін кешенді шешім болып табылады.

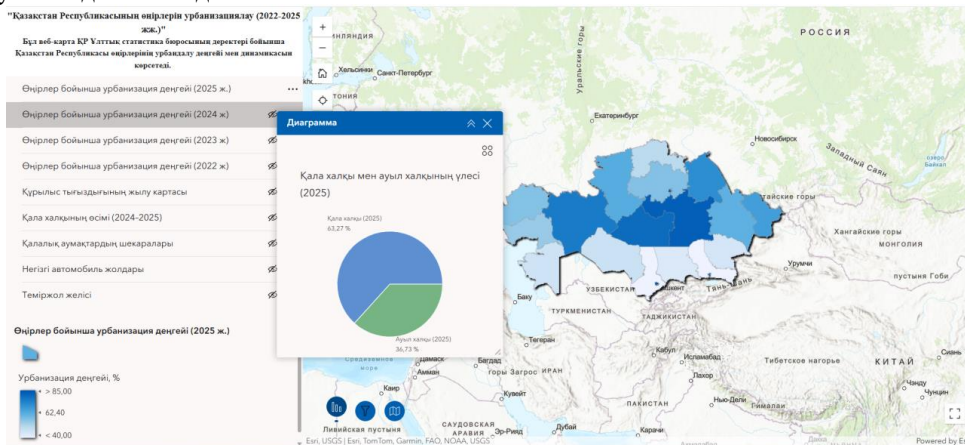
2-суретте жасалған веб-қосымшаның жалпы пайдаланушы интерфейсі көрсетілген. Интерфейс картографиялық панельді, қабаттарды басқару модулін, аңызды (legend) және аналитикалық құралдарды қамтитын біртұтас интерактивті орта ретінде ұйымдастырылған. Мұндай құрылым навигацияны жеңілдетіп, пайдаланушыға терезелер арасында ауыспай-ақ негізгі операцияларды орындауға мүмкіндік береді.

Жүйенің негізгі компоненті – аймақтар бойынша урбанизация деңгейлерін бейнелейтін тақырыптық карта болып табылады. Әр жылға (2022, 2023, 2024 және 2025) жеке қабаттар құрастырылып, көрсеткіштердің уақыт бойынша өзгерісін салыстырмалы түрде зерттеуге мүмкіндік береді. Картадағы түстік шкала автоматты түрде қалыптасып, урбанизацияның сандық мәндерін пайыздық түрде көрсетеді.



3 сурет - Урбанизация деңгейлері бойынша аймақтарды сүзу процесі

3-суретте географиялық деректерді сүзу модулінің жұмыс істеу принципі бейнеленген. Сүзу урбанизация деңгейінің санаттары негізінде жүзеге асырылады, бұл өте жоғары, жоғары, орташа және төмен деңгейдегі аймақтарды іріктеуге мүмкіндік береді. Семантикалық сүзгілерді қолдану кеңістіктік заңдылықтарды анықтауды едәуір жеңілдетіп, пайдаланушының назарын ең маңызды деректерге шоғырландыруға жағдай жасайды.



4 сурет - Қала мен ауыл тұрғындарының арақатынасының диаграммасы





Статистикалық диаграммалар визуалды деректерді жинақтау үшін ерекше тиімді құрал болып табылады. Кестелік форматпен салыстырғанда, сандық көрсеткіштердің графикалық бейнеленуі танымдық жүктемені төмендетіп, ақпаратты қабылдау тиімділігін арттырады [5]. Бұл әсіресе күрделі құрылымға ие және үлкен көлемдегі әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштерді талдау барысында маңызды.

Үш өлшемді визуализацияны енгізу жүйенің аналитикалық әлеуетін кеңейтіп, деректерді ұсынуды қалалық ортаның шынайы кеңістіктік құрылымына барынша жақындатады. Баттидің пікірінше, үш өлшемді қалалық модельдер урбанизация динамикасын және кеңістікті жоспарлауды бағалаудың тиімді құралы болып табылады [3]. 3D көріністерді пайдалану ғимараттардың тығыздығы мен қалалық аумақтардың кеңістіктік ұйымдасуын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, әзірленген веб-қосымшаның бірқатар шектеулері де бар. Негізгі кемшілігі - бұлттық инфрақұрылымға және Esri платформасының лицензиялық саясатына тәуелділігі. QGIS немесе Leaflet сияқты ашық бастапқы кодты шешімдермен салыстырғанда, ArcGIS Online платформасы пайдаланушы тіркелуін және коммерциялық қолжетімділікті талап етеді [8]. Бұл жағдай қаржылық ресурстар шектеулі болған жағдайда жүйенің ауқымын кеңейту мүмкіндіктерін төмендетуі мүмкін.

Тағы бір шектеу - қолданбаның функционалдығы Experience Builder ортасында қолжетімді құралдар жиынтығымен ғана шектелуі. Көрнекі түрде баптау мүмкіндіктері жеткілікті болғанымен, пайдаланушы деректерді өңдеудің күрделі алгоритмдерін бағдарламалаусыз жүзеге асыра алмайды, бұл жүйенің икемділігін толықтай дербес әзірленген веб-шешімдермен салыстырғанда төмендетеді [6].

Әзірленген жүйені QGIS Web немесе Google Maps API сияқты балама платформалармен салыстыру нәтижесінде ArcGIS Experience Builder статистикалық деректер мен визуалды аналитиканы біріктіру тұрғысынан анағұрлым кең интеграциялық мүмкіндіктер ұсынатыны анықталды, алайда жүйе архитектурасының икемділігі мен толық басқарылуы жағынан ашық шешімдерден біршама қалып қояды [15].

Қорытындылай келе, алынған нәтижелер онлайн-ГАЖ технологиялары геоақпараттық жүйелерді дамытудың перспективалы бағыты болып табылатынын және урбанизация сияқты әлеуметтік-экономикалық құбылыстарды зерттеуде тиімді қолдануға болатынын көрсетеді. Әзірленген веб-қосымша бұлттық ГАЖ тұжырымдамасының практикалық тұрғыда өміршең екенін және аумақтық мониторинг пен кеңістіктік талдау міндеттерін шешуге жарамды құрал екенін дәлелдейді.

#### *Қорытынды*

ArcGIS Online бұлттық платформасы негізінде Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша урбанизация көрсеткіштерін визуализациялау және талдау үшін интерактивті веб-геоақпараттық жүйе әзірленді. Картографиялық визуализация, сүзу құралдары, статистикалық аналитика және үшөлшемді модельдеу веб-қосымшаның бірыңғай пайдаланушы интерфейсында біріктірілді.

Зерттеу барысында арнайы бағдарламалық жасақтаманы орнатуды қажет етпей, кәдімгі веб-шолғыш арқылы кеңістіктік деректерге қол жеткізуге мүмкіндік беретін веб-ГАЖ архитектурасы іске асырылды. ArcGIS Experience Builder көмегімен төмен кодты әзірлеу қағидаттарына негізделген толыққанды пайдаланушы интерфейсі құрылды.

Жүйені практикалық тұрғыда қолдану ресми статистикалық деректерді кеңістіктік ақпараттық ортаға тиімді түрде интеграциялауға болатынын көрсетті. Урбанизация көрсеткіштерін жылдар бойынша визуализациялау, сондай-ақ семантикалық сүзгілер мен статистикалық диаграммаларды пайдалану кеңістіктік айырмашылықтар мен әлеуметтік-демографиялық үдерістерді көрнекі түрде талдауға мүмкіндік берді.

Әзірленген веб-қосымшаның маңызды ерекшеліктерінің бірі – жүйенің аналитикалық әлеуетін арттыратын және қалалық ортаның кеңістіктік құрылымын тереңірек түсінуге жағдай жасайтын қалалық ғимараттардың үш өлшемді визуализациясының енгізілуі болып табылады.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы мемлекеттік органдардың, ғылыми-зерттеу ұйымдарының және білім беру мекемелерінің урбанизация үдерістерін мониторингтеу және басқару шешімдерін қолдау мақсатында әзірленген онлайн-қосымшаны қолдана алу мүмкіндігімен анықталады.

Жүйенің болашақ даму перспективаларына аналитикалық модульдердің функционалдық мүмкіндіктерін кеңейту, уақыт қатарларын енгізу, әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштердің санын арттыру және пайдаланушы аналитикасының қосымша әдістерін интеграциялау жатады.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері веб-ГАЖ технологиялары геодеректерді ұсыну мен талдаудың тиімді құралы болып табылатынын және аумақтық жоспарлау, аймақтық даму мен әлеуметтік-экономикалық мониторинг сияқты бағыттарда қолдану әлеуетінің жоғары екенін дәлелдейді.

*Алғыс*



Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыруымен жүзеге асырылды (грант № BR24992865).

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Wang S., Zhong Y., Wang E. An integrated GIS platform architecture for spatiotemporal big data // *Future Generation Computer Systems*. – 2019. – Vol. 94. – P. 426–436. – DOI: 10.1016/j.future.2018.10.034.
- [2] Kraak M.-J., Ormeling F. *Cartography: Visualization of Spatial Data*. – 3rd ed. – New York: Guilford Press, 2010.
- [3] Batty M. *The New Science of Cities*. – Cambridge: MIT Press, 2013. – DOI: 10.7551/mitpress/9399.001.0001.
- [4] Kitchin R. The real-time city? Big data and smart urbanism // *GeoJournal*. – 2014. – Vol. 79, № 1. – P. 1–14. – DOI: 10.1007/s10708-013-9516-8.
- [5] Dickson M.M., Espa G., Giuliani D. Visualization of spatial data in the era of big data // *Computers, Environment and Urban Systems*. – 2017. – Vol. 62. – P. 1–3. – DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2016.10.002.
- [6] Peterson M.P. *Mapping in the Cloud*. – Cham: Springer, 2021.
- [7] Қазақстан Республикасының Ұлттық статистика бюросы [Электрондық ресурс]. – Қолжетімділік режимі: <https://stat.gov.kz/ru/region/?param=POPULATION> (жүктеу күні: 29.01.2026).
- [8] Esri. *Web GIS: Principles and Patterns*. – Redlands, CA: Esri Press, 2020.
- [9] Yang C., Raskin R., Goodchild M., Gahegan M. Geospatial cyberinfrastructure: past, present and future // *Computers, Environment and Urban Systems*. – 2011. – Vol. 35, № 4. – P. 264–277. – DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2010.04.001.
- [10] Esri. *ArcGIS Experience Builder Documentation* [Электрондық ресурс]. – Қолжетімділік режимі: <https://doc.arcgis.com> (жүктеу күні: 01.02.2026).
- [11] Andrienko N., Andrienko G. *Spatio-temporal visual analytics: a vision for 2020s*. – Berlin: Springer, 2020.
- [12] Li S., Dragicevic S., Anton F., Sester M. Geospatial Big Data Handling Theory and Methods: A Review and Research Challenges // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. – 2015. – Vol. 115. – P. 119–135. – DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2015.10.012.
- [13] Goodchild M.F. GIScience, geography, form, and process // *Annals of the Association of American Geographers*. – 2004. – Vol. 94, № 4. – P. 709–714. – DOI: 10.1111/j.1467-8306.2004.00424.x.
- [14] MacEachren A.M., Kraak M.-J. Research challenges in geovisualization // *Cartography and Geographic Information Science*. – 2001. – Vol. 28, № 1. – P. 3–12. – DOI: 10.1559/152304001782173970.
- [15] Roth R.E. User interface and user experience in geospatial visualization // *Cartography and Geographic Information Science*. – 2017. – Vol. 44, № 5. – P. 376–399. – DOI: 10.1080/15230406.2017.1347562.

#### REFERENCES

- [1] Wang S., Zhong Y., Wang E. An integrated GIS platform architecture for spatiotemporal big data // *Future Generation Computer Systems*. – 2019. – Vol. 94. – P. 426–436. – DOI: 10.1016/j.future.2018.10.034.
- [2] Kraak M.-J., Ormeling F. *Cartography: Visualization of Spatial Data*. – 3rd ed. – New York: Guilford Press, 2010.
- [3] Batty M. *The New Science of Cities*. – Cambridge: MIT Press, 2013. – DOI: 10.7551/mitpress/9399.001.0001.
- [4] Kitchin R. The real-time city? Big data and smart urbanism // *GeoJournal*. – 2014. – Vol. 79, № 1. – P. 1–14. – DOI: 10.1007/s10708-013-9516-8.
- [5] Dickson M.M., Espa G., Giuliani D. Visualization of spatial data in the era of big data // *Computers, Environment and Urban Systems*. – 2017. – Vol. 62. – P. 1–3. – DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2016.10.002.
- [6] Peterson M.P. *Mapping in the Cloud*. – Cham: Springer, 2021.
- [7] Qazaqstan Respublikasynyn Ul'tyq statistika byurosy [The Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan]. Retrieved from <https://stat.gov.kz/ru/region/?param=POPULATION> (accessed 29.01.2026) [in Russian].
- [8] Esri. *Web GIS: Principles and Patterns*. – Redlands, CA: Esri Press, 2020.
- [9] Yang C., Raskin R., Goodchild M., Gahegan M. Geospatial cyberinfrastructure: past, present and future // *Computers, Environment and Urban Systems*. – 2011. – Vol. 35, № 4. – P. 264–277. – DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2010.04.001.
- [10] Esri. *ArcGIS Experience Builder Documentation* [Electronic resource]. – Available at: <https://doc.arcgis.com> (accessed 01.02.2026).
- [11] Andrienko N., Andrienko G. *Spatio-temporal visual analytics: a vision for 2020s*. – Berlin: Springer, 2020.



[12] Li S., Dragicevic S., Anton F., Sester M. Geospatial Big Data Handling Theory and Methods: A Review and Research Challenges // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2015. – Vol. 115. – P. 119–135. – DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2015.10.012.

[13] Goodchild M.F. GIScience, geography, form, and process // Annals of the Association of American Geographers. – 2004. – Vol. 94, № 4. – P. 709–714. – DOI: 10.1111/j.1467-8306.2004.00424.x.

[14] MacEachren A.M., Kraak M.-J. Research challenges in geovisualization // Cartography and Geographic Information Science. – 2001. – Vol. 28, № 1. – P. 3–12. – DOI: 10.1559/152304001782173970.

[15] Roth R.E. User interface and user experience in geospatial visualization // Cartography and Geographic Information Science. – 2017. – Vol. 44, № 5. – P. 376–399. – DOI: 10.1080/15230406.2017.1347562.

**Токмамбетова Т.К., Кумар Д.Б., Кузнецова О.П., Баширова Н.З.**

### **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЕОДАНЫХ**

**Аннотация.** В статье рассматривается разработка веб-приложения для визуализации и анализа геопространственных данных на примере показателей урбанизации регионов Республики Казахстан. Актуальность исследования обусловлена ростом объёмов пространственной информации и необходимостью использования интерактивных веб-инструментов для её анализа и интерпретации.

В качестве технологической основы использована облачная платформа ArcGIS Online и конструктор пользовательских интерфейсов ArcGIS Experience Builder, позволяющие реализовать web GIS без необходимости программирования. В работе описана архитектура системы, включающая клиентский веб-интерфейс, серверную инфраструктуру и хранилище пространственных данных. В качестве исходных данных использованы официальные статистические материалы Бюро национальной статистики Республики Казахстан за 2022–2025 годы.

Разработанное веб-приложение обеспечивает интерактивную визуализацию показателей урбанизации, фильтрацию регионов по тематическим признакам, построение статистических диаграмм и трёхмерную визуализацию городской застройки. Полученные результаты демонстрируют эффективность применения web GIS для интеграции пространственных и статистических данных в единой визуальной среде.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанного веб-приложения в задачах территориального мониторинга, анализа социально-экономических процессов и поддержки принятия управленческих решений.

**Ключевые слова:** веб-ГИС; пространственные данные; урбанизация; ArcGIS Online; ArcGIS Experience Builder; интерактивные карты; облачные технологии; пространственный анализ; визуализация данных; геоинформационная система.

### **Tokmambetova Togzhan, Kumar Dauren, Kuznetsova Oksana, Bashirova Nuriya DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION FOR GEODATA VISUALIZATION**

**Annotation.** The article examines the development of a web application for the visualization and analysis of geospatial data using the case of urbanization indicators in the regions of the Republic of Kazakhstan. The relevance of the study is determined by the growing volume of spatial information and the need to employ interactive web-based tools for its analysis and interpretation.

The cloud-based platform ArcGIS Online and the user interface builder ArcGIS Experience Builder were used as the technological foundation, enabling the implementation of a Web GIS without the need for programming. The paper describes the system architecture, which includes a client-side web interface, server-side infrastructure, and a geospatial data storage layer. The initial data were obtained from the official statistical materials of the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan for the period 2022–2025.

The developed web application provides interactive visualization of urbanization indicators, thematic filtering of regions, generation of statistical charts, and three-dimensional visualization of urban development. The obtained results demonstrate the effectiveness of Web GIS technologies for integrating spatial and statistical data within a unified visual environment.

The practical significance of the study lies in the potential use of the developed web application for territorial monitoring, analysis of socio-economic processes, and decision support in spatial planning and public administration.

**Keywords:** Web GIS; geospatial data; urbanization; ArcGIS Online; ArcGIS Experience Builder; interactive maps; cloud technologies; spatial analysis; data visualization; geographic information system.