

А.В. Орещенко

ORCID:0000-0002-8363-6885
andrey_o@ukr.net

Український гідрометеоро-
логічний інститут
Державної служби України
з надзвичайних ситуацій
та НАН України

УДК 551.583:528.94+556.5:528.94+331.101.6

DOI: <https://doi.org/10.15407/Meteorology2024.06.080>

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ДО СТВОРЕННЯ ВЕБ-БАЗОВАНОГО АТЛАСУ “КЛІМАТ І ВОДНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ”

Метою цього дослідження є опис методів оптимізації процесу створення веб-базованого атласу «Клімат і водні ресурси України». Коротко викладено прогресивні методи створення веб-оболонки атласу, самих карт, складання проєкту атласу і його виконання. В огляді літератури викладено особливості створення фундаментальних картографічних творів, час, затрачений на це, показано важливість використання методів оптимізації виробництва картографічної продукції. Детально описано суть серійного картографування за допомогою автоматичної картографічної системи, крупно-вузлове збирання веб-оболонки атласу, пірамідальний алгоритм розроблення проєкту, скорочення кількості виробничих процесів, метод уніфікації карт, групування однакових чи подібних задач, використання «файлу скороченого технічного проєкту», автоматизацію виробничих процесів, покрокове просування з попереднім визначеним результатом. У результаті використання цих та інших методів час, витрачений на розроблення атласу, скоротився із 7 тис. робочих годин до 1,5 тис. Розробку атласу завершено у 2023 році та опубліковано за посиланням: <https://maps.uhmi.org.ua>. Зроблено висновок, що ці методи оптимізації складають суперкомпетентність, відповідальну за якість і продуктивність праці. Атлас містить понад 5000 карт, більшість із яких виконано за розробленою методикою. На цих картах зображено: середню, максимальну та мінімальну температуру повітря за місяць, опади, кліматичну температурну норму, прогноз зміни клімату, хвилі холоду, тепла та різкі зміни температури повітря, а також багато інших показників.

Ключові слова: атлас, веб, методика, картографування, клімат, водні ресурси, автоматизація, оптимізація.

ВСТУП

Останніми роками наукове співтовариство демонструє постійне зростання попиту на веб-базовану цифрову кліматичну інформацію. У зв'язку з цим посилюються вимоги до нових методів і способів представлення гідрометеорологічної інформації для забезпечення галузей економіки, бізнесу, громадян України. Одним з таких методів є атласне картографування. Розроблення Атласу клімату та водних ресурсів України є необхідним кроком для забезпечення стійкого розвитку країни в умовах зміни клімату. За допомогою серій карт є можливість наочного представлення інформації не лише про основні закономірності просторового розподілу тієї чи іншої метеорологічної величини, а й відтворити найсуттєвіші деталі, зумовлені циркуляційними процесами, особливостями місцевого рельєфу, близькістю моря та іншими чинниками. Тому веб-базований атлас “Клімат і водні ресурси України” планувався як видання фундаментальної

картографічної енциклопедичної роботи загальнодержавного рівня.

Актуальність теми дослідження та її новизна полягають в узагальненні набору специфічних методів, використаних для створення такого атласу. Із досвіду розроблення картографічних продуктів можна вказати, що висвітлення у статті процесу розроблення атласу є важливим через поширення невірних з організаційної точки зору підходів, які трапляються досить часто. Більшість методик створення фундаментальних картографічних продуктів недосконалі, мають багато недоліків, а у переважній більшості випадків — взагалі відсутні. Фахівці створюють атлас так, як звикли, без теоретичного обґрунтування. Відповідно, порушуються строки видання, атлас виходить недоробленим, незакінченим, із багатьма технічними компромісами.

Проблема полягає у відсутності теоретичних знань і навичок управління проєктами, а фахівці саможливо не освоювали цю дисципліну. Також вони

ніколи не займалися організацією виробництва, та навіть більше — ні разу в житті не створили закінчений прилад, інструмент, макет, тобто матеріальний продукт. Такі фахівці проєктують задачу без огляду на виробничі процеси, наявні можливості та обладнання. Без наявного досвіду і бажання розібратися із вимогами та принципами матеріального виробництва, створення фундаментального видання стає занадто працезатратним. Отже, мета цього дослідження полягає у розробленні загальних підходів до комплексування оптимізованих методів атласного картографування, використаних для веб-базованого атласу “Клімат і водні ресурси України”, що може стати методичною основою для підготовки відповідних фахівців.

ІСНУЮЧІ ПІДХОДИ ТА НАПРАЦЮВАННЯ

По-перше, видання визначних атласів, як правило, супроводжується публікаціями, з яких можемо довідатися про технології застосовані для розроблення цих картографічних творів. Зокрема, Національний атлас України містить понад 800 карт розміщених у шести тематичних блоках (Шпак, Руденко, Бочковська, 2008). Видання такого складного продукту відбувалося у 2 етапи. Перший — “ картування ” — включав авторські роботи зі створення оригіналів карт, науково-картографічне редагування і перевірку даних. Другий — “ картографування ” — створення картографічного оригіналу Атласу, підготовка його до друку і його тиражування. Над цим атласом працювали “ понад десять інститутів Національної академії наук України, кілька інститутів Академії аграрних наук України, низка провідних університетів України та науково-дослідних підрозділів ряду міністерств ”, що зазначено у роботі (Л.Г. Руденко, 2002).

Імовірно технологія роботи передбачала створення робочої групи для кожної карти або кількох карт із профільних учених і виготовлення ними авторського оригіналу. А вже фахівці Інституту географії та ДНВП “Картографія” виконували оцифрування і перенесення даних на стандартну картографічну основу, підготовку її до видання і розміщення карти у макеті атласу. Електронну версію атласу розробило ТОВ “Інтелектуальні Системи ГЕО” під керівництвом В. С. Чабанюка (Чабанюк, Дишлик, 2014; Полякова, 2010). Таким чином, над створенням атласу з 6 розділів і 865 карт працювало 3 організації (Інститут географії, ДНВП Картографія та Інтелектуальні Системи ГЕО) та було залучено ряд допоміжних установ (переважно інститути НАН України). Це дозволяє уявити обсяг роботи зі створення видання на 440 сторінок. Електронна версія НАУ,

доступна автору, в загальних рисах подібна до атласу “Клімат і водні ресурси України” за концепцією і способом реалізації.

Аналогічно, національні атласи інших держав також цінні наявністю публікацій від розробників цих творів, що дає можливість оцінити затрачений час на їх створення і співставити його із об’ємом атласу, кількістю задіяних організацій, орієнтовною чисельністю працівників, залучених до видання твору. А також вивчити досвід іноземних колег, оцінити їхні зусилля затрачені на підготовку видань. Наприклад, національний атлас Литви (Kriščiūnienė et al., 2019; Володченко, 2015) складається із чотирьох томів — фахівці вирішили розділити цей об’ємний проєкт на частини. Перший том було видано після 7 років роботи над ним — у 2014 р. Формат атласу 74×80 см, об’єм 142 сторінки. Видання атласу фінансується Національною геодезичною службою Литви, Міністерством сільського господарства та Вільнюським університетом. Усього перший том містить 235 карт, зазвичай на одній сторінці розміщено по 2–3 карти. Слід сказати, що через 1 рік, в 2015 р., було випущено другий том атласу, тому не всі 7 років було затрачено на створення 1 тому. Швидше 1 частина випускається за 4 роки.

Національний атлас Угорщини відрізняється від інших подібних творів наявністю трьох видань: 1964–1967 та 1983–1989 рр., а також розпочате у 2013 і закінчене у 2018, 2021 і 2024 роках відповідно (3 томи з 4-х). Тобто створення атласу не починалося без напрацювань. Останнє видання підготовлене Інститутом географії, Дослідницьким центром з астрономії та наук про Землю Угорської академії наук у партнерстві з Відділом картографії та геоінформатики університету “Eötvös Loránd”. Що вказує на подібність до вітчизняної методики організації робіт зі створення атласу (Кочіш, Немеркені, Коваль, 2016). Геопросторовий Комітет (окрема структура) відповідає за розроблення цифрової версії. В середньому Угорщина на створення 1 тому витрачає 5 років. 1 том містить близько 200 сторінок, але на них розміщені не лише карти, а й досить детальні відомості про предмет картографування. Вони включають описові, картографічні дані, наукову графіку, таблиці тощо (Kocsis, 2024). Безумовно, це один із найбільш досконалих картографічних продуктів енциклопедичного рівня.

Зазвичай оглядові статті містять відомості про структуру національних атласів, описують їх зміст (Kriščiūnienė et al., 2019), проте не часто торкаються організаційних аспектів. Читач може самостійно ознайомитися із національними атласами, використавши збірку посилань на їх електронні версії

на сайті Національного атласу Угорщини (National atlases..., 2024).

Крім Національного атласу України, слід зазначити наявність першого тому Історичного атласу України (2010), автором-упорядником якого є Юрій Лоза (2013). Він був створений за 10 років (з 2000 по 2010 рр.); із структурою цього твору можна ознайомитися у праці (Пашенко, 2011). Об'єм першого тому атласу досить великий і складається з двох частин. Перша — “Залюднення українських земель у найдавніші часи” містить 24 тематичних тексти, 220 великих і малих мап і 30 хронологічних таблиць, а друга, — “Від перших слов'янських спільнот до ранньоукраїнської держави”, — 63 тематичних тексти, близько 300 різних мап та планів міст і понад 80 хронологічних та генеалогічних таблиць (Пашенко, 2012). Важливо відмітити, що найбільший об'єм роботи було виконано самим упорядником, але із залученням колективу авторів (Пашенко, 2012). Час підготовки видання (10 років) є співмірним із його якістю.

Однак більш цікавими є “національні” кліматичні атласи, яких видано значно менше, також менше і публікацій їм присвячених. Найпростіший за змістом є кліматичний атлас Литви. Як можна зрозуміти із праць (Valiukas, Galvonaitė, Česnulevičius, 2015); Galvonaitė et al., 2013), він створений із використанням ГС за даними лише кількох (п'яти) метеостанцій (Valiukas et al., 2015), але без застосування автоматизації. Усього атлас містить порядку 100 карт, розміщених на 176 сторінках, тому методика “ручного створення” є допустимою. Зі статті (Valiukas et al., 2015) зрозуміло, що робився він невеликим колективом фахівців, імовірно 5-ма фахівцями Литовської гідрометеорологічної служби.

Для повноти дослідження слід розглянути друковані видання — Словацький кліматичний атлас (Bochníček et al., 2015); Mikulová, 2016) і Кліматичний атлас Чехії (Květoň, Žák, 2007). Обидва твори створені класичними картографічними методами. Атласи містять не лише карти, але і текст, таблиці, діаграми, графіки, призначені для додаткового пояснення картографованих явищ.

Найбільш подібним за технічним завданням до авторського атласу є Цифровий атлас клімату Карпатського регіону (Antolović et al., 2013). Він є одним із кінцевих продуктів проєкту CARPATCLIM (Climate of the Carpathian Region). Вихідними даними для карт були сіткова кліматологічна база даних регіону у добовій часовій роздільній здатності за період 1961–2010 рр. із використанням просторової роздільної здатності 0,1°. Відповідно до директиви INSPIRE (Інфраструктура просторової інформації в Європейському співтоваристві),

цифровий кліматичний атлас виконаний у формі багатофункціонального веб-додатка ГС. Цей атлас подібний до атласу “Клімат і водні ресурси України” за використанням однорідних і просторово репрезентативних часових рядів кліматологічних даних покращеної якості. Вдосконалення багаторічної вихідної інформації виконувалось шляхом відновлення даних, контролю якості та гомогенізації даних за допомогою спільного програмного забезпечення MASH. Розробники врахували тривалий період часу виконання проєкту та потребу в управлінні великою кількістю даних, тому вибудували для цього спеціальну інфраструктуру. На цих підставах фахівці зменшили кількість основних метеорологічних змінних до 14: мінімальна, максимальна та середня температура повітря, опади, швидкість і напрямок вітру, тривалість сонячного сяйва, хмарний покрив, глобальна радіація, відносна вологість, тиск пари на поверхні, тиск повітря на поверхні, глибина снігу та еквівалент снігової води.

Але для самого веб-базованого атласу використали зовсім інший підхід — архітектуру клієнт-сервер, тобто як у геопорталах. Ця архітектура включала такі сервери:

- WebMapServer (Web Map Services і Web Feature Service);
- геопросторову базу даних (PostgreSQL із геопросторовим розширенням PostGIS);
- веб-сервер — складається із Carpatclim Digital Atlas Web GIS (інтерфейс користувача та управління даними) та веб-сервера IIS7 (Internet Information Services)
- сервер CSW (CatalogService for the Web) — фреймворк на основі Java з відкритим кодом Geonetwork.

Веб-ГІС-клієнт базується на технології HTML5, тобто це веб-додаток, який дозволяє користувачам візуалізувати та запитувати геопросторові дані (клієнт середньої товщини). Він покладається на фреймворк GinisWeb AJAX, веб-картографічну бібліотеку OpenLayers і OpenLayersExt і jQuery.

Все перераховане вказує на складність, якої може набути створення веб-базованого атласу. Не дивно, що до виконання цього проєкту було залучено Центральний інститут метеорології та геодинаміки, Австрія, Метеорологічну та гідрологічну службу Хорватії, Чеський гідрометеорологічний інститут, Угорську метеорологічну службу (провідна організація), Інститут метеорології та водного господарства (Польща), Національний інститут досліджень та розвитку в галузі навколишнього середовища (Румунія), Республіканську гідрометеорологічну службу Сербії, Словацький гідрометеорологічний

інститут, Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України (Київ).

Слід вказати ряд інтерактивних веб-базованих атласів, на зразок Кліматичний атлас Канарських островів (Atlas Climático de Canarias, 2024; Luque, Suarez, Hernández, 2024), або Інтерактивного атласу IPCC (IPCC WGI Interactive Atlas, 2024), які зроблені подібно, але із використанням фреймворків типу React і Vue. Як невеликий підсумок по огляду вже наявних видань: на сьогодні науково-дослідні установи видають або класичні атласи з використанням класичної картографії, або вибирають створення веб-базованих атласів, за технологіями подібних до геопорталів.

Читач, ознайомившись із вищеперерахованими продуктами, може відзначити їхню технологічність, але також їх складність, особливо для реалізації силами фактично одного фахівця у стислі терміни, а також критичність до ресурсів сервера. Із особливостями веб-картографування можна ознайомитися як у закордонних працях (Schmidt, Weiser, 2012; Veenendaal et al., 2017), так і у численних вітчизняних (Дубницький, 2017; Богданець, Ковальчук, 2014). Таким чином, веб-картографування, а, відповідно, веб-атлас відрізняється від веб-базованого атласу. Останній є істотно простішим у реалізації. У нашому випадку точніша назва створеного продукту — ГІС-атлас. Специфіка цих творів викладена у працях (Rudenko et al., 2011; Bondarenko, 2011).

Однією із найбільш фундаментальних праць є монографія Чабанюка В.С. (2018), у якій розглянуто поняття атласної платформи і сучасні атласні архітектури, на прикладі Національного атласу Нідерландів, Швейцарської атласної платформи, Атласу надзвичайних ситуацій України, а також досвід створення електронних атласних систем за 25 років. Автор вказує на триваліший час розроблення Національного атласу України — з 1999 по 2010 р., тобто 12 років із залученням великого колективу фахівців. Перші атласні платформи, розроблені В.С. Чабанюком, не істотно перевершують Атлас "Клімат і водні ресурси України".

Потрібно також розглянути праці про розвиток картографування в Україні, що дозволить оцінити наявні методи оптимізації виробництва. Найперше, виділяється етап переходу на цифрові (комп'ютерні) технології, проте у цих працях немає матеріалу про оптимізацію картографічного виробництва (Руденко, Поливач, 2011; Сосса, 2009; Сосса, 2011). Насправді ця галузь за понад 300 років свого розвитку досягла високого рівня виробничої оптимізації і подальші розробки зіштовхуються із великими труднощами. Останні пов'язані з тим, що у складанні

друкованої атласної продукції дуже важко віднайти нові високопродуктивні методи роботи. Ефективність зберігається на прийнятному рівні за рахунок розподілу праці.

Якщо здійснювати пошук статей, які подібні до даного дослідження за назвою, то в цих працях автори не розкривають специфіки оптимізації виробничих процесів (Krylov et al., 2019), розробки теорії і методів автоматизації процесів картографування атласів. Автори зазвичай описують: розроблення оптимальної структури атласу; задання його математичної основи; формалізацію створення географічної бази карт для атласу; формування та візуалізацію довідкової інформації атласу; організацію, зберігання та використання просторово-тимчасових даних в електронних атласах. Це у роботі не допомагає. Також є статті про організацію картографічного виробництва: графічного інтерфейсу користувача (Loginov, 2023), розроблення багаточільового картографічного ресурсу (Yankelevich, 2023), що теж не просуває у вирішенні задачі.

Так, є ряд статей, які використовують оптимізацію окремих виробничих процесів під час створення карт. Зокрема, автори публікації (Brooks, 2000) використовують скрипт для проведення генералізації. Але цю технологію студенти зараз освоюють на 3-му або 4-му курсах профільних кафедр. Відповідно, із автоматизації створення карт і опрацювання геоданих у ГІС є ряд книг (McPherson, 2017; Toms, O'Beirne, 2017; Toms, Parker B. et al., 2022). З теорії картографії виділяється стаття (Paślawski et al., 2016), в якій роз'яснено способи картографічного зображення і їх правильне застосування на картах, створених в ArcGIS.

Найкращі статті було знайдено за пошуковим запитом "map production workflows". Наприклад, стаття (Buckley, Watkins, 2009) досконало описує теорію автоматичного картографування в ArcGIS, яка була застосована автором.

Як підсумок, можна вказати, що тема оптимізації та автоматизації картографічних робіт загалом у відомих автору публікаціях не розкрита. Так, відносно добре викладено роботу в ArcGIS, але немає цілісної концепції створення автоматичних карт. Як і загалом теорії атласного картографування, яка б описувала правильний процес видання атласів. Тобто, станом на зараз немає дослідження, яке б дало змогу раціонально вирішити актуальну задачу: *запропонувати хорошу, продуктивну методику створення веб-базованого тематичного атласу, що дозволить вкластися не в шість тисяч годин а в півтори. Отже, нагальним є завдання щодо оптимізації частин продуктивної методики створення веб-базованого атласу.*

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Перш за все було використано власний досвід автора атласного картографування та розроблення великих проєктів. Слід сказати про три Альбоми демаркації державного кордону між Україною і Республікою Молдова. Кожен із них містив більше 100 карт, на яких детально показано проходження лінії кордону по топографічній карті масштабу 1 : 10 000. Специфіка їх виконання полягає у дуже складній процедурі оптимізації створення, оскільки всі прикордонні знаки наносяться вручну, керуючись нормативними документами. Крім того, були процеси, швидкість виконання яких залежала від швидкодії обладнання, тому прискорити їх було неможливо. Наприклад, сканування карт потребувало до 10 хвилин на 1 карту. Для прискорення виконання всі роботи було розподілено на “мікро-конвеєри”: поки обладнання виконувало один процес, оператор виконував інший. Наприклад, під час сканування карт виконувалося їх вирівнювання по тону у растровому редакторі. Перед друком карт здійснювалася їх підготовка — видалення артефактів експорту в растри. Також вдалося відмовитися від повноцінної підготовки до друку карт, як це прийнято на картографічному виробництві. Також використовували оптимізацію підготовки даних — один масив значків замість 256. Це приводило до появи артефактів на кінцевих картах, які можна було швидко прибрати, замість використання понад 300 наборів даних для кожної карти.

Ще один важливий досвід — це розроблення Проєкту винесення лінії україно-молдовського кордону. Унікальність проєкту полягає у створенні чотирьох тисяч (!) складних документів — протоколів прикордонних знаків. Кожний протокол містив космічний знімок прикордонного знаку, графічну схему проходження кордону по цій ділянці, опис проходження кордону і опис розташування прикордонного знаку, його координати в таблиці, та ряд інших відомостей на 2 сторінки формату А4. За день у фахівця виходило створити не більше 4–5 протоколів. Слід врахувати, що протоколи могли бути одним із 4-х типів: на річкові, перехідні, проміжні та основні знаки, які відрізнялися між собою суттєво. Для підготовки цих протоколів була *створена спеціальна програма* на Visual Basic, яка брала дані із бази MS Access (координати, текстовий опис, шлях до файлу) і формувала послідовно всі документи протоколів шляхом заміни шаблонних ділянок на відомості із полів бази даних. У результаті програма формувала закінчені протоколи, які містили як текст і таблиці, так і графічні зображення (створені раніше і розміщені в папках). Відповідно, всі 4 тисячі протоколів можна було сформувати за кілька днів.

Також використовувався *аналіз специфіки створення фундаментальних атласів*. Наприклад, для розроблення Національного атласу України було задіяно багато робочих груп, утворених із вчених профільних галузей. Саме вони створили карти і описи відповідно до початкової концепції і технічного завдання. Після нанесення на стандартну картографічну основу одного із обраних масштабів обов’язково виконувалося рецензування і редагування фахівцями Інституту географії НАН України.

Це вказує на об’єм роботи, а також на шляхи пошуку рішень оптимізації задачі. Наприклад, якщо розглянути атлас не як цілісний твір, а як набір карт, (90% роботи по атласу), то виявиться, що більшість карт у загальних рисах подібні між собою, відрізняються тільки тематичним навантаженням, а їх кількість характерна для дрібносерійного виробництва. Їх виготовлення нагадує виробничі процеси у автомобільній промисловості, але, звісно, у меншому масштабі. Відповідно, можна перенести методи оптимізації, характерні для цього типу виробництва, на картографічні процеси. Наприклад, “метод переведення дрібносерійного виробництва у великосерійне” шляхом уніфікації карти та її відповідної модифікації, спрощення деяких виробничих процесів можна застосувати для досягнення максимального рівня автоматизації. На відео (Volkswagen Phaeton..., 2015) можна побачити недостатньо ефективні процеси створення однойменного автомобіля. І практично повну автоматизацію на конвеєрах серійних авто, до чого слід прямувати.

З аналізу досвіду фахівців Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України, набутого під час складання звіту про науково-технічну роботу (Балабух та ін., 2016), виділено певні сильні сторони та прорахунки в організації робочого процесу. Зокрема, спеціалізація фахівців на створенні компонентів атласу і підготовчих роботах дозволила відносно раціонально використати знання та навички фахівців. З іншого боку, такий підхід привів до несиметричного навантаження на фахівців відділу.

Автор проводив вимірювання часу за методикою Олександра Любищева, тобто записував дані про виконану роботу у спеціальній формі із вказанням початку і кінця виконання задачі, і витрат часу в хвиликах. Ця методика описана в працях (Любищев, 1976; Гранин, 1974). Однак робота над багатьма проєктами одночасно, відповідно потреба використовувати одні і ті ж результати багаторазово і зводити кілька задач в одну дозволяє досить приблизно оцінити час, витрачений на атлас.

Окремо слід зазначити, що успішність оптимізації методик залежить не тільки від знання карто-

графічного виробництва. Ця діяльність більшою мірою вивчається когнітивістикою — науковою дисципліною про процеси мислення і природу людського знання (Онопрієнко, 2011). Робіт у цій галузі досить багато, але слід вказати найбільш визначні. Із технічної творчості можна відмітити Генріха Альтштуллера (1969, 1979), технічну творчість (Шило та ін., 2008), винахідництво (Уилсон, 1975). Також слід відзначити власне ряд праць в цій науці (Thagard, 2005; Dehaene, 2020), у тому числі фундаментальних (Friedenberg, Silverman, 2006) і використання когнітивних платформ (Georgiadis K. et al., 2022; Mathews, 2008; McCarthy et al., 2025). Лідером за кількістю праць із когнітивістики є Китай, зокрема Китайська академія наук, фахівці якої виділяють кілька етапів розвитку когнітивної науки, які називають "поколіннями" (generations) (Чен Вей, 2024; Дай Рувей і Чжан Леймін, 2010; Ян Нін, Чжуан Бі, 2015). Бібліографія цих статей подана в українському й англійському перекладі з китайської.

ЕЛЕМЕНТИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Сам атлас розміщений за посиланням <https://maps.uhmi.org.ua>. Далі по тексту узагальнено власне методи оптимізації, використані для створення атласу.

На початку слід вказати **метод проєктування продукту у відповідності до наявних технологій**. А також **модифікацію продукту для приведення його промислового дизайну у відповідність із доступним оснащенням**. В нашому випадку було застосоване скорочення кількості тем атласу і збільшення кількості карт, оскільки такий підхід дозволив більш детально передати кожну тему та економив час на розробленні шаблонів менш важливих тем. Оскільки кожна тема атласу потребує виконання комплексу робіт зі створення тематичного шаблону карти, розроблення легенди, системи умовних позначень. На той час вже була створена автоматична картографічна система (у загальних рисах).

Логічно, що найбільш продуктивним став **метод серійного картографування за допомогою автоматичної картографічної системи**. Ще до початку роботи над атласом було вирішено використовувати серії карт — тобто набори аналітичних карт, кожна з яких відображає один і той самий показник картографування, із різницею у часі. Серію однакових карт можна створити швидше, ніж таку ж кількість різних за змістом. Проте справжнім досягненням стала можливість автоматизованого створення серій карт.

Найбільшою проблемою у серійному картографуванні є правильна передача великої кількості

градацій картографічного показника. Наприклад, температуру повітря доцільно зображувати через 1°C. Але середньомісячна температура повітря на території України може змінюватися від приблизно -20°C до +30°C і вище. Спосіб картограми передбачає зміну інтенсивності (яскравості) або світлоти (кількості білого в кольорі) одного кольорового тону, але не зміну останнього. Навіть, якщо застосувати різні значення кольорового тону (синій і червоний) для температур нижче і вище 0°C, передати відразу 30 градацій буде неможливо. З використанням ізоліній з пошаровим зафарбуванням можна вийти із ситуації, використавши підписи ізотерм, але це все-одно некоректно. Під час прочитання карти буде складно розрізнити градації. Використання різних штриховок, наприклад, для зображення непарних значень температур, теж не відповідає теорії картографії. Автором свого часу, як варіант, було запропоновано використання динамічних шкал, коли градації показника для певної карти займають приблизно 70% динамічного діапазону графічної змінної, а решта — 30% — витрачається на "позиціонування" карти в межах серії карт. Іншими словами, на конкретній карті температура не змінюватиметься від 1°C до 30°C, а, орієнтовно, від +20°C до +32°C, що можна передати інтенсивністю відтінку кольору. А початковий і кінцевий відтінки вказуватимуть, що карта передає високі температури.

Теоретично "метод динамічної шкали" міг працювати, однак програмно він реалізується складно — не просто написати алгоритм вибору шкали залежно від значень показника. Однак саме аналіз цього методу привів до використання наступного: створення серій карт для лише обраних значень показника, які потрапляють у певний діапазон значень. Наприклад, для літніх місяців можна використовувати одну легенду, а для осінніх і весняних — іншу. Насправді градацій для серій карт за 1946–2020 рр. потрібно більше, ніж 4, оскільки для холодних зим потрібна одна шкала, а для теплих — інша. Аналогічно для літніх місяців. Таким чином, можна створити близько 7 серій карт із різними шкалами для різних діапазонів показника, а потім вибрати карти, які найкраще розкриті певною шкалою.

Створення серій карт було реалізовано за допомогою скрипту на мовах Python і ArcPy, які здійснювали перерахунок показника і створення на його основі Shape-файлу. Останній заміняв відповідний стандартний файл показника у шаблоні. Якщо відкрити шаблон, карта буде перерисована із урахуванням нових значень. Однак у середовищі ArcPy карту не потрібно відкривати у геоінформаційній

системі, її оновлений шаблон може бути експортований у зображення на пряму. Відповідно, цикл на мовах Python + ArcPy дозволив виводити за один підхід сотні карт. Наприклад, серія “Середня максимальна температура повітря за місяць, зима 1946–2020 рр.” містить 225 карт. А кількість карт для цього показника за всі сезони і місяці складає 900!

Автор підрахував, що на одну серію карт витрачалося близько 1–2 робочих днів (багато часу йшло на підготовку шаблону, модифікацію скрипту тощо). Та і сам процес обчислення на досить потужному комп’ютері тривав понад 40 хв. Тим не менше, це досить висока продуктивність.

За цією методикою було створено карти температур повітря, опадів, їх кліматичних норм та аномалій, а також проєкцій цих показників, що було доволі просто. Більш складним був алгоритм створення серій карт хвиль тепла та різних змін температури. Такі карти містять два показника, один із яких відображається за допомогою штрихування. Найбільш складно реалізувати саме штриховку, оскільки нею можуть бути залиті лише векторні області. Тому, виконавши інтерполяцію значень показника, отримували растр, останній “децимували”,

тобто перетворювали його значення на цілі числа, потім утворювали векторні фігури автоматичним оцифруванням. Лише останні могли бути заштриховані під час перескладання карти.

Пов’язаний із попереднім **метод уніфікації карт** передбачає використання однакових способів і засобів картографічного зображення, методів картографування, картографічних основ, програмного забезпечення для різних карт. Цей спосіб широко використовується у сучасному виробництві: особливо це помітно на прикладі електричних інструментів різних виробників: зовні абсолютно однакові, вони можуть відрізнятися лише окремими комплектуючими.

Для створення більшості карт Атласу використовувалася одна картографічна основа (загальногеографічна масштабу 1:5 000 000, рис. 1), інші автори карт використовували власні напрацювання, наприклад, Світлана Савчук — оглядову 1:10 000 000 і оглядову 1:6 000 000.

Для відображення картографічного показника використовувався спосіб картограми з одиницею картографування трапецією, обмеженою значеннями широти і довготи 0,1×0,1°. Він дозволяв згладити

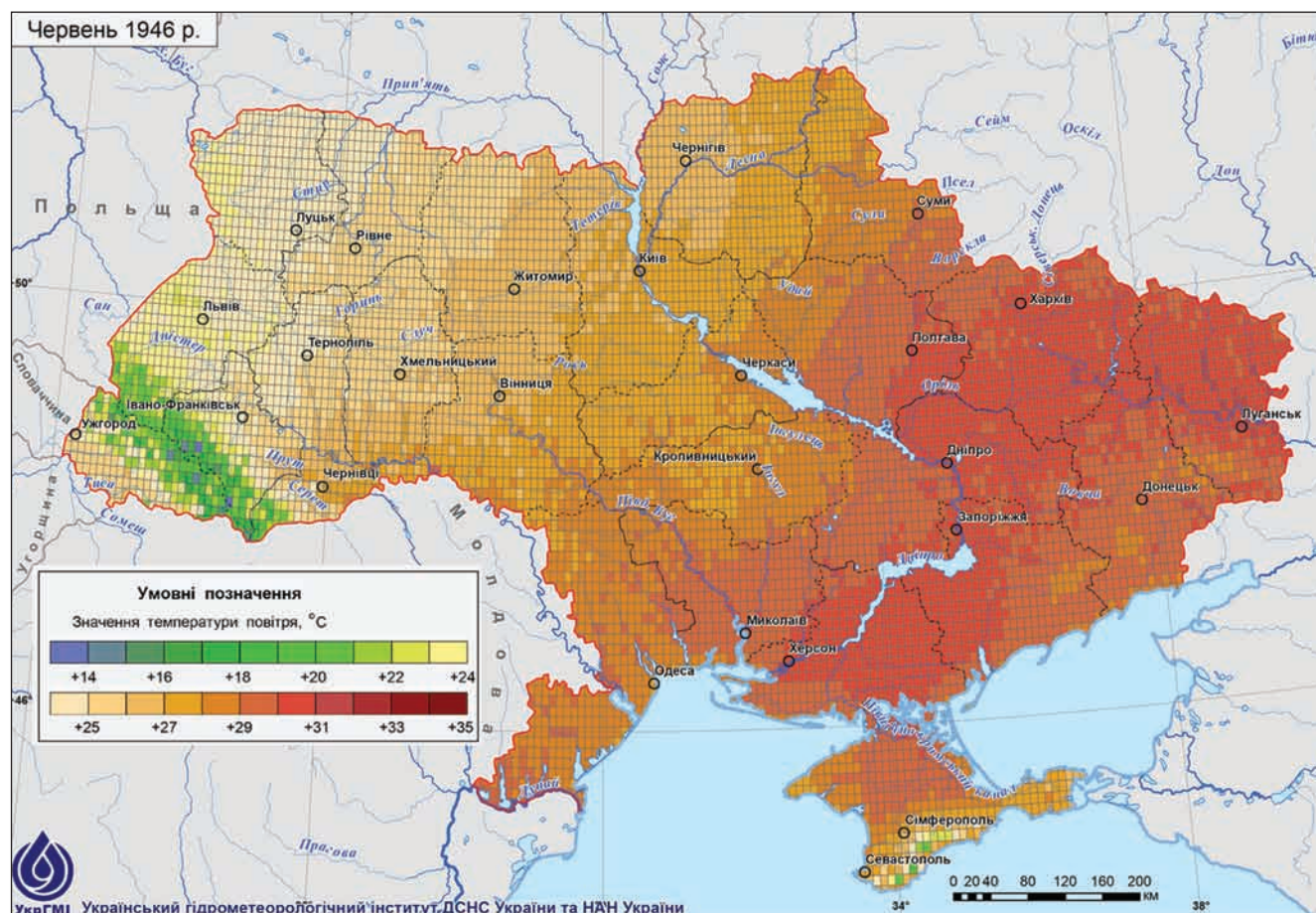


Рис. 1. Уніфікована картографічна основа. Середня максимальна температура за червень 1946 р.

кривизну ізотерм, які виникали під час інтерполяції даних. Крім того, саме в такому форматі (у вигляді сітки $0,1 \times 0,1^\circ$) були надані вихідні дані температури повітря і опадів. Цей спосіб не потребує ручного редагування закінчених карт.

Скорочення кількості виробничих процесів.

Класичний процес створення тематичної карти передбачає: підготовку даних (1), їх опрацювання картографічними методами: інтерполяцію, проведення ізоліній, застосування умовних позначень (2), створення тематичних шарів і підписів у ГІС (3), перенесення їх на картографічну підкладку у векторному редакторі (4), редагування неточностей і підготовку до друку карти (5).

Для того, щоб позбавитися процесів (4) і (5), було створено спеціальну картографічну основу. Остання містила контури, підписи географічних об'єктів, особливо річок, зовнішнє оформлення у такому вигляді, щоб експорт карти у растр коректно зберігав товщини та розташування таких об'єктів. Наприклад, річки були розділені на фрагменти і для кожного з них задана товщина таким чином, щоб забезпечити динамічний ефект (різна товщина русла річки від витoku до гирла). Штрихові лінії в полігонах накладатимуться одна на одну прозорими ділянками зі спотворенням умовного позначення, тому всі полігони областей були замінені на фрагменти поліліній. Також було виконано ручне згладжування контурів природних об'єктів. Елементи оформлення, на зразок логотипу Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України, були включені у шаблон карти як векторні об'єкти. Все це дозволило під час експорту карти отримувати растровий рисунок, який не відрізняється за якістю від експортованого із векторного редактора. А згладжування контурів, недоступне в ГІС, було реалізоване шляхом пакетного зниження роздільної здатності рисунків у редакторі растрової графіки зі згладжуванням пікселів. Таким чином, якісна картографічна основа у ГІС дозволила відмовитися від двох останніх процесів створення карт. Від підготовки даних (1), опрацювання останніх (2) і створення шарів (3) відмовитися неможливо, однак ці процеси добре автоматизуються, що описано вище.

Використання вже готових напрацювань мало обмежене застосовування. Так, деякі модулі раніше розробленої Системи моніторингу викидів тепла і виявлення потенційно небезпечних пожеж підійшли до Автоматичної картографічної системи. Певні напрацювання із веб-інтерфейсу Геопорталу гідрометеорологічного прогнозування також перейшли в атлас — використовувалися для створення веб-оболонки атласу. Так, багато робіт ґрун-

туються на раніше розроблених проєктах протестування Веб-базованого атласу було унікальною задачею. Відповідно, використовувалася свого роду варіація цього методу, або новий метод оптимізації, викладений нижче. Він полягав у пошуку потрібних напрацювань і їх інтеграції у проєкт.

Крупно-вузлове збирання (веб-оболонки атласу і модулів на Python). Одним із компонентів веб-базованого атласу є веб-оболонка. Остання — це не тільки сайт атласу, на якому викладено його опис, функції, зміст тощо, а і програмне забезпечення, яке дозволяє користуватися атласом, розкривати його зміст, переглядати карти. Це окремий продукт, досить складний у створенні. На якісно розроблений ресурс можна витратити багато часу, близько півроку. Головною проблемою є не контент (корисний вміст сайту), а саме його структура, базовий дизайн веб-оболонки.

Вивчаючи досвід створення веб-сайтів компаніями, які на цьому спеціалізуються, перш за все слід відзначити використання власних напрацювань, — їхні сайти інколи подібні. Також вони використовують відкриті напрацювання, наприклад, у вигляді шаблонів для CMS (Content Management System — Систем управління контентом, на зразок WordPress). Тому фірма, яка спеціалізується на створенні веб-сайтів, створює їх досить швидко. Однак ці сайти редагувати важко, а у випадку використання CMS або фреймворків — фактично неможливо.

Також слід відзначити, що фахівці зі створення сайтів навчаються цій професії роками, і мають спеціалізацію всередині професії.

Задача зі створення веб-оболонки атласу примітна тим, що потрібно за короткий термін (2–3 місяці) розробити веб-оболонку високої якості, на рівні продуктів, створених фахівцями закордонних установ, які належать до цієї ж галузі. Крім того, це потрібно зробити силами одного фахівця, який практично ніколи не працював над веб-дизайном. Також цей продукт повинен підлягати суттєвому редагуванню.

Виконується це завдання шляхом поєднання відкритих фрагментів розмітки і Java-скриптів. Автором було знайдено шаблон односторінкового сайту-лендінгу із чітко прописаними секціями, вміст яких легко редагувати. У секціях були розміщені фрагменти коду, які опубліковані для вільного доступу, такі як "каруселі" (зображення, які змінюють одне одного), Google-карти, html-форми тощо. Ті компоненти, яких не вистачало, вдалося знайти на сторонніх ресурсах. Вони доповнили лендінг функціональними елементами. Тобто виконано наповнення секцій готовими функціональними блоками (комбінаціями HTML, CSS і JavaScript).

Як можна зрозуміти із вищевикладеного, весь програмний код і розмітка створювалися у текстовому редакторі, точніше, в ньому виконувалося редагування і поєднання частин коду та розмітки. Таким чином було отримано доступ до низькорівневих функцій і налаштувань. Спеціальні редактори HTML-розмітки, на зразок DreamViewer, фреймворки (Vue.js) або CMS не використовувалися.

Шляхом поєднання кількох веб-сторінок у фреймах створювалася і сторінка-меню, тобто зміст атласу. Власне саме меню — це одна веб-сторінка (лівий фрейм), за допомогою якої можна відкрити певний підрозділ атласу — ще одну веб-сторінку у правому фреймі. Остання містить набори карт, а також їхній в'ювер. Верхній фрейм — це головне меню атласу.

Окрему сторінку для кожного фрейму створити простіше, ніж все одразу. Хоча такий спосіб вважають застарілим. Меню одного фрейму дає змогу завантажувати сторінки в іншому, відповідно, кожна веб-сторінка зберігається в єдиному примірнику.

Крупновузлове збирання застосоване для створення в'ювера карт — спеціальної програми на Java-Script, яка використовується як для відображення мініатюр карт на веб-сторінці, так і для виведення на екран окремої карти по кліку. Функціонал в'ювера не обмежується відображенням карт на екрані, а й дозволяє виконувати нескладні маніпуляції з ними: масштабувати, розвертати, пересувати по екрану.

Сам в'ювер було складено із двох частин. Перша — призначена для створення мозаїки зображень із списку посилань на файли карт, друга — для виведення вибраного зображення на екран, в окремому діалоговому вікні, а також виконання маніпуляцій із ним. Ці частини було поєднано таким способом: у файлі html із мозаїкою карт розміщено посилання на файл Java-Script із другою частиною в'ювера.

Групування однакових чи подібних задач. Для створення веб-базованого атласу потрібні фахівці кількох неспоріднених спеціальностей. Це векторна (класична) картографія, дизайн, html-верстка, програмування на Python, ArcPy і Java-Script, — це 3 різних фахівці а також робота в геоінформаційних системах. Цілком логічно об'єднати, скажімо, створення усіх карт в одну групу задач, і виконати її за один "підхід". А також розробити всі скрипти за одну "робочу сесію". У подальшому в процесі роботи зі скриптами потрібно буде замінити лише імена вихідних файлів. Це дозволить не перемика-тися між складними задачами, а, закінчивши одну групу задач, перейти до іншої.

Насправді використання цього методу не обмежується лише на рівні професій. Збільшити ефективність можна шляхом розподілу задач на операції і групування останніх, якщо вони подібні. Наприклад, у створенні серій карт є операція із конвертації геопросторових даних у формат Shape. Цілком природно виконати всі такі задачі за один підхід.

Для збільшення продуктивності праці використовувався *ряд методів, пов'язаних із високопродуктивним обладнанням*. Зокрема, використовувався комп'ютер із трьома моніторами, щоб не витрачати час і увагу на перемикання між програмами. Програмована клавіатура і миша дозволили виконувати складні команди одним натисненням відповідної кнопки. Переносний жорсткий диск слугував для верифікації файлів між різними комп'ютерами.

Використання "файлу скороченого технічного проекту" дозволяє записати особливості реалізації проекту, щоб не забути про них. Також містить відомості про вже реалізовані і актуальну задачі. Це важливо, оскільки робота велася паралельно над кількома проектами. І головне — слід було записати відносно детальний перелік задач, які ще залишилися. Це дозволяло без втрати продуктивності вибирати задачі для виконання, якщо робота над актуальною зупинялася. Особливістю цього "файлу" є відносно більша деталізація у порівнянні із звичайними записами, і їхня структурованість.

Автоматизація виробничих процесів. Включає цілий ряд "лайфхаків", які дозволяють прискорити в рази виконання повторюваних процесів. Останніх в Атласі доволі багато. Атлас "Клімат і водні ресурси", як можна побачити, складається із багатьох однакових структурних компонентів (деталей). Наприклад, атлас містить понад 3 тисячі карт, які схожі, така ж кількість мініатюр карт, створених переважно із їх повнорозмірних файлів. У веб-оболонці атласу є понад два десятки веб-сторінок, які відрізняються лише заголовком і вмістом карт; в усьому іншому (структура, метадані) вони подібні. Створення однакових компонентів містить виробничі процеси, які підлягають оптимізації та автоматизації. А саме:

- за допомогою скриптів у редакторах растрової графіки можна створювати мініатюри карт пакетним чином. Вся папка із файлами може бути опрацьована за одну робочу сесію — 10–20 хв;
- розмітку веб-сторінок атласу, які містять карти, можна створити за допомогою електронної таблиці на зразок Excel. Дійсно, головний блок розмітки — це в'ювер карт, точніше, таблиця мініатюр карт, які кліком відкриваються у в'ювері.

Сама таблиця містить опис карти, посилання на карту-мініатюру і на повну версію карти, та елементи оформлення. Якщо кожній такій карті відвести рядок в файлі Excel, то в певні комірки можна занести регулярні блоки тексту — елементи розмітки, а в інші — посилання на карти, скажімо. Список посилань на карти можна отримати із файлового менеджера (програми) на зразок Total Commander. Ці посилання можна вставити списком у файл, і тоді карти відкриватимуться у тому ж порядку, в якому вони розміщені в папках. В нашому випадку вони розмістяться в алфавітному порядку. Скопіювавши отримані рядки з файлу Excel у файл HTML у текстовому редакторі, можна створити майже готову веб-сторінку з картами;

- створення серій карт, викладене вище по тексту, також входить до цього пункту;
- підготовка і попереднє опрацювання даних передбачає, зокрема, обчислення сум. Це стандартні функції електронних таблиць.

Всі ці методи оптимізації не обмежуються перерахованими вище; останні наведені швидше для ознайомлення, ніж для подання вичерпного переліку. Лише досвід і постійний пошук оптимізації задач приводить до швидкого їх виконання.

Алгоритм **"покрокового просування з попереднім визначенням результатом"** застосовувався для вирішення складних задач із негарантованим результатом, наприклад, розроблення Автоматичної картографічної системи. Остання використовувалася для створення серій карт. Суть проблеми у тому, що розроблення складної задачі непрофільним фахівцем (непрофесіоналом) часто вражає непродуктивне або неуспішне через виникнення проблем (як правило, кількох), які не вдалося вирішити. Вони відомі фахівцеві із чималим досвідом роботи, але не описані у відповідній літературі. Та й усі подібні випадки неможливо описати.

Суть проблеми у тому, що алгоритм дій непрофільного фахівця нагадує методику "виїдання дірок у сирі", тобто вирішення проблем, які можна вирішити. У результаті залишаються невирішені складні питання, вже недоступні для фахівця. Все це через невірну методику виконання роботи, яка на початку вже містила потенційно не вирішувані задачі. Однак нефахівець у цій галузі не знає про це.

Більш досконалою є методика "покрокового просування з попереднім визначенням результатом". Її суть можна описати як "невеликі кроки у напрямку до мети". Тобто алгоритм полягає у виділенні завдання, яке можна виконати наявними вміннями і засобами. Після його вирішення намічається наступне. У випадку складнощів, які не вдається по-

долати, розробляється новий ланцюжок або нова методика. Перевагою такого підходу є відсутність втрат часу на вирішення проміжних завдань, які потім не знайдуть свого застосування.

Пірамідальний алгоритм реалізації проекту дозволяє створити невеликий за об'ємом роботи, але працюючий результат, що передбачає можливе подальше дооснащення і розширення функціоналу. Тобто мова йде про забезпечення можливості масштабування системи, коли успішно працюючий прототип розширюється до її повноцінної версії. Наприклад, веб-сторінки, зроблені із поєднанням технологій HTML, CSS і JavaScript, можна допрацьовувати із мінімальними навичками веб-дизайну, рівно як і дооснащувати готовими великими функціональними блоками. У той же час радикально вдосконалити шаблон на WordPress доволі складно — для цього потрібно добре розумітися на мові PHP. Таким чином, простота реалізації задачі у поєднанні з правильним вибором моделі вирішення задачі забезпечує гнучкість і вчасне закінчення та здачу проекту.

Суть пірамідального алгоритму досить специфічна. Дійсно, проєкт продукту можна скласти так, щоб цей продукт передбачав можливість його вдосконалення. І реалізовувати його за проєктом — виконати перш за все фундаментальні блоки, а потім другорядні. Тобто реалізовувати покроково. В той же час пірамідальний алгоритм призначений для покращення якості виконання задачі, вже спроектованої заздалегідь, наприклад керівником або замовником. Проєкт дійсно простіше виконати лінійно, поетапно, в той же час виділення важливих етапів дозволяє створити працюючий прототип, виконати корекцію, а вже потім дооснащувати його. Також існує імовірність непрацездатності реалізації проєкту, тому пірамідальний алгоритм дозволяє швидше виявити помилку.

Всі ці методи стають доступними, точніше, розроблення таких методів стає можливим із **використанням когнітивної платформи третього покоління**. Когнітивна платформа — це набір правил, які описують методи отримання, запам'ятовування, узагальнення у вигляді досвіду та використання знань, умінь і навичок. Одним із призначень когнітивної платформи є забезпечення можливості суміщення кількох різномірних професій, які належать до кількох напрямків. В даному випадку графічного і веб-дизайну, картографії, програмування на java-script, Python і ArcPy. А також оптимізації виробництва та управління проєктами. Якщо коротко, це реалізується шляхом відокремлення професійних знань, умінь, навичок від уніфікованих (пошук інформації, творчість, вміння вирішувати

задачу), інструментальних (уміння навчатися, використовувати знання, особливо з інших сфер) та управляючих (фундаментальних, на зразок власне системи розподілу на знання, уміння, навички, і їх призначення, власне “ядро” когнітивної платформи). Інструментальні методи, які входять у “комплект” когнітивної платформи, дозволяють розроблювати такі методи оптимізації.

ВИСНОВКИ

Під час створення атласу була використана прогресивна методика, яка включала методи оптимізації атласного картографування з використанням спеціальних конфігурацій обладнання (трьох моніторів, програмованої миші, клавіатури), скриптів для програмного забезпечення (растрового редактора, електронної таблиці), програмування (створення автоматичної картографічної системи), організаційних підходів і управління проєктами (уніфікації, крупно-вузлового збирання, пірамідального алгоритму, файлу скороченого проєкту) та інструментальних технологій (використання когнітивної платформи)

Усі ці методи та суттєва модернізація методики створення карт за допомогою описаних вище прийомів і технологій дозволили зменшити об'єм робіт із орієнтовно 7–8 тисяч людино-годин до порядку 1,5–2 тисяч. Орієнтовно на розроблення веб-оболонки було витрачено 300–400 годин, на створення серій карт — приблизно 500.

До останнього процесу входять як розроблення скриптів, картографічної основи для ГІС, підготовка даних для картографування (проміжні розрахунки), та і проміжних даних і виконання скриптів. Верстка

всіх уже готових компонентів у єдиний сайт теж зайняла порядку 300 годин.

Всі перераховані методи можна поділити на методи проєктування (продукту, алгоритму) і на методи реалізації (проєкту). До останніх належать спеціальне обладнання, пірамідальний алгоритм, покрокове просування, скрипти для програм, автоматична картографічна система та інші. Методи проєктування — це власне розроблення концепції продукту і його модифікація у відповідності до наявних технологій, наприклад, серійного картографування, уніфікація карт та деякі інші.

Із викладеного матеріалу, — по самих методах, ми можемо побачити наскільки складним є розроблення правильної методики виготовлення продукту. Для класичного атласного картографування характерною є трудомісткість, у той же час сучасні підходи значно скорочують час на виготовлення таких фундаментальних творів. Усі ці методи є результатами роботи одного із “функціональних блоків”, які в свою чергу входять до складу суперкомпетенції “Якість і продуктивність праці”. Цей блок “Організація виробництва і проєктування методики” доповнюється, наприклад, іншим блоком, який відповідає власне за продуктивне виконання роботи, а також іншими структурними блоками. А сам метод оптимізації конкретно для атласу реалізується базовою одиницею суперкомпетенції.

Дослідження виконано в Українському гідрометеорологічному інституті ДСНС України та НАН України в рамках НДР № 10/21 “Розроблення та видання електронного атласу “Клімат і водні ресурси України”. Номер державної реєстрації: 0121 U110241.

ЛІТЕРАТУРА

- Альтшуллер, Г.С. (1969). Алгоритм изобретения. М.: Московский рабочий, 1969. 63 с.
- Альтшуллер, Г.С. (1979). Творчество как точная наука. М.: Сов. радио, 1979. 105 с.
- Балабух, В.О., Дмитренко, В.П., Краковська, С.В. (2016). Кількісна оцінка та прогнозування стану кліматичної системи за даними спостережень та даних регіональних кліматичних моделей: Звіт про науково-технічну роботу. Під кер. В.І. Осадчого. Київ: УкрГІМІ, 202 с.
- Богданець, В.А., Ковальчук, І.П. (2014). Електронні атласи: минуле та сьогодення. *Часопис картографії*, 11 (2014), 194–215.
- Бондаренко, Е.Л. (2011). Геоінформаційне картографування як сучасна технологія автоматизованого створення картографічних творів. *Часопис картографії*. 3. 168–176.
- Володченко, А. (2015). Національний Атлас Литви, т. 1 (2014 р.). *Геоконтекст*, № 3, 58–60.
- Гранин, Д.А. (1974). Эта странная жизнь. Кишинев: Литература артистикэ, 1974. 104 с.
- Дай Рувей і Чжан Леймін (2010). Інновації та розвиток мислення (когнітивної) науки в Китаї. *Журнал автоматизації*, 36.2 193–198.
- Деан, С. 2021. Як ми вчимося. Чому мозок навчається краще, ніж машина... Поки що. Пер з англ. Ю. Костюк. Київ: Лабораторія. 288 с.
- Дубницький, М.М. (2017). Створення власного картографічного веб-ресурсу з використанням відкритого програмного забезпечення. *Український географічний журнал*, 2, 54–58.
- Історичний атлас України. Найдавніше минуле. Русь (Київська держава, Галицько-Волинська держава) (2010). Керівник проєкту й автор-упорядник Юрій Лоза. К.: Мапа, 300 с.
- Кочіш, К., Немеркені, Ж., Коваль, К. (2016). Передумови, наукова база та основні редакційні принципи підготовки нового видання “Національного атлас Угорщини”. *Український географічний журнал*, 1, 61–63.
- Лоза, Ю. (2013). “Історичний атлас України”: концепція і здобутки. *Вісник Львівського університету. Серія філологічна*, 59, 94–99.
- Любищев, А.А. (1976). Такая добровольная каторга. *Химия и жизнь*, (12), 9–14.

- Лященко, А., Черін, А. (2009). Засоби Web-картографування за технологією MS Silverlight. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, 1 (17), 256–264.
- Онопрієнко, М.В. (2011). Феномен когнітивної науки і технології. *Вісник Національного авіаційного університету. Філософія. Культурологія*, 1, 68–72. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnau_f_2011_1_18
- Полякова, Н.О. (2010). Семіотико-тематична модель структури національного атласу України. *Вісник геодезії та картографії*, 6, (69), 19–22.
- Пашенко, В.М. (2012). Історичний атлас України картографа Юрія Лози. *Науковий вісник Чернівецького університету. Географія*, 616, 97–100.
- Пашенко, В.М. (2012). Україна має свій історичний атлас (рецензія). *Вісник геодезії та картографії*, 2, 39–42.
- Пашенко, В.М. (2011). Фундаментальне картографічне видання. *Український географічний журнал*, 4, 64–65.
- Про діяльність Національної академії наук України у 2001 році та основні напрями її подальшої роботи: доповідь члена кореспондента НАН України, директора Інституту географії НАН України Л.Руденка (2002). *Вісник Національної академії наук України*, 6, 63–65. Режим доступу: URL: <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000009128>.
- Руденко, Л.Г., Козаченко, Т.І., Лященко, Д.О., Путренко, В.В., Чабанюк, В.С. (2011). Геоінформаційне картографування в Україні. Концептуальні основи і напрями розвитку. Монографія. Київ: Наукова думка. 104 с.
- Руденко, Л.Г., Поливач, К.А. (2011). Перспективні напрями атласного тематичного картографування України. *Вісник геодезії та картографії*, 4, 10–15.
- Сосса, Р.І. (2009). Внесок ДНВП Картографія у розвиток тематичного картографування в Україні. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, 9, 221–229.
- Сосса, Р.І. (2011). Розвиток тематичного картографування. *Вісник геодезії та картографії*, 5, 27–32.
- Уилсон, М. (1975). Американские ученые и изобретатели. Пер. с англ.. Виктор Рамзес. 136 с.
- Чабанюк, В. (2018). Реляційна картографія: Теорія та практика. Київ: Інститут географії НАН України, 525 с.
- Чабанюк, В.С., Дишлик, О.П. (2014). Концептуальний каркас електронної версії Національного атласу України. *Український географічний журнал*, 2, 58–68.
- Чен Вей (2024). Куди прямує втілене пізнання?—Також про початок, бачення та проблеми другого покоління когнітивної науки. *Журнал соціальних наук*, 45 (1), 73.
- Шило, І.Н., Миклуш, В.П., Агейчик, В.А., Колоско, Д.Н. (2008). Основы инженерного творчества: учеб. пособие. Минск: БГАТУ, 2008. 248 с.
- Шпак, А., Руденко, Л., Бочковська, А. (2008). Перший Національний атлас України. *Вісник Національної академії наук України*, 3, 3–12.
- Ян Нін, Чжуан Бі. 2015. Просвітництво когнітивної науки про освіту дітей молодшого віку. *Журнал фізичного виховання*. 22 (6).
- Antolović, I. et al. (2013). Digital climate atlas of the Carpathian region. *Advances in Science and Research*, 10, 1, 107–111. Mode of Access: <https://asr.copernicus.org/articles/10/107/2013/asr-10-107-2013.pdf>
- Atlas Climático de Canarias (2024) [Electronic resource]. Mode of Access: <https://atlasclimatico.sitcan.es>.
- Luque, A., Suarez, P., Hernández, F. (2024). The digital climate atlas of the Canary Islands: A tool to improve knowledge of climate and temperature and precipitation trends in the Atlantic islands. *Climate Services*, 34, 100487.
- Bochníček, O., Hrušková, K., Zvara, I. (2015). Klimatický atlas Slovenska. Slovenský Hydrometeorologický ústav. Bratislava: SHMÚ. 132 s.
- Brooks, R. (2000). National Atlas of Canada Producing First Map Using Automated Generalisation of Framework Data. *networks*, 27, 104–112.
- Buckley, A., Watkins, D. (2009). Automated Map Production Workflows [Electronic resource]. (2009) // 24th International Cartographic Conference, 11. Mode of Access: https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2009/html/nonref/1_13.pdf
- Friedenberg, J., Silverman, G. (2006). Cognitive Science: An Introduction to the Study of Mind. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage Publications, 532 p.
- Galvonaitė, A., Valiukas, D., Kilpys, J., Kitrienė, Z., Isiūnienė, M. (2013). Climate Atlas of Lithuania. Vilnius, Lithuanian Hydrometeorological Service under the Ministry of Environment. 176 p. ISBN 978-9955-9758-5-4.
- Georgiadis, K., Nizamis, A., Vafeiadis, T., Ioannidis, D., Tzovaras, D. (2022). Production Scheduling Optimization enabled by Digital Cognitive Platform. *Procedia Computer Science*, 204, 424–431. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.052>.
- Kocsis, K. (Editor-in-Chief). (2024). National Atlas of Hungary — State and Nation. Budapest, HUN-REN Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Geographical Institute. 207 p.
- Krikščiūnienė, V., Svilienė, R., Mačiulevičiūtė-Turiene, N. et al. (2019). The structure of Volume III of the National Atlas of Lithuania and techniques of cartographic visualization. *Polish Cartographical Review*, 51, 1, 19–27. DOI: 10.2478/pcr-2019-0003.
- Krylov, S.A., Zagrebina, G.I., Dvornikov, A.V., Loginov, D.S., Fokin, I.E. (2019). The automation of processes of atlas mapping // Abstracts of the International Cartographic Association: abstracts of the 29th International Cartographic Conference (Tokyo, 15–20 July 2019). Electronic resource: <https://ica-abs.copernicus.org/articles/1/193/2019>. DOI: 10.5194/ica-abs-1-193-2019.
- Květoň, V., Žák, M. (2007). New climate atlas of Czechia. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 51, 2, 345–349.
- IPCC WGI Interactive Atlas [Electronic resource] (2024). Mode of Access: <https://interactive-atlas.ipcc.ch>.
- Loginov, D.S. (2023). Methodological foundations for preparing a cartographic web service's graphical user interface using geological exploration data. *Geodesy and Cartography*, 8, 13–28. Mode of Access: https://geocartography.ru/en/scientific_article/2023_8_13-28. DOI: 10.22389/0016-7126-2023-998-8-13-28.
- Mathews, J. (2008). Entrepreneurial Process: A Personalistic-Cognitive Platform Model. *Vikalpa*, 33 (3), 17–34. <https://doi.org/10.1177/0256090920080302>
- McCarthy, S., O'Raghallaigh, P., Kelleher, C., Adam F. (2025). A socio-cognitive perspective of knowledge integration in digital innovation networks. *Journal of Strategic Information Systems*, 34, 1, 101871. DOI 10.1016/j.jsis.2024.101871
- McPherson, M. (2017). Auto-Generating Maps Using Open-Source GIS and Python. The University of Arizona. Mode of Access: <http://hdl.handle.net/10150/626250>.
- Mikulová, K., Stastný P., Kajaba P., Turňa M. (2016). Climate atlas of Slovakia // 16th EMS Annual Meeting & 11th European Conference on Applied Climatology (ECAC). Trieste, Italy. DOI: 10.13140/RG.2.2.27468.72325.
- National atlases on the World Wide Web [Electronic resource] (2024). Mode of Access: https://nemzetiatlasz.hu/en/national_atlases_www.html.

- Pasławski, J., Korycka-Skorupa, J., Nowacki, T., Opach, T. (2016). Choropleth maps and diagram maps in atlas of cartographic presentation methods. *Miscellanea Geographica*, 16 (1), 49–56.
- Schmidt, M., & Weiser, P. (2012). Web mapping services: development and trends. Online maps with APIs and WebServices, 13–21.
- Söllheim, Á.L.L., Suarez, P.M., Hernández, F.G. (2024). The digital climate atlas of the Canary Islands: A tool to improve knowledge of climate and temperature and precipitation trends in the Atlantic islands. *Climate Services*, 34, 100487. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2024.100487>.
- Thagard, P. Mind: Introduction to cognitive science. Second edition. Cambridge: MIT press, 2005.
- Toms, S., O'Beirne, D. (2017). ArcPy and ArcGIS. Second Edition. Birmingham — Mumbai: Packt Publishing Ltd. 240 p. ISBN 978-1-78728-251-3.
- Toms, S., Parker, B., Tucker, C., Rubalcava, R. (2022). Python for ArcGIS Pro: Automate cartography and data analysis using ArcPy, ArcGIS API for Python, Notebooks, and pandas. Birmingham: Packt Publishing Ltd. 586 p. ISBN 978-1-80324-166-1.
- Valiukas, D., Galvonaitė, A., Česnulevičius, A. (2015). Methodology of Lithuanian climate atlas mapping. *Geodesy and Cartography*, 64, 1, 101–112.
- Veenendaal, B., Brovelli, M. A., & Li, S. (2017). Review of web mapping: Eras, trends and directions. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(10), 317.
- Volkswagen Phaeton Production [Electronic resource] (2015). Cars Garage. Mode of Access: <https://www.youtube.com/watch?v=o1I0HzK2J-A&t=376s>.
- Yankelevich S. S. (2023). Multipurpose cartographic resource as an interactive system. *Geodesy and Cartography*, 9, 29–33. DOI: 10.22389/0016-7126-2023-999-9-29-33.

REFERENCES

- Antolović, I. et al. (2013). Digital climate atlas of the Carpathian region. *Advances in Science and Research*, 10, 1, 107–111. Mode of Access: <https://asr.copernicus.org/articles/10/107/2013/asr-10-107-2013.pdf>
- Atlas Climático de Canarias (2024) [Electronic resource]. Mode of Access: <https://atlasclimatico.sitcan.es>.
- Balabukh, V.O., Dmytrenko, V.P., Krakovska, S.V. (2016). Quantitative assessment and forecasting of the climate system state based on observations and data from regional climate models: Report on scientific and technical work. Under the direction of V.I. Osadchyi. Kyiv: UHMI, 202 p.
- Boden, M.A. Mind as a machine. New York: Oxford university press, 2006.
- Bochníček, O., Hrušková, K., Zvara, I. (2015). Klimatický atlas Slovenska. Slovenský Hydrometeorologický ústav. Bratislava: SHMÚ. 132 s.
- Bochníček, O., Hrušková, K., Zvara, I. (2015). Climate atlas of Slovakia. Slovak Hydrometeorological Institute. Bratislava: SHMÚ. 132 p.
- Bogdanets, V. A., Kovalchuk, I. P. (2014). Electronic atlases: past and present. *Journal of Cartography*, 11, 194–215.
- Bondarenko, E. L. (2011). Geoinformation mapping as a modern technology of automated creation of cartographic works. *Journal of Cartography*, 3, 168–176.
- Brooks, R. (2000). National Atlas of Canada Producing First Map Using Automated Generalisation of Framework Data. *networks*, 27, 104–112.
- Buckley, A., Watkins, D. (2009). Automated Map Production Workflows [Electronic resource]. (2009) // 24th International Cartographic Conference, 11. Mode of Access: https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2009/html/nonref/1_13.pdf
- Chabaniuk, V. (2018). Relational cartography: Theory and practice. Kyiv: Institute Of Geography of the NAS of Ukraine, 525.
- Chabanyuk, V., Dyshlik, O. (2014). Conceptual framework of the National atlas of Ukraine electronic version. *Ukrainian geographical journal*, 2, 58–68.
- Chen Wei (2024). Where is embodied cognition headed? On the beginnings, vision and problems of the second generation of cognitive science. *Journal of Social Science*, 45 (1), 73.
- Dai Ruwei and Zhang Leiming (2010). Innovation and development of thinking (cognitive) science in China. *Journal of Automation* 36.2, 193–198.
- Dehaene, S. (2020). How We Learn: Why Brains Learn Better Than Any Machine... for Now. New York: Viking. 352 p.
- Dubnytsky, M. (2017). Creating your own cartographic web resource using open source software. *Ukrainian Geographical Journal*, 2, 54–58.
- Friedenberg, J., Silverman, G. Cognitive Science: An Introduction to the Study of Mind. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage Publications, 2006. 532 p.
- Galvonaitė, A., Valiukas, D., Kilpys, J., Kitrienė, Z., Isiūnienė, M. (2013). Climate Atlas of Lithuania. Vilnius, Lithuanian Hydrometeorological Service under the Ministry of Environment. 176 p. ISBN 978-9955-9758-5-4.
- Georgiadis, K., Nizamis, A., Vafeiadis, T, Ioannidis, D., Tzovaras, D. (2022). Production Scheduling Optimization enabled by Digital Cognitive Platform. *Procedia Computer Science*, 204, 424–431. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.052>.
- Granin, D.A. (1974). This strange life. Kishinev: Literatura artistike, 1974. 104 c.
- Historical Atlas of Ukraine. The most ancient past. Rus (Kyivan state, Galicia-Volyn state) (2010). Project manager and author-compiler Yuriy Loza. K.: Mapa, 300 p.
- Kocsis, K. (Editor-in-Chief). (2024). National Atlas of Hungary — State and Nation. Budapest, HUN-REN Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Geographical Institute. 207 p.
- Kocsis, K., Nemerkeny, J., Koval, K. (2016). Prerequisites, scientific basis and basic editorial principles of preparation of the new edition of the National Atlas of Hungary. *Ukrainian Geographical Journal*, 1, 61–63.
- Krikščiūninė, V., Svilienė, R., Mačiulevičiūtė-Turiene, N. and oth. (2019). The structure of Volume III of the National Atlas of Lithuania and techniques of cartographic visualization. *Polish Cartographical Review*, 51, 1, 19–27. DOI: 10.2478/pcr-2019-0003.
- Krylov, S.A., Zagrebin, G.I., Dvornikov, A.V., Loginov, D.S., Fokin, I.E. (2019). The automation of processes of atlas mapping // Abstracts of the International Cartographic Association: abstracts of the 29th International Cartographic Conference (Tokyo, 15–20 July 2019). Electronic resource: <https://ica-abs.copernicus.org/articles/1/193/2019>. DOI: 10.5194/ica-abs-1-193-2019.
- Květoň, V., Žák, M. (2007). New climate atlas of Czechia. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 51, 2, 345–349.
- Loza, Y. (2013). "Historical Atlas of Ukraine": concept and achievements. *Visnyk of Lviv University. Philological series*, 59, 94–99.
- IPCC WGI Interactive Atlas [Electronic resource] (2024). Mode of Access: <https://interactive-atlas.ipcc.ch>.

- Loginov, D.S. (2023). Methodological foundations for preparing a cartographic web service's graphical user interface using geological exploration data. *Geodesy and Cartography*, 8, 13–28. Mode of Access: https://geocartography.ru/en/scientific_article/2023_8_13-28. DOI: 10.22389/0016-7126-2023-998-8-13-28.
- Luque, A., Suarez, P., Hernández, F. (2024). The digital climate atlas of the Canary Islands: A tool to improve knowledge of climate and temperature and precipitation trends in the Atlantic islands. *Climate Services*, 34, 100487.
- Lyashchenko, A., Cherin, A. (2009). Web-mapping tools based on MS Silverlight technology. *Modern achievements of geodetic science and production*, 1 (17), 256–264.
- Lyubishchev, A.A. (1976). Such voluntary penal servitude. *Chemistry and Life*, (12), 9–14.
- Mathews, J. (2008). Entrepreneurial Process: A Personalistic-Cognitive Platform Model. *Vikalpa*, 33 (3), 17–34. <https://doi.org/10.1177/0256090920080302>
- McCarthy, S., O'Raghallaigh, P., Kelleher, C., Adam F. (2025). A socio-cognitive perspective of knowledge integration in digital innovation networks. *Journal of Strategic Information Systems*, 34, 1, 101871. DOI 10.1016/j.jsis.2024.101871
- McPherson, M. (2017). Auto-Generating Maps Using Open-Source GIS and Python. The University of Arizona. Mode of Access: <http://hdl.handle.net/10150/626250>.
- Mikulová, K., Stastný, P., Kajaba, P., Turňa, M. (2016). Climate atlas of Slovakia // 16th EMS Annual Meeting & 11th European Conference on Applied Climatology (ECAC). Trieste, Italy. DOI: 10.13140/RG.2.2.27468.72325.
- National atlases on the World Wide Web [Electronic resource] (2024). Mode of Access: https://nemzetiatlasz.hu/en/national_atlases_www.html.
- Onoprienko, M.V. (2011). The phenomenon of cognitive science and technology. *Bulletin of the National Aviation University. Philosophy. Culturology*, 1, 68–72. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnau_f_2011_1_18.
- Paśławski, J., Korycka-Skorupa, J., Nowacki, T., Opach, T. (2016). Choropleth maps and diagram maps in atlas of cartographic presentation methods. *Miscellanea Geographica*, 16 (1), 49–56.
- Pashchenko, V.M. (2012). Historical atlas of Ukraine by cartographer Yuriy Loza. *Scientific Visnyk of Chernivtsi University. Geography*, 616, 97–100.
- Pashchenko, V.M. (2012). Ukraine has its own historical atlas (review). *Bulletin of Geodesy and Cartography*, 2, 39–42.
- Pashchenko, V.M. (2011). Fundamental cartographic edition. *Ukrainian Geographical Journal*, 4, 64–65.
- Polyakova, N.O. (2010). Semiotic and Thematic Model of the Structure of the National Atlas of Ukraine. *Visnyk of Geodesy and Cartography*, 6 (69), 19–22.
- On the activities of the National Academy of Sciences of Ukraine in 2001 and the main directions of its further work: report by Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Director of the Institute of Geography of the NAS of Ukraine
- L. Rudenko. (2002). *Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 6. 63–65. Mode of Access: <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000009128>.
- Rudenko, L.G., Kozachenko, T.I., Lyashenko, D.O., Putrenko, V.V., Chabanyuk, V.S. (2011) Geographic information mapping in Ukraine. Conceptual bases and directions of development. Monograph. Kyiv: Naukova Dumka. 104 c.
- Rudenko, L.G., Polivach K.A. (2011). Perspective directions of atlas thematic mapping of Ukraine. *Visnyk of Geodesy and Cartography*, 4, 10–15.
- Schmidt, M., & Weiser, P. (2012). Web mapping services: development and trends. Online maps with APIs and WebServices, 13–21.
- Söllheim, Á.L.L., Suarez P.M., Hernández F.G. (2024). The digital climate atlas of the Canary Islands: A tool to improve knowledge of climate and temperature and precipitation trends in the Atlantic islands. *Climate Services*, 34, 100487. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2024.100487>.
- Sossa, R.I. (2009). Contribution of the SSPE Cartography to the development of thematic mapping in Ukraine. *Problems of continuous geographical education and cartography*, 9, 221–229.
- Sossa, R.I. (2011). Development of thematic mapping. *Visnyk of Geodesy and Cartography*, 5, 27–32.
- Shpak, A., Rudenko, L., Bochkovska, A. (2008). The first National atlas of Ukraine. *Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 3–12.
- Thagard, P. Mind: Introduction to cognitive science. Second edition. Cambridge: MIT press, 2005.
- Toms, S., O'Beirne, D. (2017). ArcPy and ArcGIS. Second Edition. Birmingham — Mumbai: Packt Publishing Ltd. 240 p. ISBN 978-1-78728-251-3.
- Toms, S., Parker, B., Tucker, C., Rubalcava, R. (2022). Python for ArcGIS Pro: Automate cartography and data analysis using ArcPy, ArcGIS API for Python, Notebooks, and pandas. Birmingham: Packt Publishing Ltd. 586 p. ISBN 978-1-80324-166-1.
- Valiukas, D., Galvonaitė, A., Česnulevičius, A. (2015). Methodology of Lithuanian climate atlas mapping. *Geodesy and Cartography*, 64, 1, 101–112.
- Veenendaal, B., Brovelli, M.A., & Li, S. (2017). Review of web mapping: Eras, trends and directions. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6 (10), 317.
- Volkswagen, Phaeton Production [Electronic resource] (2015). Cars Garage. Mode of Access: <https://www.youtube.com/watch?v=o1I0HzK2J-A&t=376s>.
- Volodchenko, A. (2015). National Atlas of Lithuania, volume 1 (2014). *Geokontext*, 3, 58–60.
- Yang Ning, Zhuang Bi. 2015. Enlightenment of cognitive science on early childhood education. *Journal of Physical Education*. 22 (6).
- Yankelevich, S. S. (2023). Multipurpose cartographic resource as an interactive system. *Geodesy and Cartography*, 9, 29–33. DOI: 10.22389/0016-7126-2023-999-9-29-33.

Andrii Oreshchenko

ORCID:0000-0002-8363-6885

andrey_o@ukr.net

Ukrainian Hydrometeorological Institute
of State Emergency Service of Ukraine
and National Academy of Sciences of Ukraine

OPTIMIZATION METHODS FOR THE CREATION OF WEB-BASED ATLAS "CLIMATE AND WATER RESOURCES OF UKRAINE"

The purpose of this study is to summarize methods for optimizing the process of creating a web-based atlas "Climate

and Water Resources of Ukraine". The methods of optimizing the creation of the atlas web shell, the maps themselves, the drafting of the atlas and its implementation are considered. The literature review considers the peculiarities of creating fundamental cartographic works, the time spent on it, and shows the importance of using methods to optimize the production of cartographic products. The experience of atlas mapping of specialists involved in the creation of the atlas is also considered. The essence of serial mapping using an automatic mapping system, large-node assembly (web-based atlas shell), pyramidal project development algorithm, reduction of the number of production processes, method of map unification, grouping of the same or similar tasks, use of a "shortened technical project file", automation of production processes, step-by-step progress with a predefined result are described in detail. As a re-

sult of using these methods, the time spent on the development of the atlas was reduced from 7 thousand working hours to 1.5 thousand. The development of the atlas was completed in 2023 and published here: <https://maps.uhmi.org.ua>. It is concluded that these optimization methods constitute a supercompetence responsible for the quality and productivity of labor. The atlas contains more than 5,000 maps, most of which were made using the developed methodology. These maps show the average, maximum, and minimum air temperature for the month, precipitation, climate temperature norm, climate change forecast, cold waves, heat waves and sudden changes in air temperature, and many other indicators.

Keywords: atlas, web, methodology, mapping, climate, water resources, automation, optimization.

