

PROBLEMY OCENY WARUNKÓW INŻYNIERSKO-GEOLOGICZNYCH W ASPEKCIE POTRZEB PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO

UKD 624.131:550,8:528.94(084.3-11M25):711.1(438)

Intensywny rozwój planowania przestrzennego czyli zorganizowanej działalności zmierzającej do planowego zagospodarowania przestrzeni pod kątem potrzeb człowieka (J. Matyjaszkiewicz i D. Putkowski, 1971) doprowadził do wielu niepokojących zjawisk, a zwłaszcza:

- nadmiernego wyrębu lasów będącego przyczyną erozji gleb;
- nieprzemysłanej eksploatacji surowców mineralnych prowadzącej do przedwczesnego wyczerpania złóż, zaniku wód gruntowych oraz do narastania hałd i zwałowisk;
- żywiołowego przebiegu procesu uprzemysłowienia, prowadzącego niejednokrotnie do zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych ściekami przemysłowymi;
- niewłaściwej lokalizacji inwestycji na terenach wybitnie rolniczych.

Dużą rolę w przeciwdziałaniu tym groźnym objawom ma do spełnienia służba geologiczna, zajmująca się wykonywaniem opracowań fizjograficznych, czy też geologiczno-inżynierskich wykonywanych dla potrzeb planowania przestrzennego. W niniejszym artykule zostaną omówione niektóre problemy związane z oceną warunków inżyniersko-geologicznych terenów, wykonywaną w aspekcie potrzeb planowania przestrzennego, a szczególnie metodyka oceny warunków inżyniersko-geologicznych oraz sposoby ich odwzorowywania na mapach analitycznych i syntetycznej mapie warunków inżyniersko-geologicznych.

Mapy inżyniersko-geologiczne dla potrzeb planowania przestrzennego są opracowywane bądź dla poszczególnych jednostek administracyjnych kraju, bądź też dla określonych, perspektywicznych gospodarczo regionów geologicznych. Często stosuje się opracowywanie map w cięciu arkuszowym.

Ze względu na to, że ocena warunków inżyniersko-geologicznych dotyczy przeważnie dużych obszarów oraz na konieczność dostarczenia niezbędnych danych o środowisku geologicznym dla potrzeb planowania właściwego zagospodarowania terenu i wyboru lokalizacji inwestycji, a więc szeroką problematykę badawczą, najbardziej przydatne dla potrzeb planowania przestrzennego są mapy inżyniersko-geologiczne w skali 1:50 000. Dla obszarów o bardziej skomplikowanych warunkach geologicznych, a zatem i bardziej złożonych warunkach inżyniersko-geologicznych opracowuje się mapy w skali 1:25 000.

Treść map inżyniersko-geologicznych jest determinowana głównie sumą elementów składających się na całokształt środowiska geologicznego, a nawet — przy uwzględnieniu wpływu działalności człowieka — środowiska inżyniersko-geologicznego. Do elementów środowiska geologicznego, które muszą być badane i odwzorowywane na mapach należą przede wszystkim:

- rzeźba terenu,
- morfologia,
- litogeneza występujących utworów,
- warunki hydrogeologiczne,
- procesy geodynamiczne,
- własności fizyczno-mechaniczne skał i gruntów.

Wszystkie te czynniki znajdują się we wzajemnych korelacjach, a oddziaływanie na siebie odbywa się zarówno w naturalnym środowisku geologicznym, jak też w środowisku inżyniersko-geologicznym — zmienionym pod wpływem inwestycyjnej działalności człowieka.

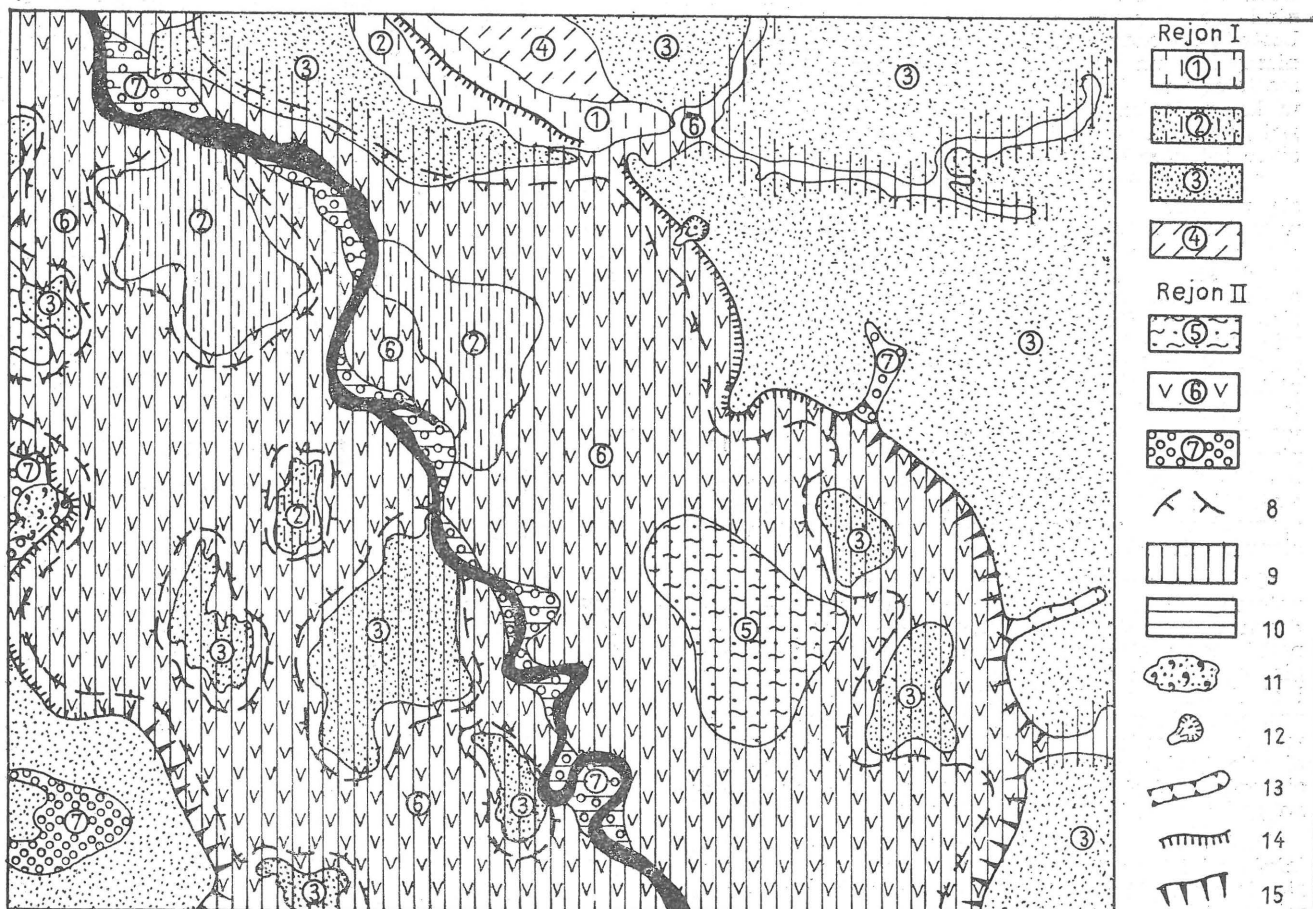
Sposób graficznego odwzorowywania poszczególnych elementów geologicznych, a zatem treść map analitycznych (przedstawiających jeden z elementów) i mapy syntetycznej (przedstawiającej sumaryczną ocenę warunków inżyniersko-geologicznych), dokładność udokumentowania terenu, głębokość strefy rozpoznania oraz uwypuklenie najważniejszych problemów inżyniersko-geologicznych powinno ściśle nawiązywać do bieżących potrzeb planowania przestrzennego, ewentualnie — do etapu projektowania inwestycji.

Właściwej oceny warunków inżyniersko-geologicznych terenu powinno się dokonywać na podstawie kompleksowego zdjęcia inżyniersko-geologicznego. Obejmuje ono zebranie wszystkich materiałów archiwalnych (wierceń i sond penetracyjnych) z danego terenu, ich analizę oraz przestudiowanie literatury dotyczącej regionu badań. W następnej kolejności — według opracowanego „klucza” — należy dokonać fotointerpretacji zdjęć lotniczych, sporządzając roboczą mapę geologiczną, z wyodrębnieniem na niej form geomorfologicznych. Kompleksowe kartowanie inżyniersko-geologiczne terenu, a więc badania i obserwacje terenowe powinny dostarczyć materiału dokumentacyjnego dla wydzielonych jednostek geologicznych i form geomorfologicznych.

Istniejące materiały z wierceń, z badań geofizycznych i in. lub niekiedy wykonane dodatkowo wiercenia głębsze powinny pozwolić na ustalenie ogólnego modelu budowy geologicznej badanego obszaru. Natomiast szczegółowym rozpoznaniem obejmuje się strefę do głęb. 5–6 m od powierzchni terenu, wykonując w tym celu sondy penetracyjne do tej głębokości. Lokalizacja sond powinna ściśle nawiązywać do roboczej mapy geologicznej, a ich liczba nie powinna przekraczać średnio 8–10 na 1 km² zdjęcia. Przeprowadzone pomiary i obserwacje hydrogeologiczne oraz procesów geodynamicznych wraz z materiałami uzyskanymi w czasie kartowania są niezbędne do opracowania kompleksowej oceny warunków inżyniersko-geologicznych terenu.

Najdogodniejszą formą odwzorowywania środowiska geologicznego i jego złożoności jest opracowanie syntetycznej mapy warunków inżyniersko-geologicznych. Jest ona graficznym obrazem (w określonej skali) rozpoznania i interpretacji środowiska geologicznego wraz z jego oceną, przeprowadzoną do określonej głębokości od powierzchni terenu, w celu wyboru odpowiedniego sposobu zagospodarowania przestrzennego danego obszaru oraz wyboru lokalizacji jednostek osadniczych, czy też konkretnych inwestycji.

Ocena warunków inżyniersko-geologicznych rozległego i zróżnicowanego terenu z konieczności prowadzi do jego podziału na jednostki przestrzenne róż-



Syntetyczna mapa inżyniersko-geologiczna dla potrzeb planowania przestrzennego.

I — rejony o warunkach inżyniersko-geologicznych korzystnych dla bezpośredniego posadowienia: 1 — obszary gruntów nośnych, spoiistych o miąższości ponad 2 m, 2 — obszary gruntów nośnych, spoiistych o miąższości mniejszej od 2 m, zalegających na gruntach nośnych, sytych, 3 — obszary gruntów nośnych, sytych o miąższości ponad 2 m, 4 — obszary gruntów nośnych, sytych o miąższości mniejszej od 2 m, zalegających na gruntach nośnych, spoiistych, II — rejony o warunkach inżyniersko-geologicznych niekorzystnych dla bezpośredniego posadowienia, 5 — obszary gruntów nienośnych, organicznych i antropogenicznych, 6 — obszary gruntów słabonośnych, spoiistych i mało spoiistych, 7 — obszary gruntów słabonośnych, sytych, 8 — granica obszarów okresowo zalewanych, 9 — obszary stale i okresowo podmokłe o zwierciadle wody gruntowej na głębokości od 0 do 2 m, 10 — obszary współczesnej przeróbki korytarzy, 11 — obszary czynnych procesów eolicznych, 12 — osuwiska, 13 — erozja wąwozowa, 14 — strome skarpy, 15 — zbocza o nachyleniu powyżej 12%.

nego rzędu. Charakterystyka i ocena środowiska inżyniersko-geologicznego terenu musi być wykonana na podstawie systematyki jednostek przestrzennych, różniących się między sobą sumą warunków geologicznych, geomorfologicznych, hydrogeologicznych, inżyniersko-geologicznych i zagospodarowania.

Uzyskanie właściwej oceny warunków inżyniersko-geologicznych jest możliwe dzięki kolejnemu, stopniowemu syntetyzowaniu materiałów analitycznych pozwalających — dzięki kolejnym przybliżeniom — na skonstruowanie przestrzennego modelu warunków inżyniersko-geologicznych i jego zmienności w czasie i przestrzeni. Stworzony w ten sposób model środowiska inżyniersko-geologicznego pozwala na wyciągnięcie wniosków dotyczących ilościowej oceny ważniejszych elementów tego środowiska, a mianowicie:

- możliwość określenia nośności gruntów, przez ustalenie morfogenezy i litologii występujących utworów;
- określenie występowania poziomów wodonośnych, ich dynamiki i wahań zwierciadła wód podziemnych;
- określenie rzeźby terenu, w celu przedstawienia zróżnicowanych spadków terenu;

Synthetic engineering-geological map made for the need of spatial planning.

I — regions of engineering-geological conditions advantageous for direct foundation: 1 — areas of bearing coherent soils over 2 m thick, 2 — areas of bearing coherent soils less than 2 m thick, underlain by bearing incoherent soils, 3 — areas of bearing incoherent soils over 2 m thick, 4 — areas of bearing incoherent soils less than 2 m thick, underlain by bearing coherent soils, II — regions of engineering-geological conditions disadvantageous for direct foundation: 5 — areas of non-bearing organic and anthropogenic soils, 6 — areas of weakly-bearing coherent and weakly coherent soils, 7 — areas of weakly-bearing incoherent soils, 8 — boundary of intermittently flooded areas, 9 — perennially or intermittently swampy areas with groundwater table situated at depths from 0 to 2 m, 10 — areas of recent channel reworking, 11 — areas of active eolian processes, 12 — landslides, 13 — gully erosion, 14 — steep escarpments, 15 — surfaces sloping at the angle of over 12°.

— określenie występowania procesów geodynamicznych, ich oceny, prognozy rozwoju;

— określenie lokalnej bazy surowców budowlanych i warunków ich eksploatacji.

W celu dostarczenia niezbędnych dla potrzeb planowania przestrzennego danych o badanym obszarze należy zebrane w czasie badań materiały przeanalizować, przedstawiając poszczególne elementy środowiska geologicznego na odrębnych mapach analitycznych. Mapa dokumentacyjna, sporządzona na podkładzie topograficznym, przedstawia za pomocą znaków umownych nie tylko lokalizację punktów dokumentacyjnych (wiercenia, sondy, odkrywkę naturalne, miejsca eksploatacji surowców), ale informuje o ich głębokości. W szczególności pozwala na zorientowanie się o stopniu dotychczasowego rozpoznania i udokumentowania badanego terenu. W dalszych pracach badawczych mapa ta pozwala na prawidłowe projektowanie uzupełniających badań zarówno w zakresie lokalizacji, jak i głębokości punktów dokumentacyjnych.

Rozpoznanie warunków geomorfologicznych badanego obszaru przedstawia się na mapie geomorfologicznej, której rola dla oceny warunków inżyniersko-geologicznych polega na uzyskaniu znajomości roz-

woju stosunków paleogeograficznych i związanych z nimi procesów sedymentacyjnych powstających form. Ułatwia dokonanie analizy własności fizyczno-mechanicznych gruntów budujących te formy. Mapa geomorfologiczna jest więc pierwszą rejonizacją środowiska geologicznego na jednostki przestrzenne różnej genezy, a zatem i jednostki o różnej charakterystyce inżyniersko-geologicznej.

Ocenę warunków hydrogeologicznych przedstawia się na mapie hydrogeologicznej. Powinna ona zawierać nie tylko charakterystykę poszczególnych poziomów wodonośnych i ich dynamikę, którą przedstawia się np. w postaci hydroizohips. Jest to mapa o dużym znaczeniu dla potrzeb planowania przestrzennego — dla podjęcia właściwych decyzji w sprawie zaopatrzenia w wodę i odpowiedniej gospodarki zasobami wodnymi. Dla potrzeb planowania budownictwa sporządza się mapę hydroizobat, przedstawiającą głębokość występowania pierwszego zwierciadła wody gruntowej. Mapy hydrogeologiczne dla potrzeb planowania przestrzennego powinny być wzbogacone o takie dane, jak np.: warunki infiltracji, przepuszczalność gruntów, zasięgi wód powodziowych, agresywność wód względem betonów oraz chemizm występujących wód.

Ocena warunków inżyniersko-geologicznych dla potrzeb planowania przestrzennego musi być poprzedzona wykonaniem mapy geologicznej, która stanowi podstawowy element rozpoznania środowiska geologicznego. Mapa geologiczna, przedstawiająca litologię i stratygrafię osadów budujących opracowywany teren, pozwala powiązać charakterystykę własności fizyczno-mechanicznych różnych genetycznie i litologicznie typów gruntów, a nawet upoważnia do wyciągania wniosków dotyczących tej charakterystyki na podstawie niewielkiej ilości badań.

Problematykę procesów geodynamicznych — zależnie od ich nasilenia, rozmiarów i ilości — przedstawia się bądź na odrębnej mapie, bądź też w formie znaków umownych nanosi się na mapę geologiczną lub geomorfologiczną. Podobnie postępuje się z charakterystyką miejscowej bazy surowców budowlanych. Zawsze jednak należy określić rejon istniejącej eksploatacji poszczególnych typów surowców budowlanych, podając charakterystykę surowcową, głębokość eksploatacji i ewentualne zasoby.

W ten sposób uzyskuje się bogaty materiał do sporządzania nie tylko syntetycznej mapy warunków inżyniersko-geologicznych, ale również cenne dane o poszczególnych elementach środowiska geologicznego, niezbędne przy podejmowaniu decyzji o szczegółowej lokalizacji inwestycji.

Wycinek syntetycznej mapy inżyniersko-geologicznej dla potrzeb planowania przestrzennego wraz z objaśnieniami przedstawia rys. 1. Warunki inżyniersko-geologiczne obszaru badań są określone przede wszystkim warunkami gruntowo-wodnymi. Dlatego też jako podstawowe kryterium wydzielenia na mapie warunków inżyniersko-geologicznych przyjęto warunki gruntowe, które ze względu na rodzaj występującego gruntu i jego stan determinują ogólnie przydatność obszaru i jego ocenę dla potrzeb zagospodarowania przestrzennego. Następnym czynnikiem, mającym zdecydowany wpływ na inżyniersko-geologiczną ocenę terenu, są warunki hydrogeologiczne. Głębokość do zwierciadła wody gruntowej przedstawiono na mapie hydroizobat, natomiast na mapie syntetycznej pokazano jedynie obszary płytkiego występowania wody gruntowej (0–2 m pmt.), w których — bez względu na rodzaj i stan gruntów — warunki inżyniersko-geologiczne są niekorzystne. Podobnie — do obszarów o niekorzystnych warunkach inżyniersko-geologicznych zaliczono tereny powodziowe, tj. okresowo zalewane przez rzekę.

Kryteria morfologiczne, takie jak spadki terenu, czy też względne różnice wysokości oraz czynne procesy geodynamiczne schodzą na plan dalszy, chociaż lokalnie mogą odgrywać poważną rolę w ocenie warunków inżyniersko-geologicznych. Dlatego też na omawianej mapie syntetycznej zasygnalizowano umownie obszary o spadkach powyżej 12%, jak również strome skarpy i zbocza. Przedstawiono po-

nadto obszary współczesnej przeróbki korytowej, obszary czynnych procesów eolicznych, strefy erozji wązowej oraz osuwiska. Wymienione procesy, ze względu na ich lokalne występowanie — przedstawiono na mapie inżyniersko-geologicznej, jednak nie stanowiły one podstawowego kryterium rejonizacji inżyniersko-geologicznej.

Podstawą oceny gruntów dla potrzeb budowlanych była klasyfikacja gruntów wg normy PN-74/B02480 — ocena stanu zagęszczenia gruntów sypkich i stopnia plastyczności gruntów spoistych. Na tej podstawie dokonano oceny własności gruntów występujących od powierzchni terenu do głęb. 2 m pmt. dla bezpośredniego posadowienia obiektów.

W wyniku przeprowadzonej analizy, uwzględniającej zarówno rodzaj i stan gruntu, jak i jego genezę i warunki występowania, wydzielono dwa główne rejonu inżyniersko-geologiczne:

I — rejonu o warunkach inżyniersko-geologicznych korzystnych dla bezpośredniego posadowienia obiektów;

II — rejonu o warunkach inżyniersko-geologicznych niekorzystnych dla bezpośredniego posadowienia obiektów.

Wymienione rejonu, ze względu na rodzaj występujących gruntów i ich stan, podzielono na obszary gruntów nośnych, w których dopuszczalne obciążenia jednostkowe przekraczają 2 kG/cm², obszary gruntów słabonośnych o dopuszczalnych obciążeniach od 1 do 2 kG/cm² oraz obszary gruntów nienośnych, w których dopuszczalne obciążenia są mniejsze od 1 kG/cm².

Decydujące znaczenie w ocenie warunków inżyniersko-geologicznych terenu mają warunki hydrogeologiczne. Przyjmując dla większości budowlanego średnią głębokość posadowienia obiektów budowlanych bądź bezpośrednio na powierzchni terenu, bądź na 1,5–2 m pmt. na mapie syntetycznej wydzielono obszary stale i okresowo podmokłe o zwierciadle wody gruntowej występującej na głęb. 0–2 m. Obszary te zaliczono również do rejonów o niekorzystnych warunkach inżyniersko-geologicznych. W tej samej kategorii obszarów znalazły się tereny okresowo zalewane, tzw. obszary „powodziowe”, które przed wykonaniem budowli zabezpieczających (np. wały przeciwpowodziowe) są narażone na działanie wysokich stanów wód rzecznych.

Ponadto na mapie występowania procesów geodynamicznych przedstawiono:

- obszary aktywnych procesów eolicznych, wymagające szybkiego zabezpieczenia,
- obszary współczesnej przeróbki korytowej,
- strefy rozwoju erozji wązowej,
- strefy występowania osuwisk.

Pokazano obszary występowania zbroczy o spadkach powyżej 12%, jako podatne na rozwój niektórych procesów geodynamicznych, np. spłykiwanie, spływanie, czy też osuwanie się gruntów, a wymagające niwelacji dla bezpośredniego posadowienia. Zaznaczono również odcinki skarp o stromych zboczach, jako strefy potencjalnych możliwości rozwoju powierzchniowych ruchów masowych, szczególnie w wyniku naruszania obecnej równowagi zbroczy.

Należy podkreślić, że przy powyższej ocenie warunków inżyniersko-geologicznych jako podstawowe kryteria oceny przydatności terenu pod zabudowę przyjęto warunki gruntowo-wodne, nie uwzględniono natomiast czynników ekologiczno-biologicznych, obecnego sposobu użytkowania ziemi, typu gospodarki rolnej ani czynników wynikających z aspektów ochrony środowiska i zasobów naturalnych, ani też planów zagospodarowania przestrzennego. Przedstawiony sposób oceny terenu dotyczy jedynie środowiska geologicznego i jego podstawą są kryteria wydzielenia inżyniersko-geologicznych.

Przedstawiony sposób analizy środowiska geologicznego i oceny warunków inżyniersko-geologicznych dla potrzeb planowania przestrzennego powinien być wykonywany jako opracowanie wyprzedzające wszelkie decyzje zagospodarowania przestrzennego terenu. Pozwala on na zebranie istniejących materiałów, przeprowadzenie kompleksowych badań inżyniersko-geologicznych i ich ocenę z wymaganą dokładnością, co jest niezbędne dla wyboru właściwej lokalizacji inwesty-

cji. W konsekwencji wpływa na znaczne skrócenie czasu już w fazie projektowania inwestycji, a przede wszystkim umożliwia właściwe zaprojektowanie rodzaju, lokalizacji i ilości badań inżyniersko-geologicznych w poszczególnych fazach projektowania i realizacji inwestycji.

Stwarza to nie tylko dogodne warunki projektowania, znacznie skracając czas na badania inżyniersko-geologiczne, ale przede wszystkim pozwala na prowadzenie badań w zakresie niezbędnym dla danego typu budownictwa, dając wymierne efekty ekono-

miczne w postaci bądź zmniejszenia ilości badań, bądź też ich ukierunkowania i skrócenie czasu. W wielu wypadkach, np. budownictwa liniowego (drogi, rurociągi itp.) pozwala na realizację inwestycji bez prowadzenia badań inżyniersko-geologicznych; przede wszystkim zaś nie dopuszcza do podejmowania niewłaściwych decyzji odnośnie do zagospodarowania przestrzennego terenu i wyboru lokalizacji obiektów budowlanych z punktu widzenia środowiska geologicznego.

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрена методика составления комплексной геологоинженерной съёмки в масштабе 1:25 000 для потребностей пространственного планирования.

Геолого-инженерные карты для потребностей пространственного планирования разрабатываются для отдельных административных единиц страны или для определённых геологических районов. Принимая во внимание необходимость приведения данных для планирования освоения местности и правильного выбора локализации, а также широкую исследовательскую проблематику геологической среды (оценку геологических условий — литогенез отложений, оценку гидротехнологических условий, оценку геодинамических процессов и прогноз их дальнейшего развития, оценку физико-механических свойств грунтов и комплексную оценку геолого-инженерных карт является масштаб 1:50 000, а в более сложных геологических условиях — 1:25 000.

Сложная исследовательская проблематика представлена в форме атласа аналитических карт. Комплексная оценка пригодности данной местности и возможности её освоения является содержанием синтетической карты геолого-инженерных условий.

В статье приведен сектор геолого-инженерной карты в качестве примера её разработки, а также рассмотрены критерии применяемых выделений и форма графического представления результатов исследований.

SUMMARY

The method of complex engineering-geological mapping in the scale 1:25 000 for the needs of spatial planning is discussed. Maps needed for that purpose are made for either administrative units of the country or a given geological region. The data needed for land use planning and selection of most appropriate location of investments and a wide scope of analysis of a geological environment (evaluations of geological conditions, lithogenesis of rocks, hydrogeological conditions, geodynamic processes and forecast of their developments, physico-mechanical properties of soils and complex analysis of engineering-geological conditions) make it necessary to carry out engineering-geological mapping in the scale 1:50 000 or even 1:25 000 when geological conditions are difficult.

The studied complex problems are presented in the form of an atlas comprising several analytical maps. Of these, synthetic map of engineering-geological conditions gives summative evaluation of possibilities to use the area for economical purposes.

The preparation of engineering-geological maps is illustrated by a fragment of such map. Moreover, the criteria used in differentiations and the form of graphic presentation of the results of the studies are discussed.