

MIROŚLAW W. MEKSUŁA
Zakład Kartografii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej
Lublin

Kartograficzne sposoby prezentowania dynamiki zjawisk

Zarys treści. Artykuł jest próbą kartograficznego spojrzenia na zjawiska zmienne w czasie. Autor prezentuje podział dynamiki w ujęciu kartograficznym oraz daje przegląd sposobów jej przedstawiania za pomocą tradycyjnych map statycznych. Omówiono także zalety i wady poszczególnych sposobów prezentowania zmian na mapach.

Badaniem zmian, jakim ulegają różnorodne obiekty i zjawiska wraz z upływem czasu, zajmują się różne dyscypliny naukowe. W wielu z nich prowadzi się prace badawcze lub prezentuje ich wyniki za pomocą map. Fakt ten, w połączeniu z dynamiką zmian zachodzących w środowisku, stawia kartografię przed koniecznością opracowania nowych i doskonalenia już istniejących sposobów przedstawiania zmian.

Prezentacja dynamiki zjawisk na mapach jest jednym z ważniejszych i trudniejszych zadań kartografii. Do znanych trzech rafa kartografii dochodzi problem prezentacji zmian zachodzących w czasie, który można określić jako czwartą „rafę”. Pokonywanie jej stwarza konieczność przedstawienia czterowymiarowej – dynamicznej czasoprzestrzeni na dwuwymiarowej – statycznej mapie (W. Stams 1973, E. Amberger 1977). Rozwiązanie tego problemu utrudnia fakt, że dynamika jest traktowana przez kartografów marginalnie. W efekcie arsenał środków i metod, jakie można zastosować w celu prezentacji zjawisk zmiennych w czasie, jest dość ograniczony.

Dynamika zjawisk a mapa

Pojęcie dynamiki wiąże się bezpośrednio z upływem czasu (W. Bormann 1955). Czas, jako czwarty wymiar przestrzeni jest tym, co wyróżnia prezentację dynamiki zjawisk spośród innych prezentacji kartograficznych. Ponieważ statyczna mapa nie pozwala w sposób bezpośredni poka-

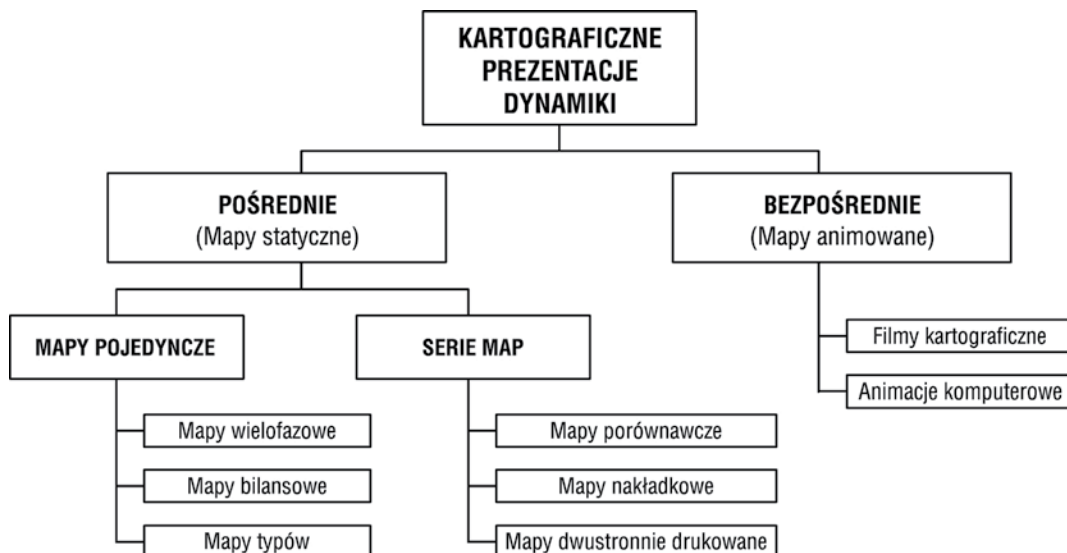
zać zmian w czasie, kartografowie dążą do takiego pokazania relacji zwrotnych zachodzących między czasem, przestrzenią a rzeczami, które stwarza u odbiorcy mapy wrażenie zmienności (W. Plapper 1969, W. Witt 1979). Z prezentacją tak rozumianych relacji przestrzenno-czasowych w kartografii najczęściej łączy się takie pojęcia, jak rozwój, ruch, proces, przeobrażenie, rytm, cykl i geneza rozumiana jako powstawanie, trwanie oraz rozwój (W. Witt 1970, W. Stams 1973). Pokazują one bardzo szeroki zakres zjawisk o charakterze dynamicznym. Zjawiska te wiążą się najczęściej z ruchem i przemieszczeniem w przestrzeni lub dotyczą zmian ilościowych bądź jakościowych w miejscach o stałych współrzędnych geograficznych. Często mogą one występować łącznie – przemieszczeniom towarzyszą zmiany ilościowe lub jakościowe. Z kartograficznego punktu widzenia, dynamika zjawisk może występować jako:

- dynamika ruchu (dynamika położenia) – gdy wraz z upływem czasu zmienia się jedynie położenie obiektu w przestrzeni,
- dynamika stanu (dynamika rozwoju) – gdy położenie obiektu w przestrzeni jest stałe, a zmienia się jedynie jego charakterystyka ilościowa lub jakościowa,
- dynamika złożona – gdy zmianom położenia w przestrzeni towarzyszy dynamika stanu.

Prezentacja każdego z wyżej wymienionych rodzajów dynamiki wymaga zastosowania odmiennych środków kartograficznych. Zwykle nieco łatwiejsze jest pokazanie dynamiki ruchu, gdyż znaki graficzne, prezentujące przemieszczające się w czasie zjawiska lub obiekty, usytuowane są w różnych miejscach na mapie. Natomiast prezentacja dynamiki stanu stwarza konieczność użycia od kilku do kilkunastu różnych znaków graficznych, pokazujących ten sam punkt na mapie w różnym czasie.

Niezależnie od charakteru dynamiki stopień komplikacji treści mapy rośnie wraz z dodaniem każdego kolejnego poziomu czasowego, jaki jest prezentowany na mapie, doprowadzając szybko

pokonywać na kilka sposobów (ryc. 1). Mogą one opierać się na wykorzystaniu map statycznych (sposoby pośrednie) lub bazować na technikach animacji, które jako jedyne w sposób bezpośredni



Ryc. 1. Kartograficzne sposoby przedstawiania zmian w czasie
Fig. 1. Cartographic ways of presentation of changes in time

do powstania redundancji. Z faktu tego łatwo wywnioskować, że im mniej poziomów czasowych uwzględnia kartograficzna prezentacja dynamiki, tym jest ona łatwiejsza do zredagowania. Najprostszą prezentacją dynamiki jest zatem ta, która ogranicza się do niezbędnego minimum, czyli uwzględnia jedynie dwa poziomy czasowe (E. Otremba 1971, W. D. Rase 1974). W praktyce często jednak spotykamy się z koniecznością analizy kilku, kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu poziomów czasowych jednocześnie. Zaprezentowanie takiego zakresu informacji przestrzenno-czasowych na jednej mapie jest praktycznie niemożliwe bez daleko idącej generalizacji treści. Z kolei generalizacja uniemożliwia przeprowadzanie szczegółowych analiz zjawiska. Rodzi się zatem pytanie, czy wobec tak poważnych problemów redakcyjnych, kartografia jest w stanie skutecznie prezentować zmiany zachodzące w czasie?

Kartograficzne sposoby przedstawiania dynamiki zjawisk

Trudności redakcyjne związane z opracowywaniem map prezentujących zmiany w czasie można

pokazywać dynamikę (N. J. W. Thrower 1959, 1961, W. Plapper 1969, E. Imhof 1972, E. Arnberger 1977, W. Witt 1979).

Sposoby bezpośrednie są zdecydowanie bardziej sugestywną formą pokazania zmian, jednak z uwagi na ulotny charakter prezentacji, znacznie trudniej poddają się analizie. Możliwe jest, co prawda, zatrzymanie prezentacji lub analizowanie kolejnych klatek, lecz z chwilą zatrzymania animacja staje się jedynie zbiorem map (klatek), prezentujących poszczególne momenty (przekroje czasowe) w sposób statyczny.

Serie map

Jednym z prostszych sposobów prezentacji dynamiki zjawiska jest posłużenie się serią map (N. J. W. Thrower 1961, F. Uhlhorn 1968, W. Plapper 1969, A. M. Berlant 1973, K. A. Saliszczew 1973, 1984). Seria taka, składająca się z map pokazujących stan zjawiska w różnym czasie (ryc. 2), pozwala na wywołanie w umyśle użytkownika (czytelnika) wrażenia zmienności, czyli przejście od stanu do ruchu (W. Bormann 1955). W celu wywołania takiego wrażenia, konieczne jest użycie co najmniej dwóch map, z których jedna

ilustruje stan początkowy zjawiska, a druga stan końcowy. Co prawda, pewne wnioski dotyczące dynamiki zjawisk można formułować na podstawie prezentacji statycznych (na przykład o

arkusza obok siebie. Szczególnym przypadkiem serii złożonej z dwóch map są mapy dwustronnie drukowane (E. Imhof 1972, J. Rutkowski 1984). Chociaż są to dwie odrębne mapy, to jedna



Ryc. 2. Zmiany powierzchni lasów w okolicach Kazimierza Dolnego – seria map
Fig. 2. Forest area changes in the region of Kazimierz Dolny – map series

kierunku wiatru i jego sile informują widoczne na fotomapach dymiące kominy), jednakże nigdy nie można mieć pewności co do tego, czy zaobserwowany stan jest typowy i długotrwały, czy też ma on charakter przypadkowy (E. Arnberger 1977).

Wnioski formułowane na podstawie serii złożonej z dwóch map nie pozwalają ocenić dokładnie charakteru zmian, jakie zaszły w całym badanym okresie, a jedynie wnioskować o wyniku tych zmian (kierunku lub tendencji). Do przeprowadzenia bardziej dogłębnych analiz konieczne jest posłużenie się większą liczbą opracowań kartograficznych, prezentujących także stany pośrednie między początkiem a końcem badanego okresu.

Zwiększenie liczby map w serii pozwala użytkownikowi nie tylko dokładniej zorientować się, jak przedstawiała się sytuacja w różnych momentach badanego okresu (mapy pośrednie), lecz także może on odtworzyć w swoim umyśle brakujące poziomy czasowe (W. Bormann 1955). Oczywiście jest to czynność skomplikowana i wymagająca dużej wprawy, lecz obraz dynamiki zjawiska, powstały w umyśle odbiorcy, może być na tyle pełny, że pozwala poprawnie ocenić charakter zachodzących zmian (W. Plapper 1969, H. Wilhelmy 1972).

Serie map służące do prezentacji dynamiki możemy sporządzać dwoma sposobami: jako zbiór oddzielnych opracowań (mapy porównawcze), lub jako mapę podstawową i kilka arkuszy nakrywających (nakładek) (G. Jensch 1970, W. Witt 1979). Mapy porównawcze mogą być umieszczone na oddzielnych arkuszach lub na jednym

z nich drukowana jest lewoczytelnie na odwrocie drugiej. W efekcie, patrząc „pod światło” można zauważyć dwie różne sytuacje, prezentujące dwa przekroje czasowe.

To czysto techniczne zróżnicowanie prezentacji ma podstawowe znaczenie dla skali porównywanych map, a tym samym dla zakresu treści tematycznej i możliwych do przeprowadzenia analiz przestrzenno-czasowych. W przypadku map umieszczonych na odrębnych arkuszach możemy zastosować większą skalę do przedstawienia tego samego obszaru niż w sytuacji, kiedy wszystkie mapy porównawcze znajdują się na jednym, ograniczonym powierzchniowo arkuszu. W sytuacji, gdy skala obu opracowań jest taka sama, a wielkość arkuszy stała, oddzielne arkusze umożliwiają prezentację znacznie większego obszaru. Przemawia to wyraźnie na korzyść map wieloarkuszowych, jednakże mapy porównawcze umieszczone na jednym arkuszu są zdecydowanie łatwiej porównywalne. Wybór między serią map porównawczych jednoarkuszową lub wieloarkuszową, będzie dla kartografa zawsze wyborem między czytelnością i poglądowością a szczegółowością i zasięgiem opracowania.

Wieloarkuszowa seria map porównawczych ma niepowtarzalną zaletę, jaką jest możliwość porównywania z sobą nawet bardzo skomplikowanych i różnorodnie uwarunkowanych zjawisk dynamicznych, na podstawie pełnych treściowo przedstawień (na przykład mapy topograficzne) (J. Plit 1998). Każda inna forma prezentacji dynamiki stwarza konieczność znacznej generalizacji podkładowej i tematycznej treści mapy

(W. Plapper 1969, E. Imhof 1972). Poza tym mapy porównawcze, drukowane na oddzielnych arkuszach, można dowolnie z sobą zestawiać, co pozwala na bardziej wszechstronne i efektywne analizy zmian (U. Freitag 1966).

Posługiwanie się serią map porównawczych jest najbardziej efektywne wówczas, kiedy poszczególne opracowania kartograficzne są wykonane w takiej samej konwencji, czyli są mapami jednorodnymi (W. Witt 1979, K. A. Saliszczew 1984). W praktyce sprowadza się to do zachowania na wszystkich mapach serii takich elementów, jak skala, system znaków, kolorystyka, wskaźniki, stopień generalizacji, metody prezentacji, odwzorowanie itp. (W. Plapper 1969, W. N. Bajura 1983). Nie wyklucza to oczywiście możliwości posługiwania się mapami różnorodnymi pod względem konwencji prezentacji. Działania takie są możliwe, chociaż w znacznej mierze utrudniają prawidłową analizę procesów dynamicznych.

Zasadnicze znaczenie dla poprawnego ostrzegania zmian ma treść podkładowa poszczególnych map serii. Elementy tej treści, takie jak rzeki, zarysy lądów itp., powinny odzwierciedlać stan charakterystyczny dla prezentowanego okresu (W. Plapper 1969). Utrudnia to, co prawda, odbiór i porównywanie arkuszy, gdyż może zabraknąć wspólnych punktów odniesienia, jednak pozwala należycie ocenić rozwój zjawiska w powiązaniu z dynamicznie zmieniającymi się uwarunkowaniami przestrzennymi.

Drugim sposobem prezentowania zmian za pomocą serii map jest zastosowanie nakładek. Seria taka składa się najczęściej z map podstawowej, prezentującej dokładnie teren oraz co najwyżej jeden poziom czasowy zjawiska i kilku przezroczystych nakładek pokazujących kolejne przekroje czasowe. Nakładki zawierają najczęściej jedynie informacje dotyczące stanu badanego zjawiska w różnych okresach. Redagowanie map nakładkowych wymaga zatem innego podejścia niż redagowanie map porównawczych – „kompletnych” pod względem treści. Jeżeli w przypadku map porównawczych należy dążyć do ujednoczenia sposobów prezentacji, to na mapach nakładkowych poszczególne poziomy czasowe należy odpowiednio zróżnicować. W praktyce sprowadza się to do zastosowania innych zmiennych wizualnych dla odpowiadających sobie znaków (kształt, kierunek, ziarnistość, jasność, barwa) (W. F. Bär 1976). Pozostałe atrybuty mapy, takie jak skala, metody prezentacji, stopień generalizacji treści, zasięg opracowania oraz odwzorowanie kartograficzne, powinny być bezwzględnie zachowane. W przeciwnym razie dopasowanie nakładek do mapy podstawowej

jest niemożliwe. Wykluczone jest zatem nakładanie na siebie sytuacji przeniesionych mechanicznie z różnych, pod względem redakcyjnym, map źródłowych. Pomimo że sporządzenie mapy nakładkowej pociąga za sobą konieczność przeredagowania treści map źródłowych, to nakład pracy, jaki trzeba ponieść, jest wyraźnie mniejszy niż w przypadku ujednoczenia map porównawczych, ponieważ ogranicza się jedynie do wybranych elementów mapy, prezentujących poszczególne etapy dynamiki zjawiska.

Nieco inne problemy powstają w przypadku prezentowania dynamiki za pomocą map dwustronnie drukowanych. Prezentacja taka składa się zwykle z dwóch map przedstawiających początkowy i końcowy stan danego zjawiska. Jedną z nich stanowi zwykle mapę główną, drugą natomiast mapę uzupełniającą. Mapa główna sporządzana jest w tradycyjnej formie i niczym nie różni się od konwencjonalnej mapy statycznej. Natomiast mapa uzupełniająca jest lustrzanym odbiciem mapy prezentującej inny przekrój czasowy tego samego zjawiska, nadrukowanym na odwrocie mapy głównej. Oglądanie mapy „dwustronnej” jest nieco utrudnione, gdyż wymaga ona podświetlenia, tak aby obie sytuacje mogły być widoczne. Z technicznego i redakcyjnego punktu widzenia jest to zestawienie dwóch map z serii porównawczej lub mapy podstawowej i nakładki (jeżeli treść mapy uzupełniającej ograniczymy tylko do treści tematycznej). Jedyną praktyczną różnicą między mapą „dwustronną” a innymi sposobami prezentowania dynamiki za pomocą serii map, sprowadza się do specyficznej formy druku mapy uzupełniającej (lewoczytelnie) oraz do nieco utrudnionego odbioru (podświetlenie).

Trudności analizowania serii map wynikać mogą także z przyczyn ilościowych. Efektywne operowanie dużą liczbą map jest bardzo trudne i w znacznym stopniu uzależnione od sprawności i wytrenowania odbiorcy (użytkownika). Dlatego do analiz rzadko używa się więcej niż pięciu oddzielnych opracowań. W przypadku serii map jednoarkuszowych, ich liczba jest dodatkowo limitowana dostępną powierzchnią, a w przypadku map nakładkowych dochodzą ograniczenia techniczne, wynikające z grubości i przezroczystości nakładek. Dlatego przeciętna liczba nakładek wynosi zwykle nie więcej niż trzy (W.- D. Rase 1974).

Wspólną cechą prezentacji dynamiki za pomocą serii map jest to, że nie pozwalają one bezpośrednio zaprezentować ani samej dynamiki ani jej skutków. Analiza zmian może się odbywać jedynie na drodze czysto mentalnej, co powoduje, że ocena jest subiektywna, mało precyzyjna i nie-

sie z sobą możliwości popełniania wielu błędów (H. Wilhelmy 1972).

Mapy wielofazowe (wieloczasowe)

Pojedyncza mapa, pokazująca kilka kolejnych faz rozwoju danego zjawiska, jest sposobem prezentacji analogicznym do serii map nakładkowych. Jest to zrozumiałe ze względu na fakt, że mapa wieloczasowa powstaje przez jednoczesne pokazanie kilku przekrojów czasowych, odpowiadających poszczególnym nakładkom. W obu wypadkach analiza treści odbywa się w sposób wizualny, jednakże mapy wielofazowe dają ponadto możliwość dokonywania pomiarów.

Mapy wielofazowe (ryc. 3) pozwalają na przedstawianie zmian zarówno z zakresu dynamiki położenia (ruchu) jak i dynamiki stanu. Wśród nich zdecydowanie łatwiej przedstawić dynamikę ruchu, ponieważ znaki graficzne, prezentujące różne przekroje czasowe, położone są zwykle obok siebie, a tylko w przypadku bardzo małych zmian mogą częściowo się pokrywać. Prezentacja dynamiki stanu na mapie wielofazowej jest trudniejsza, a czasami wręcz niemożliwa, ze względu na konieczność umieszczenia wielu znaków graficznych w tym samym miejscu mapy.

Konstruowanie pojedynczych map prezentujących kilka etapów rozwoju danego zjawiska niesie z sobą wiele problemów natury metodycznej (N. J. W. Thrower 1961, E. Imhof 1972, J. Gołaski 1997). W praktyce kartograficznej istnieje wiele sposobów ich rozwiązywania. Prezentacja zmian położenia i zmian stanu odbywa się zwykle na różne sposoby. Do przedstawiania dynamiki ruchu najczęściej stosuje się metodę zasięgów, pozwalającą na prezentację zjawisk o charakterze powierzchniowym oraz metodę sygnaturową, pozwalającą przedstawić przemieszczanie się obiektów traktowanych punktowo. Metody te doskonale nadają się do prezentacji zmian w przestrzeni dwuwymiarowej (x , y). Zdecydowanie trudniejsze jest pokazanie na mapie przemieszczenia w płaszczyźnie pionowej. Charakter takich zmian jest zbliżony do ilościowych zmian stanu i dlatego oba te rodzaje dynamiki prezentowane są zwykle z zastosowaniem takich samych metod kartograficznych.

Najbardziej precyzyjnie ilościowe zmiany stanu można pokazać za pomocą wykresów lokalizowanych (W. Stams 1973, L. Ratajski 1989). Metoda ta choć dokładna, ma jednak poważne ograniczenia. Wynikają one z konieczności stosowania na mapie dość dużych powierzchniowo wykresów, których liczba musi być ograniczona. W efekcie możliwy do uzyskania obraz dynamiki

jest nieciągły. Niemniej jednak metoda ta doskonale nadaje się do precyzyjnego pokazania dynamiki zjawisk o charakterze punktowym (np. zmiany liczby ludności w miastach). Podobnym ograniczeniom podlegają mapy wielofazowe pokazujące zmiany za pomocą diagramów porównawczych lub dynamicznych (W. Behrmann 1941, W. Bormann 1955, E. Imhof 1972, W. Stams 1973, L. Ratajski 1989).

Umieszczenie na pojedynczej mapie informacji dotyczących kilku przekrojów czasowych prowadzi nieuchronnie do wzrostu liczby użytych znaków graficznych. Dlatego zastosowanie do konstruowania map wielofazowych innych metod niż wymienione powyżej, jest bardzo trudne, a czasami niemożliwe. Jeżeli można jeszcze wyobrazić sobie zastosowanie kartogramu złożonego lub metody kropkowej (różnokolorowe kropki) do prezentacji różnych przekrojów czasowych, to użycie metody chorochromatycznej lub izoliniowej wydaje się prawie niemożliwe w odniesieniu do dynamiki położenia, a zupełnie niemożliwe w odniesieniu do dynamiki stanu.

Konstruowanie pojedynczych map wielofazowych podlega znacznie większym ograniczeniom metodycznym niż pokazanie zjawiska dynamicznego na serii map. Dlatego obraz mapy wieloczasowej znacznie częściej jest wynikiem przetwarzania informacji z serii map porównawczych lub nakładkowych niż prostego ich zestawienia. Aby uniknąć redundancji, redaktor mapy często zmuszony jest do zgeneralizowania prezentowanego zjawiska (W. Stams 1969). Można tego dokonać ograniczając liczbę przekrojów czasowych, liczbę uwzględnionych elementów lub prezentując tylko przewodni (najważniejszy) aspekt zjawiska, na podstawie którego można zrozumieć jego istotę (I. Kretschmer 1965, U. Freitag 1966, W. Stams 1973). W praktyce ogranicza się liczbę stanów prezentowanych na jednej mapie wielofazowej do trzech, a jedynie w wyjątkowych przypadkach można pokazać ich więcej (W. Witt 1979).

Nie bez znaczenia dla prawidłowego odbioru map wielofazowych jest dobór środków graficznych i odpowiednia konstrukcja legendy (W. Plapper 1969, W. N. Bajura 1983). Niewłaściwie zastosowane środki graficzne mogą osłabić czytelność mapy w równym stopniu, co prezentacja zbyt dużej liczby faz lub elementów treści. Jest to problem doskonale znany kartografom opracowującym mapy „statyczne” i praktycznie niczym od niego się nie różni. Zdecydowanie ważniejsze wydaje się odpowiednie opracowanie legendy. W związku z tym należy zwrócić szczególną uwagę na chronologię i odpowiednie zróżnicowanie środków graficznych prezentujących kolejne fazy

tak, aby dawały one wrażenie następstwa i ruchu.

Różnica między serią map a pojedynczą mapą wielu faz zanika zupełnie w przypadku cyfrowego opracowania map i ich wizualizacji na ekranie

obliczenia wskaźnik. W przypadku dynamiki położenia, nie są już prezentowane poszczególne zasięgi lub położenie obiektów w różnych fazach, lecz przemieszczenia, a więc różnice w położeniu



Ryc. 3. Zmiany powierzchni lasów w okolicach Kazimierza Dolnego – mapa wielofazowa
Fig. 3. Forest area changes in the region of Kazimierz Dolny – a multi-phase map

komputera. Możliwość dowolnego zestawiania faz jest taka sama jak na mapach nakładkowych, a zapisane w różnych warstwach przekroje czasowe czynią z niej mapę wielu faz. Co więcej, zastosowanie techniki komputerowej pozwala na dużą dowolność w operowaniu środkami graficznymi (jasnością, barwą itp.), co poprawia odbiór i ułatwia analizę dynamiki zjawisk.

Mapy bilansowe

Zdecydowanie większe różnice, zarówno pod względem wizualnym, metodycznym jak i redakcyjnym występują między serią map i mapą wielofazową a mapą bilansową. Mapa taka nie przedstawia konkretnych przekrojów czasowych lecz, korzystając z informacji o przebiegu zjawiska, pokazuje skutek zmian (ryc. 4). Prezentując dynamikę stanu, mapa bilansowa przedstawia przyrost, stagnację lub ubytek w ciągu całego badanego okresu ewentualnie inny, możliwy do

(wektor) (J. Gołaski 1997). Wynika z tego, że jeżeli serie map i mapy wielofazowe prezentują szeregi momentów czasowych, to mapy bilansowe zawierają charakterystyki okresów czasowych.

Mapa bilansowa z reguły przedstawia charakterystykę tylko jednego, ściśle określonego przedziału czasu. Wykazuje więc pewną analogię do serii złożonej z dwóch map przedstawiających początkowe i końcowe stadium przemian danego zjawiska. Jednakże na tym analogia się kończy. Matematyczne podejście do prezentowanych na mapie bilansowej zmian czyni ją zdecydowanie bardziej obiektywną niż jest to w przypadku serii map lub map wielofazowych porównywanych wizualnie.

Do prezentacji zmian na mapach bilansowych można zastosować mierniki absolutne lub relatywne (W. Behrmann 1941, E. Imhof 1972, L. Rajski 1989). Oba rodzaje prezentacji mają zalety i wady, a decyzja którego z nich użyć na mapie,

zależy głównie od charakteru przedstawianego zjawiska i celu prezentacji.

Niezależnie od stosowanych mierników, każda mapa bilansowa przedstawia różnice w natężeniu

oddawać dynamiczny charakter zjawisk (W. N. Bajura 1983).

Na mapach bilansowych prezentujących dynamikę ruchu, bilans rozumiany jest jako prze-



Ryc. 4. Zmiany powierzchni lasów w okolicach Kazimierza Dolnego – mapa bilansowa
Fig. 4. Forest area changes in the region of Kazimierz Dolny – a balance map

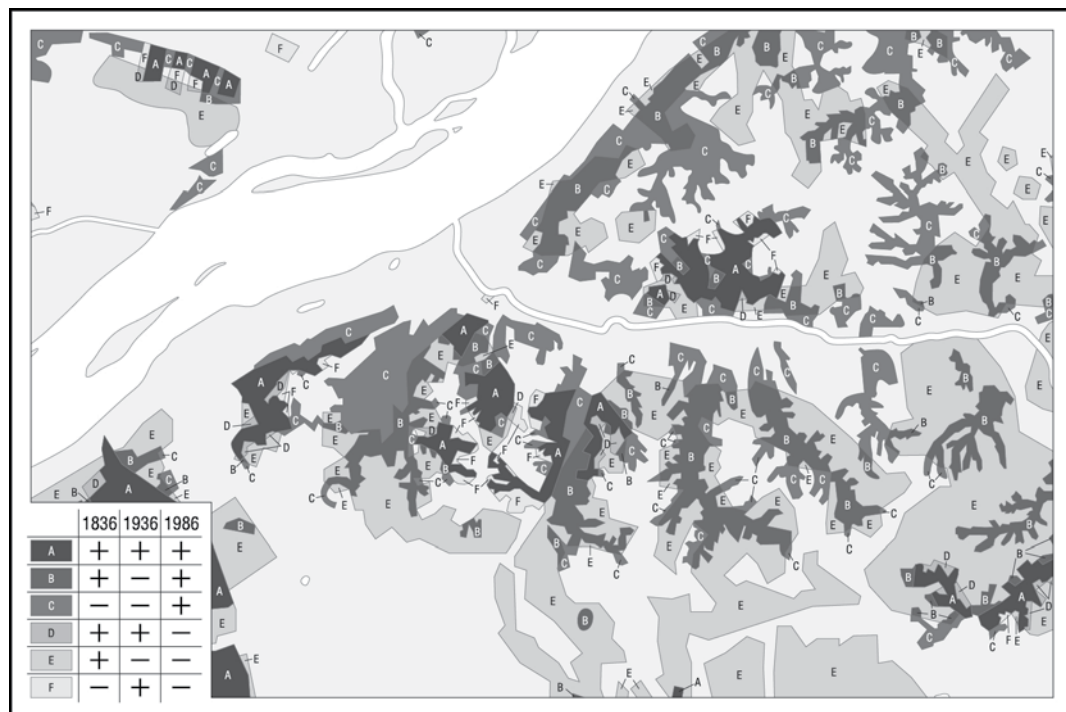
(poziomie) zjawiska między jego stanem początkowym a końcowym (U. Freitag 1966). Dlatego mapa bilansowa określana jest często jako mapa zróżnicowania, mapa wzrostu albo jako bilans czasowo-przestrzenny (H. Quirin 1954, W. Stams 1973, W. Witt 1979). Prezentacja bilansu w zasadzie nie różni się od konwencjonalnego przedstawiania wartości o charakterze statycznym. Różnica polega jedynie na tym, że mapa bilansowa nie pokazuje wartości, lecz różnice między nimi. Wobec tego metody kartograficzne stosowane na mapach bilansowych są również standardowe – kartogram, kartodiagram, izolinie w przypadku zmian ilościowych (E. Arnberger 1971) lub sygnatury punktowe i liniowe, metoda chorochromatyczna i zasięgów do przedstawiania zmian jakościowych. Ponieważ obraz zjawiska przedstawiany na tego typu mapach ma charakter statyczny, bardzo istotną rolę w prawidłowym odbiorze mapy odgrywa legenda, która powinna

mieszcząc, czyli różnica między początkowym a końcowym położeniem obiektu w przestrzeni. Dlatego do prezentacji bilansu dynamiki ruchu stosuje się najczęściej wektory oraz strzałki kierunkowe (R. Ogrissek 1968, E. Arnberger 1977, L. Ratajski 1989). Powszechność ich stosowania wynika z faktu, że są to jedyne symbole, które odbiorcy mapy kojarzą się jednoznacznie z ruchem. Bardzo dobrym sposobem przedstawienia dynamiki położenia na mapach bilansowych jest również stosowanie diagramów wstęgowych (W. Witt 1970, K. A. Saliszczew 1984, A. H. Robinson, R. Sale, J. Morrison 1988, L. Ratajski 1989) lub łączenie punktów o takiej samej wartości bilansu za pomocą izolini (E. Imhof 1972).

Prezentacje dynamiki położenia na mapach bilansowych pozwalają pokazać ruch w sposób bezpośredni, jednak ogranicza się on do pokazania przemieszczeń punktów lub zjawisk o charakterze miejscowym (plamowym). Sytuacja

komplikuje się, gdy redaktor mapy musi przedstawić ruch o charakterze masowym, występujący na całym badanym obszarze (na przykład zjawiska o charakterze ciągłym). Wynika to

danego zjawiska (I. Kretschmer 1965, W. Witt 1979, W. N. Bajura 1983). Czynność taka, pozornie mało skomplikowana z uwagi na obfitość istniejących metod taksonomicznych, w prak-



Ryc. 5. Zmiany powierzchni lasów w okolicach Kazimierza Dolnego – mapa typów
Fig. 5. Forest area changes in the region of Kazimierz Dolny – a map of types

z istnienia bardzo wielu punktów początkowych i końcowych, między którymi należałoby poprowadzić tak wiele linii łączących, że mapa byłaby zupełnie nieczytelna.

Mapy typów

Mapy bilansowe pozwalają jedynie na pokazanie różnic między dwoma poziomami czasowymi. Jeżeli jest to wystarczające w odniesieniu do zjawisk o względnie stałej tendencji i prędkości zmian lub niektórych zjawisk okresowych, to zdecydowanie nie wystarczy, gdy prezentacja kartograficzna dotyczy zjawisk o zróżnicowanym i skomplikowanym przebiegu, takich jak niektóre zjawiska demograficzne, zmiany użytkowania ziemi itp.

Wydaje się, że najlepszym sposobem rozwiązania tego typu problemu jest wykonanie mapy syntetycznej (ryc. 5), prezentującej typologię

tytuje okazuje się trudna, gdyż większość z nich pozwala dobrze charakteryzować jedynie zjawiska statyczne. Wydzielając typy zmian należy uwzględnić takie czynniki, jak wzrost, spadek, stagnacja, natężenie procesów dynamicznych, nierównomierny rozwój oraz charakter występowania zjawiska (ciągły, plamowy, liniowy lub dyskretny). Proces określenia typologii dynamiki jest zatem złożony i wieloetapowy.

Po pierwsze, redaktor mapy musi dokonać wyboru jednostek odniesienia (na przykład pola podstawowe, punkty), na podstawie których prowadzona będzie typologia. Następna czynność to określenie przedziałów czasowych, w których rejestrowane były zmiany, czyli podział badanego czasu na okresy. W końcu na bazie wydzielonych jednostek odniesienia i okresów dokonuje się określenia charakteru zmian (wzrost, stagnacja, spadek), a następnie ich stopniowania według natężenia (bardzo duży wzrost, duży wzrost, sła-

by wzrost itp.). Stopniowanie natężenia zjawiska dokonuje się najczęściej dwuetapowo. Najpierw określa się wartość (wielkość) za pomocą konkretnych mierników (absolutnie lub relatywnie), a później uzyskane wyniki dzieli na klasy. Dopiero wówczas możliwe jest określenie typów dynamiki zjawiska.

Każdy z etapów stanowi sam w sobie poważny problem kartograficzny. Wystarczy przyrzeć się obfitej literaturze poświęconej doborowi pól odniesienia, zasadom wyznaczania klas lub metodom regionalizacji aby zrozumieć, czym jest określanie typologii dynamiki, gdzie wszystkie te problemy występują jednocześnie. Trudności te czynią z typologii dynamiki jedno z trudniejszych zagadnień kartograficznych (E. Arnberger 1971).

Bezsporną zaletą map typów jest możliwość syntetycznego pokazania skomplikowanych zmian w długim czasie. Zalety takiej nie ma żaden z innych sposobów prezentowania dynamiki. Nie można jednak pominąć faktu, że mapy syntetyczne prezentują zwykle bardzo trudno rozróżnialne i skomplikowane typy zmienności, często zupełnie niezrozumiałe dla przeciętnego czytelnika.

Podsumowanie

Sposoby kartograficznego prezentowania dynamiki zjawisk są jedną ze słabiej rozwiniętych i trud-

niejszych dziedzin kartografii. Jednak, z uwagi na ciągle rosnące tempo przemian zachodzących w środowisku przyrodniczym i społecznym, jest coraz większe zapotrzebowanie na tego rodzaju przedstawienia. Wynika to z faktu, że mapa w dalszym ciągu pozostaje najlepszym środkiem do prezentacji relacji przestrzennych między elementami środowiska i jednym z lepszych do pokazania relacji przestrzenno-czasowych.

Możliwości kartografii w dziedzinie prezentowania zmian zachodzących w czasie są znaczne, choć w praktyce dość rzadko wykorzystywane. Jak wynika z analizy zbioru liczącego prawie 2000 map o tematyce ludnościowej, a więc dotyczącego zjawisk charakteryzujących się dużą zmiennością w czasie, ponad 70% to prezentacje statyczne. Przedstawienia zmian demograficznych, stanowiące największą grupę pośród wszystkich kartograficznych prezentacji dynamiki, w zdecydowanej większości są bardzo proste. W praktyce sprowadzają się one do serii dwóch map, map dwufazowych lub bilansowych. Ambitniejsze opracowania należą do rzadkości, a sposób ich opracowania pozostawia najczęściej wiele do życzenia. Dotyczy to w równej mierze kartografii rodzimej jak i obcej.

Problem kartograficznej prezentacji dynamiki zjawisk pozostaje nadal problemem otwartym, dalekim od ostatecznego rozwiązania.

Literatura

- Arnberger E., 1971, *Die Kartographische Darstellung von Typen der Bevölkerungsveränderung*. W: Untersuchungen zur thematischen Kartographie (2 Teil). „Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung” Bd. 64. Hannover: Gebrüder Jänecke Verlag, s. 1–22.
- Arnberger E., 1977, *Thematische Kartographie*. Braunschweig: Westermann Verlag.
- Bajura W. N., 1983, *Otważenije dinamiki socjalno-ekonomičeskich jawlenij na istoriko-ekonomičeskich kartach*. W: Dynamika gieograficzeskich sistiem. Moskwa: Izdat. Moskowskogo Uniwiersitieta, s. 57–61.
- Bär W.-F., 1976, *Zur Methodik der Darstellung dynamischer Karten*. Vortrag beim 39. Deutschen Geographentag, Kassel.
- Behrmann W., 1941, *Statische und dynamische Kartographie*. „Jahrbuch der Kartographie”, s. 24–34.
- Berlant A. M., 1973, *Problemy teorii wykorzystania map w badaniach naukowych*. „Przegł. Zagr. Literat. Geogr.” z. 3/4, s. 39–50.
- Bormann W., 1955, *Zur Dynamik und Methodik in der Kartographie – Gedanken zur 63. und 64. Auflage von F. W. Putzgers Historischen Schulatlas und H. Lautensachs Atlas zur Erdkunde*. „Kartogr. Nachr.” Jg. 5, H. 1, s. 12–21.
- Freitag U., 1966, *Verkehrskarten – Systematik und Methodik der kartographischen Darstellung des Verkehrs mit Beispielen zur Verkehrsgeographie des mittleren Hessen*. „Giessener Geographische Schriften”, Giessen: Institut für Geographie der Justus-Liebig-Universität, Giessen, H. 8.
- Gołaski J., 1997, *Struktura map zmian w czasie*. W: Kartograficzne metody badania zmian środowiska. Konferencja naukowa, Poznań 25 X 1996. Poznań: Wydawn. Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, s. 31–42.
- Imhof E., 1972, *Thematische Kartographie*. Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- Jensch G., 1970, *Die Erde und ihre Darstellung im Kartenbild*. Braunschweig: Georg Westermann Verlag.
- Kretschmer I., 1965, *Die thematische Karte als wissenschaftliche Aussageform der Volkskunde*. Bad Godesberg: Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung.
- Otremba E., 1971, *Probleme der kartographischen Darstellung industriegeographischer Sachverhalte im Wandel der Maßstäbe*. W: Untersuchungen zur thematischen Kartographie (2 Teil). „Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung” Bd. 64, s. 103–114.

- Plapper W., 1969, *Probleme der Genesedarstellung*. W: Untersuchungen zur thematischen Kartographie (1 Teil). „Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung” Bd. 51, s. 43–52.
- Plit J., 1998, *Uwagi o kartograficznej prezentacji dynamiki zjawisk*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 30, nr 2, s. 111–114.
- Quirin H., 1954, *Vom Wesen der Geschichtskarte*. „Geschichte in Wissenschaft und Unterricht” H. 10, s. 598–609; H. 11, s. 653–663.
- Rase W.-D., 1974, *Kartographische Darstellung dynamischer Vorgänge in computergenerierte Filmen*. „Kartogr. Nachr.” Jg. 24, H. 6, s. 210–215.
- Ratajski L., 1989, *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Wydanie II. Warszawa–Wrocław: Państwowe Przeds. Wydawnictw Kartograficznych.
- Robinson A., Sale R., Morrison J., 1988, *Podstawy kartografii*. Warszawa: Państwowe Wydawn. Naukowe.
- Rutkowski J., 1984, *Przegląd metod i niektóre problemy związane z kartograficzną prezentacją dynamiki zjawisk w geografii*. W: Teoretyczne i metodyczne problemy współczesnej kartografii. „Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartograficznych”, Lublin, T. 10, s. 144–152.
- Saliszczew K. A., 1973, *Wykorzystanie map geograficznych jako narzędzia badań*. „Przegl. Zagr. Literatury Geogr.” z. 3/4, s. 10–38.
- Saliszczew K. A., 1984, *Kartografia ogólna*. Warszawa: Państwowe Wydawn. Naukowe.
- Stams W., 1973, *Die Möglichkeiten der Kartographie zur Darstellung von räumlichen und zeitlichen Veränderungen*. „Wissenschaftliche Zeitschrift der Technische Universität Dresden” Bd. 22, H. 1, s. 153–163.
- Thrower N. J. W., 1959, *Animated cartography*. „The Professional Geographer” Vol. 11, no. 6, s. 10–12.
- Thrower N. J. W., 1961, *Animated cartography in the United States*. „Intern. Yearbook of Cartography” Vol. 1, s. 20–31.
- Uhlhorn F., 1968, *Probleme der kartographischen Darstellung geschichtlicher Vorgänge*. „Hessisches Jahrbuch für Landesgeschichte” Bd. 8, s. 106–132.
- Wilhelmy H., 1972, *Kartographie in Stichworten*. „Thematische Kartographie” Bd. 3. Bevölkerungskarten, s. 115–124.
- Witt W., 1970, *Kritischer Vergleich der Darstellungs-methoden in thematischen Karten*. W: „Thematische Kartographie”, Ergebnisse des 7 Arbeitskurses Niederdollendorf 1968 des Arbeitskreises Praktische Kartographie der Deutschen Gesellschaft für Kartographie, s. 65–79.
- Witt W., 1979, *Lexikon der Kartographie*. Wien: Franz Deuticke Verlag.

Recenzował dr hab. Jerzy Mościbroda

Cartographic presentation methods of dynamic phenomena

Summary

Presentation of dynamic phenomena on maps is one of the more difficult cartographic tasks, because it has to consider an additional factor, which is time. As a result the author has to limit four-dimensional time-space into two dimensions.

From a cartographic point of view, the dynamics of phenomena can be divided into three main types. The first type deals with movement of objects, e.g. transport of goods, human migrations, changing range of crops, etc. In such cases we speak of dynamics of position or movement. The second type we observe when the change concerns only quantity, or character of a given phenomenon, without altering its position. For example the decrease of factory's output, increase of population or degradation of soil fall into that category. In such cases we speak of the dynamics of state, or the dynamics of development. Dynamic phenomena can also fall into a third category; a complex form combining dynamics of position with dynamics of state.

Each of the above types needs a different cartographic method of presentation. It is relatively easiest to show the dynamics of position, because graphic symbols depicting the object in time are located in different places. Presentation of the dynamics of state is more difficult.

Cartographic methods of presentation can be divided into two main types: direct and indirect presentations. Direct presentation can be used only if a cinematographic or computer technique is applied for the creation

of films or cartographic animations. Indirect (static) presentations of dynamics can take the form of map series, multi-phase maps, balance maps and synthetic maps of types (Fig. 1).

Series are a combination of many maps presenting the same phenomenon in various points in time (Fig. 2). With map series the evaluation of changes can only be done mentally, in the mind of the reader. This asks for a lot of practice and good perception. Therefore any conclusions resultat from the analysis of map series are usually subjective.

Multi-phase maps make the change analysis much easier and more objective (Fig. 3). There are, however, many problems in the process of their elaboration. The main difficulty lies in a high level of generalization, which is necessary for presentation of data concerning several, often more than ten time levels.

Unlike map series and multi-phase maps, balance maps do not present movement or development, but only the results of changes (Fig. 4). It is achieved through limiting the number of time levels to two: the initial and the final. Balance maps are relatively the easiest way to present dynamics, because their preparation and perception is similar to typical maps, which show static picture of phenomena. The only difference is on the level of symbols used in the preparation.

Maps of types are a different method of dynamics' presentation (Fig. 5). They make it possible to present both changes and their results, taking into account

many time levels. Their graphic form is usually clear, but because of complex definitions of specific types of dynamics they are often very difficult to analyze.

Presentation of dynamic phenomena on maps is still

one of the underdeveloped domains in cartography, although there is major, and growing demand for it.

Translated by M. Horodyski

Картографический способ изображения динамики явлений

Резюме

Изображение динамических явлений на картах является одним из наиболее трудных картографических вопросов, ибо изображение изменений явления требует учёта дополнительного фактора, каким является время. В результате автор карты вынужден редуцировать четырёхмерное пространство-время к двухмерной плоскости.

Динамику явлений, с картографической точки зрения, можно поделить на три основных вида. Первый из них это тот, когда изменения касаются перемещения объекта (объектов) в пространстве, например, перевоз товаров, миграция населения, изменение ареала возделываемых культур и т.п. Тогда мы можем говорить о динамике положения или динамике движения. Второй вид динамических явлений имеет место тогда, когда изменениям подвергается единственно количество или характер явления, но не доходит к каким-либо перемещениям в пространстве. Примером может быть уменьшение продукции фабрики, рост населения города, деградация почвы и т.п. В этом случае имеем дело с динамикой состояния или с динамикой развития. Кроме того, динамические явления могут выступать в третьей форме – явлений сложного характера, когда динамика положения сопровождается динамикой состояния.

Каждый из указанных видов динамики требует применения разных картографических средств. Сравнительно легко можно показать динамику положения, ибо графические знаки, указывающие положение объекта в разных моментах времени, не покрываются между собой. Более трудным вопросом является изображение динамики состояния.

Картографические способы изображения динамических явлений можно поделить на два основных вида: непосредственное и посредственное изображение. Непосредственное изображение динамики явлений возможно лишь тогда, когда применим кинематографическую или компьютерную технику, дающую возможность создания картографических фильмов и мультипликаций. Зато посредственное (статическое) изображение динамики в картографии может выступать в виде серии карт, многофазовых карт, балансовых карт или синтетических карт типов (рис. 1).

Серия это набор многих карт, изображающих

определённое явление в разных моментах времени (рис. 2). Общей чертой серии карт является то, что они предоставляют возможность сравнения происходящих изменений лишь в уме потребителя. Этот способ изображения динамики, требующий от потребителя карты значительного опыта и наблюдательности, приводит к тому, что выводы сформулированные на основе анализа серии карт имеют обычно субъективный характер.

Решительно легче и более объективно можно анализировать изменения, изображенные с помощью многофазовых карт (рис. 3). Редактирование карт, изображающих несколько фаз развития явления, создаёт много трудностей. Самые большие трудности связаны со значительной генерализацией тематического содержания, вынужденной необходимостью изображения информации, относящейся к нескольким, а даже свыше десяти, временным уровням.

В отличие от серии карт и многофазовых карт, балансовые карты не изображают ни движения, ни развития, а единственно последствия изменений (рис. 4). Это возможно путём ограничения числа временных уровней до двух: начального и конечного. Балансовые карты являются сравнительно наиболее легким способом изображения динамики, ибо, как с редакционной точки зрения, так и с точки зрения потребителя, не отличаются от типичных карт, изображающих статическую картину явлений. Отличие выступает единственно на уровне показателей, применённых при разработке карты.

Иным способом изображения динамики являются карты типов (рис. 5). Разрешают они синтетическим способом показать как изменения, так и их эффекты, учитывая при этом много временных уровней. Карты типов имеют, как правило, ясную графическую форму, однако, ввиду очень сложных определений отдельных типов динамики, являются зачастую слишком трудными для анализа.

Изображение представления динамических явлений на картах является одной из наиболее слабо-развитых областей картографии, несмотря на то, что спрос на них очень большой и постоянно растёт.

Перевод Р. Толстикова