

KRYSTYNA GROCHOCKA, ANDRZEJ PSZCZOŁKOWSKI

Uniwersytet Warszawski, PAN

OPRACOWANIE FOTINTERPRETACYJNE POKRYWY CZWARTORZĘDOWEJ W DOLINCE BUCZYNOWEJ I GÓRNYCH PARTIACH DOLINY WAKSMUNDZKIEJ W TATRACH

UKiD 550.814:560.8:528.94:551.79:551.3.053:551.3.051(438.312—13 Tatry)

Zdjęcia lotnicze i naziemne są szeroko stosowane w badaniach geologicznych w Tatrach. Szczególnie przydatne są zdjęcia lotnicze i naziemne przy kartowaniu utworów czwartorzędowych. Po raz pierwszy na szeroką skalę zostały wykorzystane przy opracowywaniu Mapy Geologicznej Tatr Polskich w skali 1:10 000 (1). Pionowe zdjęcia lotnicze i zdjęcia naziemne zastosowali: M. Hakenberg (3) przy kartowaniu pokrywy czwartorzędowej w Dolinie Pięciu Stawów Polskich i S. Jaczynowski (5) w Dolinie Chochołowskiej.

Praca niniejsza powstała w ramach badań metodycznych i kartograficzno-geologicznych, prowadzonych przez Zakład Kartowania Geologicznego Wydziału Geologii UW i Pracownię Kartografii Geologicznej Z. N. G. PAN, pod kierunkiem prof. Kazimierza Guzika, któremu autorzy składają serdeczne podziękowania za pomoc, liczne rady i wskazówki.

Opracowanie kartograficzno-geologiczne utworów czwartorzędowych w Dolinie Buczynowej i górnych partiach Doliny Waksmundzkiej zostało wykonane na podstawie interpretacji stereoszkiców fotograficznych i ukośnych zdjęć lotniczych. Pod określeniem „stereoszkicz fotograficzny” autorzy rozumieją dwa zdjęcia fotograficzne, tworzące razem stereogram, a wykonane dowolnym aparatem fotograficznym w sposób uproszczony (2), tj. bez dokładnego wyznaczania elementów orientacji zewnętrznej. W dalszej części artykułu używany będzie termin „stereoszkicz” w tym znaczeniu.

Fotointerpretacja pokrywy czwartorzędowej została przeprowadzona na podstawie analizy fototonu i przy wykorzystaniu modelu przestrzennego zdjęć stereoskopowych. Pierwszym etapem opracowania była interpretacja kartograficzno-geologiczna na stereoszkicach pod stereoskopem Zeissa. Wydzielenia dokonane na stereoszkicach zostały następnie uzupełnione i uporządkowane na podstawie ukośnych zdjęć lotniczych. Końcowym etapem opracowania było przeniesienie treści geologicznej ze zdjęć na podkład topograficzny w skali 1:5000. Bezpośrednie przejście ze zdjęć na podkład topograficzny umożliwiła wysoka dokładność mapy (mimo powiększenia z mapy fotogrametrycznej w skali 1:20 000).

Stereoszkice w różnych skalach zostały wykonane aparatem fotograficznym Start B. Pozwoliły one na dokładne opracowanie form akumulacyjnych i erozyjnych. Wydzielenie na stereoszkicach stożków nasypowych, napływowych i rozcięć erozyjnych nie sprawiło większych trudności, natomiast uchwycenie morfologii moren było często wręcz niemożliwe, ze względu na zbyt dużą skalę zdjęć i małe deniwelacje na obszarach morenowych (3). Stereoszkice wykona-

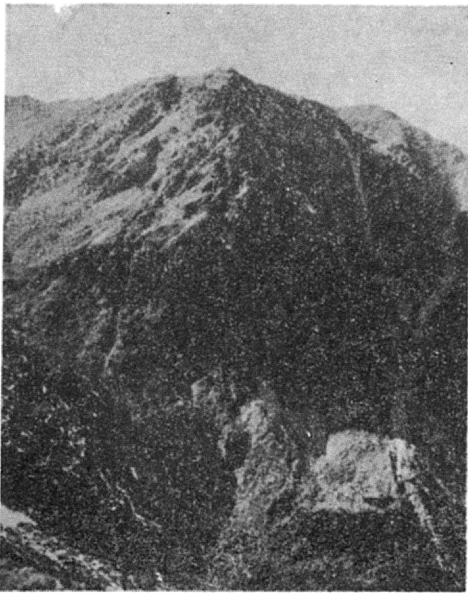
ne z bliskich odległości pozwoliły na szczegółową interpretację kartograficzno-geologiczną stożków nasypowych, napływowych i rozcięć erozyjnych. Z dużą dokładnością można było zaznaczyć rozmieszczenie materiału w obrębie poszczególnych stożków, przebieg granic między stożkami a skałą oraz system drobnych spękań w granicie.

Informacji o charakterze bardziej ogólnym dostarczyły stereoszkice wykonane w mniejszej skali (ryc. 1). Ponieważ obejmują one większy obszar pozwoliło to wydobyć sens morfologiczny stożków i niektórych moren, zinterpretowanych uprzednio na stereoszkicach „wielkoskalowych”. Różnice w fototonie stały się podstawą do wydzielenia kilku generacji stożków nasypowych i napływowych. Wydaje się, iż stereoszkice wykonane w mniejszej skali są najodpowiedniejsze przy tego rodzaju opracowaniach kartograficzno-geologicznych, gdyż posiadają one pewne cechy zarówno stereoszkiców „wielkoskalowych”, jak i ukośnych zdjęć lotniczych.

Przy wykonywaniu stereoszkiców korzystne jest fotografowanie obiektów położonych u podnóża przeciwnego zbocza, ze stanowisk zlokalizowanych wyżej, wychylając oś obiektywu w położenia poziomego w dół tak, aby uzyskać jak najmniejsze zniekształcenia fotografowanych powierzchni. Przy wykonywaniu stereoszkiców z różnych stanowisk należy starać się o zachowanie podobnej skali dla większości fotografowanych obiektów, gdyż ułatwia to znacznie późniejsze przenoszenie treści kartograficzno-geologicznej ze zdjęć na mapę. Jest to szczególnie ważne przy opracowywaniu stereoszkiców wykonanych w małej skali.

Treść kartograficzno-geologiczna, uzyskana z fotointerpretacji stereoszkiców, w późniejszym etapie opracowania została sprawdzona i uzupełniona na ukośnych zdjęciach lotniczych. Zdjęcia te umożliwiły identyfikację poszczególnych stożków i moren przy przenoszeniu ich na podkład topograficzny oraz pozwoliły na przyporządkowanie stożków odpowiednim żlebom. Ukośne zdjęcia lotnicze stały się podstawą do przesiedlenia i wykazania na mapie zasadniczych stref spękań w skałach krystalicznych. Pod tym względem są one znacznie przydatniejsze niż stereoszkice. Również opracowywanie obszarów morenowych jest łatwiejsze na ukośnych zdjęciach lotniczych niż na stereoszkicach.

Ukośne zdjęcia lotnicze posiadają pewne niedogodności, które w pewnych przypadkach obniżają ich wartość przy fotointerpretacji pokrywy czwartorzędowej; np. skartowanie z ukośnych zdjęć lotniczych stożków w zachodniej części Dolinki Zbójnickiej oraz na Wyżniej Równi Waksmundzkiej nie było



Ryc. 1. Stereoszkic wykonany w małej skali, z interpretacją kartograficzno-geologiczną (wschodnie zbocze Koszystej).



Fig. 1. Stereosketch made in small scale, with cartographic-geological interpretation (eastern slope of the Koszysta Mt.).

możliwe. Złożyło się na to kilka przyczyn, z których wymienić można: niekorzystne położenie osi kamery w momencie wykonywania zdjęć (prawie równoległe do osi Doliny Waksmundzkiej), co spowodowało duże skróty perspektywiczne, obecność martwych pól oraz zbyt małą skalę niektórych części terenu położonych na dalszych planach zdjęcia. Jak wiadomo, ukośne zdjęcia lotnicze obejmują wprawdzie większy obszar niż zdjęcia pionowe, jednak skala zmniejsza się ze wzrostem odległości od kamery.

Fotointerpretacja pokrywy czwartorzędowej pozwoliła wyciągnąć pewne wnioski dotyczące procesów erozyjnych i akumulacyjnych na skartowanym obszarze. Dolinka Zbójnicka jest kotłem lodowcowym, którego oś podłużna ma przebieg równoleżnikowy (ryc. 2). Profil poprzeczny dolinki jest niesymetryczny, zbocze eksponowane na południe jest łagodniejsze od wystawionego na północ. Stożki nasypowe u stóp zbocza o ekspozycji południowej są słabo rozwinięte, zarośnięte i zasadniczo obecnie nie są czynne. Większość z nich jest raczej rozcinana, a materiał jest osadzany u stóp stożków nasypowych jako napływy.

Współczesna erozja odpreparowuje zasypane żleby oraz odprowadza zwietrzelinę pokrywającą wyższe partie zbocza. Największe stożki nasypowe znajdują się w północno-zachodniej części dolinki. W większości są one zarośnięte aż do granicy ze skałą. Wyżej położone żleby są częściowo zasypane zwietrzeliną. W dolnych partiach stożków nasypowych rozwinęły się stożki napływowe. Spostrzeżenia te pozwalają przypuszczać, że obecnie duże stożki nasypowe w tej części dolinki nie są czynne.

Akumulacja grawitacyjna zwietrzliny została przerwana, natomiast daje się zauważyć wpływ współczesnej erozji, powodującej rozcinanie dużych stożków nasypowych. Stożki nasypowe otrzymujące materiał ze zbocza wystawionego na północ są obecnie aktywne i prawdopodobnie tylko wyjątkowo rozcinane silnie przez okresowe potoki. Na silnie strażkanym tektonicznie masywie Koszystej rozwinęły się liczne żleby, które nadal dostarczają materiału stożkom w południowej części Dolinki Zbójnickiej i na Wyżniej Równi Waksmundzkiej.

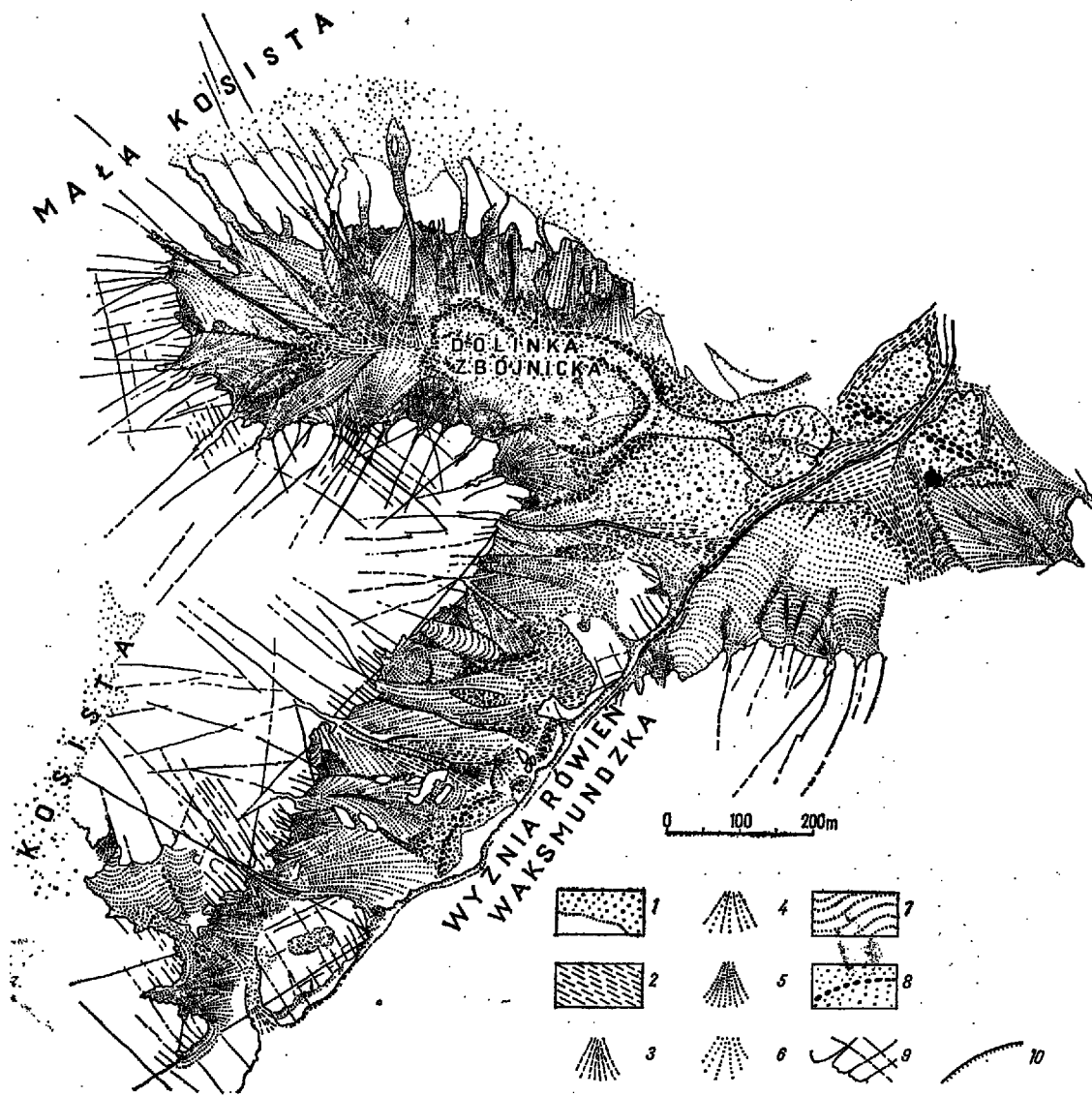
Dolinka Buczynowa jest kotłem lodowcowym o przebiegu osi w wyższej części południkowym, w części niższej — północny zachód — południowy wschód (ryc. 3). Największe stożki można zaobserwować pod ścianami o ekspozycji południowej i wschodniej. Za-

sadniczo wszystkie stożki nasypowe są obecnie czynne, z tym, że okresowo rozcinane są stożki o ekspozycji południowej i wschodniej. Z analizy fotografów wynika, że najstarsze są wielkie stożki nasypowe. Rozcinane później w okresach wzmożonej erozji i zasypywane powtórnie piargiem, stanowiły osnowę dla współczesnych stożków nasypowych i napływowych.

Różnice w przebiegu i intensywności procesów erozji i akumulacji, zaobserwowane w dolinkach: Zbójnickiej i Buczynowej, są najprawdopodobniej spowodowane wieloma czynnikami. Wydaje się, że największą rolę należy przypisać różnicom w wielkości i morfologii obszaru alimentacyjnego, a także odmiennej intensywności procesów wietrzenia, w zależności od ekspozycji zbocza. Ta ostatnia przyczyna najsilniej zaznaczyła się w okresie glacialnym (4), co spowodowało asymetrię zboczy w Dolince Zbójnickiej i częściowo w Dolince Buczynowej. Pewne znaczenie może mieć również charakter spękań na których rozwinęły się żleby.

W Dolince Buczynowej można zaobserwować dwa systemy moren czołowych: w części północnej na wysokości 1800 m oraz w części południowej na wysokości 1700—1730 m. Oprócz tego w części południowo-wschodniej dolinki znajduje się szereg wałów morenowych o przebiegu: północny zachód — południowy wschód, których nie należy wiązać z morenami położonymi w osłowej partii dolinki. Można przypuszczać, że opisane wały morenowe są wynikiem akumulacji małego, bocznego lodowczyka lub że są to moreny boczne „głównego” lodowca Dolinki Buczynowej, rozmyte w czasie późniejszej erozji postglacialnej. Zarówno ukośne zdjęcia lotnicze, jak i stereoszkice nie pozwoliły określić jednoznacznie charakteru tych moren. Po wewnętrznej stronie łuków moren zachowały się zagłębienia bezodpływowe, stosunkowo niewielkich rozmiarów.

W Dolince Zbójnickiej fotointerpretacja pozwoliła na wyróżnienie dwóch wyraźnych łuków morenowych. Łuk zewnętrzny znajduje się na progu skalnym zamkającym kocioł. Wyraźne rozcięcie w przedniej części moreny być może powstało w wyniku zsunięcia się części materiału morenowego do Doliny Waksmundzkiej. Mogłaby wskazywać na to morfologia rynny „wyciętej” w morenie, a także wygląd materiału morenowego w dolnej części progu. Prof. K. Guzik zwrócił uwagę na możliwość powstania rynny w wyniku rozcięcia moreny przez wody top-

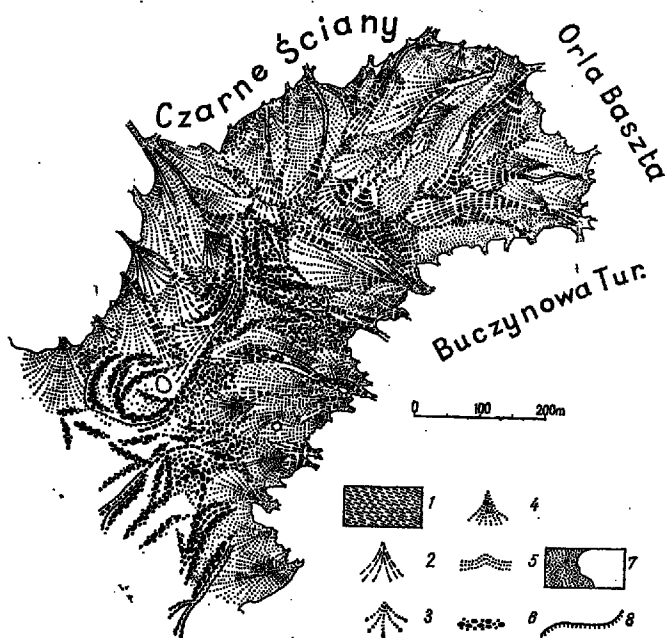


Ryc. 2. Mapa fotointerpretacyjna utworów czwartorzędowych w górnych partiach Doliny Waksmundzkiej.

1 — zwietrzelina na miejscu, 2 — napiwy, 3 — stożki napywowe, 4 — stożki nasypowo-napywowe, 5 — stożki nasypowe czynne, 6 — stożki nasypowe nieczynne, 7 — usypiska, 8 — moreny, 9 — skały krystaliczne, 10 — krawędzie erozyjne.

Fig. 2. Photointerpretative map of the Quaternary deposits in the upper parts of the Dolina Waksmundzka.

1 — weathered material in situ, 2 — alluvia, 3 — alluvial cones, 4 — aggradation-alluvial cones, 5 — active aggradation cones, 6 — inactive aggradation cones, 7 — aggradations, 8 — moraines, 9 — crystalline rocks, 10 — erosional edges.



Ryc. 3.

1 — napywy, 2 — stożki napywowe, 3 — stożki nasypowe starsze, 4 — stożki nasypowe młodsze, 5 — usypiska, 6 — moreny, 7 — skały krystaliczne, 8 — krawędzie erozyjne.

Fig. 3.

1 — alluvia, 2 — alluvial cones, 3 — older aggradation cones, 4 — younger aggradation cones, 5 — aggradations, 6 — moraines, 7 — crystalline rocks, 8 — erosional edges.

niejącego lodowca. W środkowej części dolinki znajdują się małe walki morenowe, które zapewne stanowią najmłodszy osad topniejącego lodowca Dolinki Zbójnickiej.

Erozja postglacialna nie usunęła jeszcze moren zarówno z Dolinki Buczynowej, jak i Dolinki Zbójnickiej. Natomiast morena w Dolinie Waksmundzkiej, nieco poniżej wylotu Dolinki Zbójnickiej, została już „przepłukana” przez Potok Waksmundzki. Tą drogą jest odprowadzany materiał zwietrzelinowy z wyższych partii Doliny Waksmundzkiej, zresztą na niewielką, jak dotychczas, skalę. Na ukośnych zdjęciach lotniczych widać wyraźnie, że górny odcinek doliny — Wyżnia Rówień Waksmundzka — rozwinał się na uskoku o kierunku zgodnym z osią doliny. Powierzchnia uskoku jest nachylona na południowy wschód. Z analizy stereoszkiców wynika, że powyżej 1700 m potok płynie najczęściej wprost na granicę. Najprawdopodobniej potok „odtworza” przebieg uskoku. Może to tłumaczyć stosunkowo znaczny postęp erozji potoku, który — prawdopodobnie już w postglacialne — zdążył wciąć się w granitowy próg wzniesienia Równi Waksmundzkiej.

Obszar objęty fotointerpretacją jest zbyt mały, aby można było wydzielić wszystkie kolejne fazy akumulacji i erozji, np. jak to uczynił S. Jacznowski (5) dla górnych pięter Doliny Chochołowskiej. Natomiast wydaje się możliwym wyróżnienie dwóch etapów: okresu akumulacji lodowcowej, który zaznaczył się m. in. szeregiem moren recesyjnych w dolinkach: Zbójnickiej i Buczynowej oraz okresu wzmoczonej erozji zboczy po ustąpieniu lodowców. W drugim etapie utworzyły się duże stożki nasypowe, w większości dziś nieczynne. Obraz dzisiejszych procesów egzodynamicznych nie jest jednoznaczny na badanym obszarze. Starsze stożki nasypowe są obecnie raczej rozmywane, liczne są jednak młode stożki, na

SUMMARY

Airborne and areal surveys are highly used in geological investigations carried on in the Tatra Mts. The surveys are particularly useful in cartographical works on Quaternary deposits (K. Guzik, 1959, M. Hakenberg, 1959, S. Jacznowski, 1959).

The present authors give a short description of the methods used in cartographic-geological elaboration of the Quaternary deposits in the Dolinka Buczynowa and the Dolinka Zbójnicka, as well as in the Dolina Waksmundzka. At first, an interpretation of areal surveys (stereosketches) has been made, and the later interpretation of oblique airborne photographs allowed to correct and to complete the data obtained. The final stage of the elaboration embraced a transposition of cartographic-geological elements from surveys on topographical base in a scale 1:5000. Photointerpretation allowed to draw some conclusions as to the erosional and accumulation processes in the area mapped.

których odbywa się intensywne akumulacja grawitacyjna.

Niniejsze opracowanie zostało wykonane jedynie na podstawie interpretacji ukośnych zdjęć lotniczych i stereoszkiców, bez przeprowadzenia obserwacji terenowych. Zamiarem autorów było wykazanie przydatności jednoczesnego zastosowania stereoszkiców i ukośnych zdjęć lotniczych przy kartowaniu pokrywy czwartorzędowej w Tatrach Wysokich. Pozwala to na znaczne zredukowanie prac terenowych, poza tym pewne formy morfologiczne są lepiej czytelne na fotogramach niż w terenie, zwłaszcza dzięki zjawisku przewyższenia modelu stereoskopowego (efekt hyperstereoskopowy). Należy podkreślić jeszcze jedną zaletę ukośnych zdjęć lotniczych, jaką jest możliwość wykazania zasadniczych rysów tektoniki nieciągłej w obrębie trzonu krystalicznego Tatr.

LITERATURA

1. Guzik K. — Mapa Geologiczna Tatr Polskich w skali 1:10 000. Prz. geol. 1959, nr 8.
2. Guzik K. — Sporządzanie uproszczonych zdjęć fotograficznych stereoskopowych dla dokumentacji geologicznej. Prz. geol. 1961, nr 2.
3. Hakenberg M. — Wykorzystanie zdjęć lotniczych i naziemnych przy kartowaniu czwartorzędowej w Dolinie Pięciu Stawów Polskich w Tatrach. Prz. geol. 1959, nr 2.
4. Halicki B. — Parę uwag o rozwoju dolin tatrzańskich. Spraw. PIG 1932, t. VII, z. 2.
5. Jacznowski S. — Fotogrametryczna analiza młodocześnie pokrywy i form czwartorzędowych Doliny Chochołowskiej i Jarzabczej w Tatrach Zachodnich. Prz. geol. 1959, nr 8.

РЕЗЮМЕ

В геологических исследованиях Татр широко применяется наземная фотосъемка и аэрофотосъемка. Она особенно пригодна для картирования четвертичных отложений (К. Гузик, 1959; М. Хакенберг, 1959; С. Ячиновски, 1959).

Авторы дают краткое описание методов геологического картирования четвертичных отложений Бучиновой, Збуйницкой и Ваксмундской долин. Сначала была произведена интерпретация наземных снимков (стереосхем). Затем полученные данные были проверены и дополнены интерпретацией аэрофотоснимков. В последнюю стадию картографо-геологические данные были нанесены на топографическую основу масштаба 1:5000. Фотointерпретация позволила сделать ряд заключений относительно эрозионных и аккумуляционных процессов в исследованном районе.