

**PRÓBA ZASTOSOWANIA WSPÓLCZYNNIKÓW MINERALNYCH  
DLA GENETYCZNEJ CHARAKTERYSTYKI OSADÓW WOJ. LUBELSKIEGO  
(NA PRZYKŁADZIE MINERALÓW CIĘŻKICH)**

UKD 552.12:49.903.12:552.517+552.54+552.523/527:551.78+551.79:551.35+551.31(438.14)

W polskiej literaturze naukowej istnieje już znaczna ilość publikacji, w których częściowo poruszono wyniki analiz minerałów ciężkich osadów woj. lubelskiego (1, 2, 4, 5, 8—20). Jak wynika z tych prac zespół minerałów ciężkich obejmuje głównie: granat, cyrkon, rutyl, turmalin, amfibol, biotyt; w nieco mniejszych udziałach występują: staurolit, epidot, dysten, chloryt, apatyt, sylimanit, spinel i in. W artykule przeprowadzono porównanie odrębnie dla dwóch grup osadów:

a) piaszczystych — obejmujących trzeciorzędowe piaski morskie i jeziorne oraz czwartorzędowe piaski rzeczne, jeziorne, wydmore i fluwioglacjalne;

b) kredowych i danopaleoceńskich skał węglanowych, łów trzeciorzędowych, czwartorzędowych mułków eoplejstocieńskich i mezo- neoplejstocieńskich, lessów oraz glin zwałowych (dla uniknięcia zbyt złożonego słownictwa w dalszej części pracy tę grupę osadów określa się jako utwory droбноziarniste).

Dla pierwszej grupy osadów minerały ciężkie wydzielono z frakcji poniżej 0,25 mm (praktycznie 0,25—0,08 mm), z drugiej grupy z frakcji poniżej 0,1 mm (najczęściej minerały grupowały się w przedziale 0,1—0,04 mm)\*. Współczynniki mineralne wyliczono na podstawie minerałów przezroczystych. Z wielu używanych w badaniach naukowych współczynników minerałów (np. 3, 6) zastosowano następujące porcje: S/O, N/O, N/S. O — minerały trwałe na niszczenie mechaniczne i chemiczne — andaluzyt, spinel, rutyl, turmalin, cyrkon, staurolit, dysten; S — minerały średniotwałe — apatyt, granat, epidot, sylimanit; N — minerały nietwałe — pirokseny, amfibole, biotyt. Rozróżnienie to przeprowadzono z nie-

wielką modyfikacją wg zestawienia zrobionego przez Ruchina (w pracy wszystkie amfibole i pirokseny włączono do minerałów nietwałych). Nie wdając się w dyskusję czy przedstawiony przez Ruchina podział minerałów pod względem ich odporności na czynniki zewnętrzne jest słuszny\*\*, warto zwrócić uwagę na pewne korzyści, jakie daje przyjęcie tego układu przy skróconej charakterystyce (tzn. współczynnikach) składu mineralnego osadów.

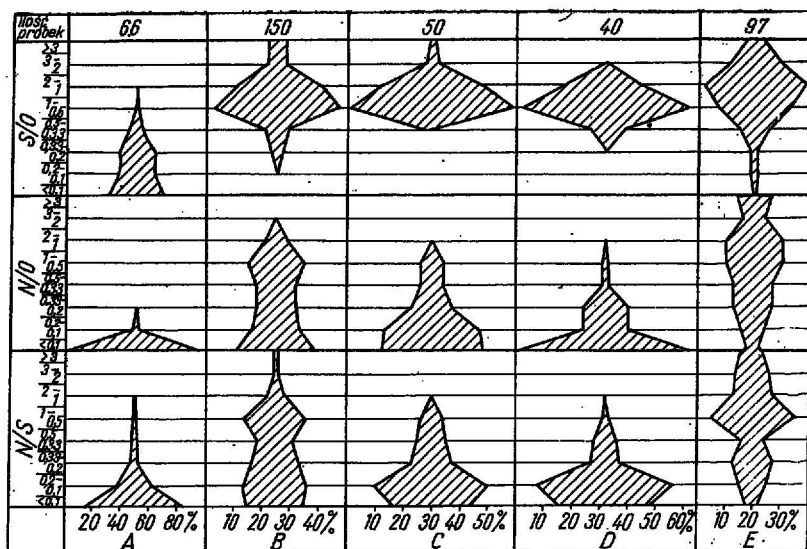
Grupa minerałów nietwałych reprezentowana jest przez składniki, dla których trudno jest określić skalę macierzystą. Ciężar właściwy tych minerałów we frakcji ciężkiej jest najniższy i dochodzi tylko do ok. 3,5 G/cm<sup>3</sup>. Minerale średniotwałe pochodzą przeważnie ze skał metamorficznych, a ich ciężar właściwy jest przeciętnie wyższy od 3,4. Sylimanit i apatyt w wyliczonych współczynnikach nie odgrywały większej roli ze względu na małe ich udziały w badanym materiale. W skład grupy minerałów trwałych wchodzi składniki skał metamorficznych i magmowych, których ciężary właściwe zawarte są między 3,5 a 5,3 G/cm<sup>3</sup> (tylko turmaliny charakteryzują się mniejszym ciężarem właściwym 3,1—3,2).

**WSPÓLCZYNNIKI MINERALNE W OSADACH  
PIASZCZYSTYCH**

W płaskach trzeciorzędowych dominują minerały trwałe, średnia wartość współczynnika S/O wynosi 0,14. Rozkład częstotliwości wykazuje, iż współczynniki skupiają się głównie poniżej 0,33 (ryc. 1A). Współczynnik N/O w 98% próbek grupuje się poniżej wartości 0,1, wynosząc średnio 0,015. Wartości

\* Przyjęte przedziały uniemożliwiają bezpośrednie porównanie z wynikami zawartymi w powyżej cytowanych pracach, w których analizy wykonywane były bądź dla całego materiału, bądź dla wybranej frakcji.

\*\* Krytyczne uwagi o podziałach minerałów ciężkich pod względem ich odporności na niszczenie mechaniczne i chemiczne w literaturze polskiej szczegółowo rozpatruje Turnau-Morawska (21) oraz A. Jaworski (6).

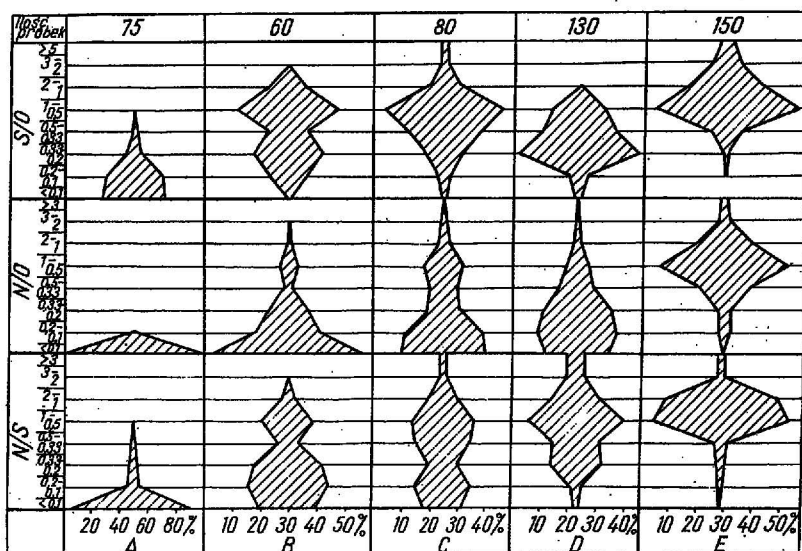


Ryc. 1. Częstość występowania współczynników S/O, N/O, N/S w utworach piaszczystych.

A — piaski trzeciorzędowe, B — rzeczne, C — jeziorne, D — wydmowe, E — fluwiogłacjalne.

Fig. 1. Frequency S/O, N/O and N/S coefficients in arenaceous deposits.

A — Tertiary sands, B — fluvialite sands, C — lacustrine sands, D — dune sands, E — glacialfluvial sands.



Ryc. 2. Częstość występowania współczynników S/O, N/O, N/S w utworach drobnoziarnistych.

A — utwory kredowe i trzeciorzędowe, B — mułki eoplejstocenijskie, C — mułki mezo i neoplejstocenijskie, D — less, E — glina zwalowa.

Fig. 2. Frequency of S/O, N/O and N/S coefficients in fine-grained deposits.

A — Cretaceous and Tertiary deposits, B — Eopleistocene silts, C — Mesopleistocene and Eopleistocene silts, D — loess, E — boulder clay.

stosunku N/S w około 70% próbek przypadają na wielkości poniżej 0,1, średnio 0,085.

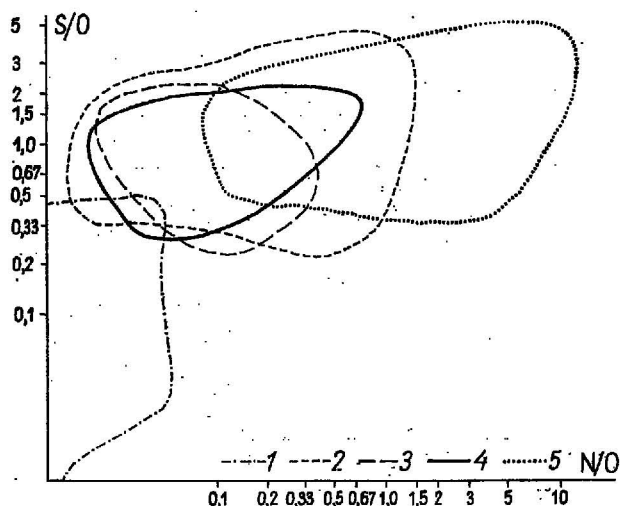
Piaski rzeczne, jeziorne oraz wydmowe charakteryzują się znacznie wyższymi wielkościami S/O. Średnia wartość tego współczynnika dla piasków rzecznych wynosi 1,18, jeziornych 1,28, wydmowych 0,86. Najmniejszy rozrzut wielkości S/O wykazują piaski wydmowe (ryc. 1D) i jeziorne (ryc. 1C), stosunkowo większy rzeczne (ryc. 1B), jednak wszystkie te osady posiadają jedno bardzo wyraźne skupienie wartości współczynników w przedziale 1,0—0,5.

W piaskach rzecznych stosunek N/O wynosi średnio 0,36, w jeziornych 0,19, a w wydmowych 0,14. Rozrzuty częstości współczynnika N/O w tych utworach wykazują między sobą pewne różnice. W piaskach rzecznych jest on zawarty w szerokim interwale wartości, bez wyraźnego maksimum, natomiast w jeziornych ma mniejszy rozrzut, gdyż ok. 70% próbek charakteryzuje się wartościami N/O w przedziałach poniżej 0,2. Piaski wydmowe posiadają stosunkowo najmniejszy rozrzut, gdyż prawie cały materiał ma współczynniki poniżej wielkości 0,33.

Zbliżony do powyżej opisanego jest rozkład i średnie wartości współczynnika N/S. Piaski rzeczne po-

siadają średnią wartość N/S — 0,41 oraz największy rozrzut wartości tego współczynnika. Piaski jeziorne ze średnią wartością 0,19 i najliczniejszym zgrupowaniem współczynników w przedziałach poniżej 0,2 (68% próbek), są zbliżone do piasków wydmowych, których średnia wartość współczynnika N/S wynosi 0,14, a 80% próbek ma współczynniki poniżej 0,2.

Przedstawiony obraz współczynników mineralnych w piaskach rzecznych, jeziornych i wydmowych tłumaczyć można różnym natężeniem procesów dynamicznych w danym środowisku. Stosunkowo mała ilość minerałów nietrwałych w osadach rzecznych związana jest z tym, iż w wyniku transportu ulegają one niszczeniu mechanicznemu i chemicznemu (6). Na dość duże zróżnicowanie wartości współczynników wpływa fakt, że w zależności od charakteru facjalnego osadów rzecznych z różnym natężeniem zachodzi proces segregacji minerałów ciężkich, na co w literaturze dotyczącej Lubelszczyzny zwraca uwagę J. Rzechowski (16). Poza tym istnieje możliwość dopływu do osadu materiału z rozmywanych utworów lodowcowych, które zasobne są w minerały średnio i małotrwałe. Piaski jeziorne (strefa brzegowa) i wydmowe przypuszczalnie podlegają w swoich środowiskach ciągłemu, jednokierunkowemu procesowi, polegającemu na wzbogaceniu w minerały trwałe i średniotrwałe.



Ryc. 3. Rozmieszczenie pól genetycznych osadów piaszczystych wykreślone na podstawie współzależności współczynników S/O i N/O.

1 — piaszki trzeciorzędowe, 2 — rzeczne, 3 — jeziorne, 4 — wydymowe, 5 — fluwioglacjalne.

Fig. 3. Distribution of fields of genetical arenaceous deposits, plotted on the basis of interdependence of S/O and N/O coefficients.

1 — Tertiary sands, 2 — fluvial sands, 3 — lacustrine sands, 4 — dune sands, 5 — glacial sands.

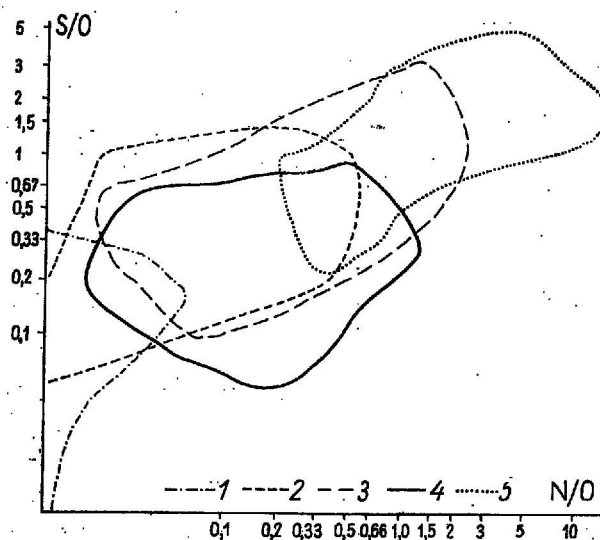
Piaszki fluwioglacjalne wyraźnie odbiegają od poprzednio opisanych. Wszystkie średnie wartości współczynników są wyższe i tak S/O wynosi 1,33, N/O — 1,50, N/S — 1,42 oraz charakteryzują się rozrzutem współczynników zawartym w bardzo szerokich granicach (ryc. 1E). Świadczy to o małym stopniu zniszczenia materiału (znaczna ilość minerałów nietrwałych obok średniotrwałych i trwałych) oraz o zmiennej dynamice w tym środowisku podczas akumulacji (wzbogacanie w minerały o większych lub mniejszych ciężarach właściwych).

#### OSADY DROBNOZIARNISTE

Współczynniki frakcji ciężkiej z osadów przedczwartorzędowych połączono w jedną grupę, ponieważ jakościowe i ilościowe udziały minerałów były podobne. Osady te charakteryzują się niską średnią wartością współczynnika S/O, który wynosi 0,12, a przeszło 80% próbek ma współczynniki poniżej 0,20. Średnia wartość N/O wynosi 0,004, natomiast prawie cały materiał charakteryzuje się współczynnikiem poniżej 0,1. Równie niską wartość średnią (0,035) oraz podobny rozkład ma współczynnik N/S (ryc. 2A).

Mułki eoplejstocenijskie (ryc. 2B) i mezo-neoplejstocenijskie (ryc. 2C) oraz lessy (ryc. 2D) wykazują między sobą pewne odrębności. Najwyższą średnią wartością współczynnika S/O charakteryzują się mułki mezo-neoplejstocenijskie (0,70), nieco niższą mułki eoplejstocenijskie (0,49), najniższa przypada na less (0,33). W mułkach mezo-neoplejstocenijskich 43% próbek ma współczynniki zawarte w przedziale 1,0—0,5, natomiast w lessach taki sam procent próbek stanowi maksimum w przedziale 0,33—0,2. Mułki staroplejstocenijskie przy tych dwu przedziałach posiadają dwa maksima rozkładu.

Warto zwrócić uwagę, iż próbki mające wartości S/O poniżej 0,33 pochodzą głównie z obrębu Wyżyny Lubelskiej, natomiast powyżej 0,5 z poza jej obrębu. Średnie wartości współczynnika N/O wzrastają od mułków eoplejstocenijskich (0,16) poprzez lessy (0,31)



Ryc. 4. Rozmieszczenie pól genetycznych utworów drobnoziarnistych wykreślone na podstawie współzależności współczynników S/O i N/O.

1 — utwory kredowe i trzeciorzędowe, 2 — mułki eoplejstocenijskie, 3 — mułki mezo i neoplejstocenijskie, 4 — less, 5 — glina zwałowa.

Fig. 4. Distribution of fields of genetical fine-grained deposits, plotted on the basis of interdependence of S/O and N/O coefficients.

1 — Cretaceous and Tertiary deposits, 2 — Eopleistocene silts, 3 — Mesopleistocene and Neopleistocene silts, 4 — loess, 5 — boulder clay.

do mułków mezo-neoplejstocenijskich (0,37). W mułkach eoplejstocenijskich współczynniki grupują się przy niskich wartościach N/O (wartości poniżej 0,1 posiada 53% próbek). W lessach i mułkach mezo-neoplejstocenijskich rozrzut współczynników zawarty jest w znacznie szerszych granicach.

Najniższą średnią wartość współczynnika N/S mają mułki eoplejstocenijskie (0,33), wyższą mułki mezo-neoplejstocenijskie (0,55), najwyższą lessy (0,95). Współczynniki N/S w mułkach eoplejstocenijskich grupują się głównie w przedziałach poniżej 0,33 oraz drugorzędnie 1,0—0,5. To pierwsze skupienie obejmuje osady z obszaru Wyżyny Lubelskiej i okolic Biłgoraja, to drugie odnosi się przeważnie do próbek z okolic Chełma. W lessach występuje wyraźne maksimum częstotliwości współczynnika N/S w przedziale 1,0—0,5 (33% próbek). Na uwagę zasługuje fakt, że aż 28% próbek ma przewagę minerałów nietrwałych nad średniotrwałymi. W mułkach mezo-neoplejstocenijskich rozrzut współczynników zawarty jest w szerokich granicach, bez wyraźnego maksimum.

Gliny zwałowe posiadają najwyższe wartości średnie współczynników w grupie osadów drobnoziarnistych, wyrażające się dla S/O — 1,11, N/O — 1,20, N/S — 1,05. Wskazuje to na największą zasobność tego utworu w minerały nietrwałe i średniotrwałe. Rozrzut współczynników (ryc. 2E) wskazuje, że najczęściej występują próbki mające współczynniki zawarte w przedziale 1,0—0,5.

#### POLA WSPÓLCZYNNIKÓW

Na podstawie wyliczonych współczynników S/O i N/O przedstawiono w układzie współrzędnych pola charakteryzujące badane osady. Przy wyznaczaniu granic poszczególnych pól, aby przedstawić możliwie największe skoncentrowanie punktów, odrzucono do 10% najbardziej skrajnych punktów. Rozkłady pól przedstawione dla utworów piaszczystych (ryc. 3) oraz drobnoziarnistych (ryc. 4) wykazują między sobą duże podobieństwo. Dotyczy to podobnego położenia w obrębie układu współrzędnych pola osadów

przedczwartorzędowych oraz utworów związanych z bezpośrednią akumulacją lodowcową. Między nimi położone są (wzajemnie pokrywające się) pola pozostałych osadów. Wszystkie pola zachodzą tak na pole utworów lodowcowych, jak i przedczwartorzędowych. Szczególnie wyraźne zazębianie się z utworami przedczwartorzędowymi mają mułki eoplejstoczeńskie, natomiast z osadami lodowcowymi mułki mezo- neoplejstoczeńskie i piaski wczesne.

#### WNIOSKI

W świetle przedstawionego materiału trudno jest przeprowadzić na podstawie zastosowanych współczynników mineralnych jednoznaczne rozróżnienie odrębnych genetycznie osadów. Jednak dzięki ich zastosowaniu można wysuwać pewne przypuszczenia co do osadów wyjściowych. Również okazało się (w trakcie prowadzenia wylczeń współczynników), że prawdopodobnie mogą mieć one zastosowanie przy regionalnym rozpoziomowaniu utworów lodowcowych. I tak w woj. lubelskim glina zwałowa złodowacenia południowopolskiego charakteryzuje się następującymi średnimi i skrajnymi wartościami współczynników: S/O — 0,90 (0,3—3,1), N/O — 0,77 (0,2—2,1), N/S — 0,91 (0,2—1,9), gdy tymczasem gliny złodowacenia środkowopolskiego posiadają z reguły wyższe wartości współczynników, wynoszące: S/O — 1,9 (0,7—4,9), N/O 2,85 (0,8—13,5), N/S — 1,63 (0,7—6,2).

#### LITERATURA

1. Cegła J. — Porównanie utworów pyłowych Kotlin Karpackich z lessami Polski. *Annales UMCS, Sc. B, v. XVIII, 1965.*
2. Dobrzański B., Malicki A. — Rzekome loessy i rzekome gleby loessowe w okolicy Leżajska. *Ibidem, v. III, 1949.*
3. Frye J. C., Willman H. B., Glass H. D. — Gumboil, accretion clay, and the weathering profile. *Illinois State Geol. Survey, Circular 295, 1960.*
4. Harapińska-Depciuch M. — Materiały okruchowe w kredzie środkowej z osłony mezozoicznej Gór Świętokrzyskich. *Kwart. geol., t. I, nr 3—4, 1957.*
5. Jahn A., Turnau-Morawska M. — Preglacja i najstarsze utwory plejstocenu Wyżyny Lubelskiej. *Biul. PIG, nr 65, 1952.*
6. Jaworski A. — O odporności na wietrzenie niektórych minerałów szlichowych. *Prz. geol. 1962, nr 4—5.*
7. Koptiew A. U. — K litologii niżnie-antropogennych osadów Bielorussii. *Materiały po antropogieniu Bielorussii. AN BSSR. Minsk, 1961.*
8. Malinowski J., Mojski J. E. — Przekrój lessu w Sasiadce koło Szczepieszyna na Roztoczu. *Biul. IG, nr 150, 1960.*
9. Malinowski J. — Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza i Kotliny Zamojskiej między Szczepieszynem a Turobinem. *Prace IG, nr 41, 1964.*
10. Mojski J. E., Rzechowski J., Woźny E. — Górny eocen w Luszawie nad Wieprzem koło Lubartowa. *Prz. geol. 1966, nr 12.*
11. Morawski J. — Osady piaszczyste Wyżyny Lubelskiej. *Studium sedyment. UMCS, Wydz. Biol. i Nauk o Ziemi. Lublin, 1965.*
12. Morawski J. — Charakterystyka mineralogiczna piasków wydmowych Wyżyny Lubelskiej. *Kwart. geol., 1966, t. 10, nr 12.*
13. Racinowski R. — Sedymentacja osadów czwartorzędowych w okolicy Biłgoraja. *Biul. IG (w druku).*
14. Racinowski R. — Wyniki badań granulometrycznych i mineralno-petrograficznych glin zwałowych Polski wschodniej. *Ibidem (w druku).*
15. Rzechowski J. — Młodo czwartorzędowe osady doliny Bugu w okolicy Dubienki. *Annales UMCS, Sc. B, v. XVI, 1961.*
16. Rzechowski J. — Facje młodoczwartorzędowe aluwii dorzecza środkowego Bugu. *Kwart. geol., 1965, t. 9, nr 1.*
17. Trembaczewski J. — Próba wyjaśnienia pochodzenia piasków plaży i wydm w Puławach. *Annales UMCS, Sc. B, v. III, 1949.*
18. Turnau-Morawska M. — Piaskowiec albski okolic Rachowa nad Wisłą. *Ibidem. Sc. B, v. III, 1949.*
19. Turnau-Morawska M. — Spostrzeżenia dotyczące sedymentacji i diagenety sarmatu Wyżyny Lubelskiej. *Ibidem. Sc. B, v. IV, 1950.*
20. Turnau-Morawska M. — Utwory rzeczne doliny Bugu między Terespołem a Wyszkwem. *Biul. PIG, nr 68, 1952.*
21. Turnau-Morawska M. — Znaczenie analizy minerałów ciężkich w rozwiązywaniu zagadnień geologicznych. *Acta Geol. Pol. v. V, z. 3, 1955.*

#### SUMMARY

The article presents an attempt at describing the deposits found to occur in the area of the Lublin voivodship, on the basis of mineral coefficients calculated using the proportions observed among the minerals of heavy fraction, i. e. S/O, N/O and N/S, where O — minerals resistant to mechanical and chemical destruction, S — minerals middle-resistant to mechanical and chemical destruction, and N — non-resistant minerals. The individual mineral groups have been selected on the basis of Ruchin's classification. It has been ascertained that the coefficients do not permit us to distinguish univocally the genetically different deposits, although a possibility exists to draw conclusions as to the character of the origin deposits. It has also been observed that the coefficient here considered may be of use in distinguishing the horizons of boulder clays.

#### РЕЗЮМЕ

В статье представлена характеристика отложений Люблинского региона, основанная на минеральных коэффициентах, рассчитанных по пропорциям между прозрачными минералами тяжелой фракции: S/O, N/O, N/S/O (O — минералы устойчивые при механическом и химическом выветривании, S — среднеустойчивые, N — неустойчивые). Минералы разделялись на группы по классификации Рухина. Доказано, что эти коэффициенты не позволяют достоверно различать разные генетические отложения, однако на их основании можно сделать некоторые заключения относительно исходных пород. Отмечается также, что эти коэффициенты могут найти применение в расчленении валунных глин.