

ZASTOSOWANIE RADIOMETRII POWIERZCHNIOWEJ W POLSKIM PRZEMYSŁE NAFTOWYM

Metoda radiometrii powierzchniowej, prowadzona z punktu widzenia poszukiwań złóż ropy i gazu, jest jedną z najmłodszych dziedzin geofizyki poszukiwawczej. Pierwsze tego typu badania były prowadzone na początku lat pięćdziesiątych w ZSRR i USA. Stwierdzono, że w obrębie złoża ropy i gazu obserwuje się obniżone, a poza jego konturem podwyższone wartości natężenia naturalnego promieniowania gamma skorupy ziemskiej. Występowanie tego rodzaju zjawiska zostało potwierdzone olbrzymią ilością prac pomiarowych wykonanych na terenie ZSRR, USA, Francji, Kanady i innych krajów.

W celu wyjaśnienia mechanizmu kształtowania się anomalii radiometrycznych nad złożami ropy i gazu ziemnego oraz ich genetycznego powiązania z nimi opracowano szereg hipotez. Do najważniejszych należy zaliczyć hipotezę dyfuzji chlorków badaczy amerykańskich (6), hipotezę migracji wód głębszych P. Rankamy (8), hipotezę sorpcji węglowodórów Aleksiejewa (1) i inne.

Odkrycie omawianego zjawiska posłużyło do ustalenia pewnych kryteriów poszukiwawczych, które można scharakteryzować w sposób następujący:

1. Nad polem ropnym powinna być zaobserwowana strefa obniżonego natężenia naturalnego promieniowania gamma, kształtem i rozmiarami pokrywająca się z konturem złoża.

2. Obniżenie natężenia promieniowania gamma na obszarze anomalii jest nieznaczne i powinno wynieść 20–25% w stosunku do natężenia tła.

3. Strefa obniżonych wartości natężenia promieniowania gamma, pokrywająca się z konturem złoża ropno-gazowego, jest na ogół otoczona strefą zwiększonych wartości natężenia promieniowania gamma, przy czym podwyższenie to wynosi ok. 10%, wobec czego sumaryczny efekt anomalny dochodziłby do 35% w stosunku do średniego poziomu tła.

Stwierdzono również, że na rozkład pola promieniowania gamma nad złożem ropno-gazowym wywierają znaczny wpływ różne czynniki związane z niejednorodnością budowy geologicznej powierzchni ziemi. Do takich czynników zalicza się zmiany litologiczne utworów powierzchniowych, rzeźbę terenu, obecność i rozkład wód powierzchniowych i inne. Zmiany w natężeniu promieniowania gamma związane z wymienionymi czynnikami dochodzą do 50% mierzonych wielkości, a tym samym stanowią poważne utrudnienie w prawidłowej interpretacji zdjęć radiometrycznych. W takich przypadkach wyraźnie odcinające się anomalie natężenia promieniowania gamma wiążą się nie z występowaniem złóż ropno-gazowych, lecz z czynnikami powierzchniowymi. Mając powyższe na uwadze, ogólny kierunek rozwojowy radiometrii powierzchniowej stosowanej dla poszukiwania złóż ropno-gazowych zmierza do poszerzenia badań pomocniczych w celu wyeliminowania czynników niepożądanych z jednej strony, a pomiarów natężenia promieniowania substancji promieniotwórczych, genetycznie związanych z anomaliami nad złożami — z drugiej strony. Ten ostatni problem zawiera się w ramach tzw. gammaspektrometrii stosowanej do niedawna za granicą.

Pierwsze próby zastosowania na terenie polskim radiometrii powierzchniowej dla poszukiwań naftowych były prowadzone przez Instytut Naftowy i Zakład Fizyki II Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W lipcu 1957 r. w Przedsiębiorstwie Geofizyki P. N. utworzono doświadczalną grupę pomiarową, której celem było prowadzenie powierzchniowych pomiarów emanacji radonu oraz natężenia naturalnego promieniowania gamma. Prace były wykonywane za pomocą emanometru SG-11, radio-

metru UR-4M (jednoczynnikowego) i radiometru SG-14 (36-licznikowego). Wymienione radiometry, pracujące za pomocą liczników Geigera-Müllera, okazały się zbyt mało czułymi przyrządami, natomiast zdjęcie emanometryczne wykonane na jednym ze złóż ropy w rejonie Gorlic dało ciekawe wyniki. Na zdjęciu tym zaznacza się wyraźny wzrost emanacji radonu nad konturem ropnym złoża (ryc. 1). Postęp prowadzenia prac emanacyjnych jest bardzo mały, poza tym duży wpływ wywierają tu zmiany warunków atmosferycznych i dlatego zaniechano dalszych badań.

Począwszy od lutego 1958 r. prowadzono powierzchniowe badania radiometryczne z zastosowaniem wysoko czułej aparatury scyntylacyjnej (przy naukowej współpracy z Zakładem Fizyki II AGH). Początkowo pomiary wykonywano metodą punktową na znanych złożach karpaccich, a później na północy kraju w rejonie Kalisza-Kłodawy oraz w okolicach Mogiła. Wyniki tych pomiarów nie były zadowalające ze względu na zbyt mały postęp prac i utrudnioną korelację wyników zarówno w czasie, jak i przestrzeni.

W marcu 1959 r. utworzono doświadczalną grupę badań radiometrycznych, przed którą postawiono zadanie:

1. Opracowania metodyki samochodowych pomiarów ciągłych.

2. Doboru odpowiedniego zestawu aparatury pomiarowo-kontrolnej.

3. Prześledzenie spodziewanych anomalii radiometrycznych na znanych złożach ropy naftowej w Karpatach.

W ciągu omawianego sezonu prac geofizycznych opracowano metodykę badań samochodowych i interpretacji materiałów pomiarowych. Poza tym dobrano i zestawiono poszczególne człony aparatury pomiarowej.

Po przeanalizowaniu materiału pomiarowego wysunięto następujące wnioski:

a) przewidywany rozkład natężenia naturalnego promieniowania gamma zaobserwowano częściowo na obszarze kilku struktur karpaccich,

b) zaobserwowane zróżnicowanie wynosi na tych strukturach ok. 15–20% w stosunku do średniej wartości pomierzonego natężenia naturalnego promieniowania gamma.

c) wpływ powierzchniowych utworów geologicznych na rejestrowane wskazania jest szczególnie silny w przypadku występowania na powierzchni terenu utworów ilastych,

d) stwierdzono, że ogólny poziom naturalnego promieniowania gamma obniża się po dużych opadach atmosferycznych.

W tymże roku po badaniach karpaccich kontynuowano doświadczalne prace radiometryczne na przedgórzu Karpat w rejonie nowo odkrytego złoża ropy i gazu.

Celem badań radiometrycznych prowadzonych w 1960 r. było sporządzenie szczegółowej mapy rozkładu natężenia naturalnego promieniowania gamma dla jednego z rejonów środkowego przedgórza Karpat, w którym istnieje kilka perspektywicznych struktur i nowo odkrytych złóż ropno-gazowych, będących w stadium bardziej szczegółowego rozpoznania i wstępnej eksploatacji. Do pomiarów tych grupa radiometryczna przystąpiła na początku maja ubiegłego roku wyposażona w lekki samochód terenowy, na którym zamontowano na stałe odpowiedni zestaw aparaturowy. Obszar o powierzchni kilkuset km² pokryto odpowiednio gęstą siecią pomiarową pozwalającą na korelację wyników.

Mając na uwadze dużą zmienność litologii utworów powierzchniowych omawianego rejonu, prowadzono pomocnicze prace geologiczne w celu ustalenia pochodzenia zarejestrowanych anomalii. Prace te pozwoliły ustalić, że:

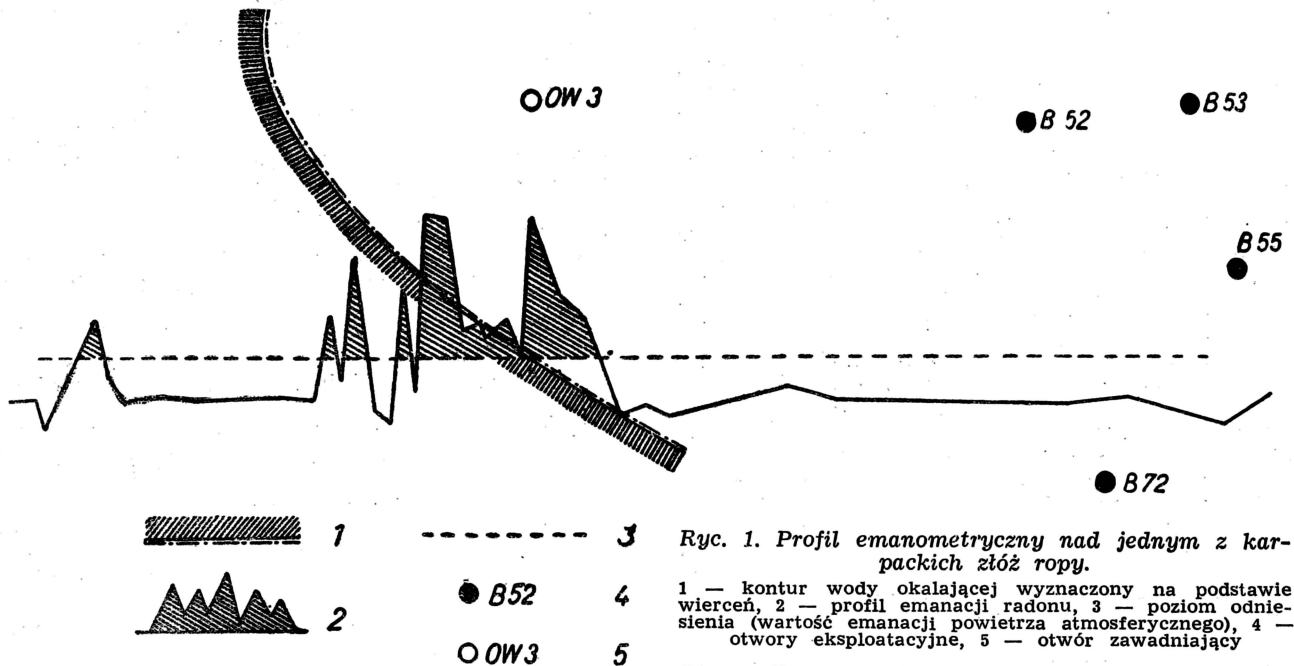
1. Ogólny przebieg anomalii układu się zgodnie z rozciągłościami struktur węglnych.
 2. Obserwuje się stosunkowo duże zróżnicowanie w natężeniu naturalnego promieniowania gamma, dochodzące do 40% w stosunku do tła.
 3. W rejonie kilku złóż zaznacza się ogólne obniżenie natężenia promieniowania gamma.
 4. Na rejestrowane anomalie wywiera duży wpływ litologia utworów powierzchniowych.
- Niezależnie od przedstawionych badań wykonano kilka doświadczalnych profili radiometrycznych, które miały na względzie wyeliminowanie wpływu czynnika litologicznego (ryc. 2), przez określenie aktywności względnej próbek gleby.

Metoda względnych aktywności jest zagadnieniem nowym i wiele obiecującym. Wyniki analiz laboratoryjnych na procentową zawartość frakcji ilastej (analiza mechaniczna metodą Prószyńskiego) badanych próbek zostały przedstawione na ryc. 2 za pomocą krzywej 1. Widać tu duże jej zróżnicowanie.

Wyniki połowych pomiarów natężenia promieniowania gamma przedstawia krzywa 2 (ryc. 2). Krzywa 2 ma podobny przebieg jak krzywa 1, przy czym obserwuje się też duże zróżnicowanie w natężeniu naturalnego promieniowania gamma.

Występowanie złoża ropy naftowej nie znalazło żadnego odbicia w charakterze krzywej 2. Stąd widać, że przy dużym zróżnicowaniu litologii utworów powierzchniowych wpływ czynników węglnych (występowanie złoża, tektonika) na rozkład natężenia naturalnego promieniowania gamma jest niemożliwy do uchwycenia (w sposób bezpośredni).

W celu wyeliminowania wpływu litologii utworów powierzchniowych posłużono się wynikami ba-



Ryc. 1. Profil emanometryczny nad jednym z karpackich złóż ropy.

1 — kontur wody okalającej wyznaczony na podstawie wiercen, 2 — profil emanacji radonu, 3 — poziom odniesienia (wartość emanacji powietrza atmosferycznego), 4 — otwory eksploatacyjne, 5 — otwór zawadniający

Fig. 1. Emanometric profile above one of the Carpathian deposits

1 — contour of surrounding water, established on the basis of bore-holes, 2 — profile of radon emanation, 3 — reference level (value of emanation of the atmospherical air), 4 — exploitation wells, 5 — flooding well

Na podstawie aktualnej mapy złożowej usytuowano 3 profile pomiarowe przecinające złożo. Pomiar natężenia naturalnego promieniowania gamma wykonano aparaturą scyntylacyjną metodą punktową z usunięciem nadkładu gleby. W ten sposób sprowadzono pomiary na horyzont stabilny pod względem zmian w natężeniu promieniowania gamma. Zastosowano tu szybkie ciągi pomiarowe, aby móc założyć te same warunki dla wszystkich obserwacji. W tych samych punktach pomiarowych pobrano próbki podglebia o masie ok. 0,5 kg każda dla wykonania analiz laboratoryjnych na procentową zawartość frakcji ilastej.

Jak wykazały badania, na podstawie zależności promieniowania gamma od zawartości substancji ilastej skał osadowych, można określić ilościowy udział litologii w kształtowaniu obrazu radiometrycznego nad złożem — zestawiając wyniki pomiarów promieniowania gamma z wynikami analiz gleb. Stwierdzono, że próbki podglebia o identycznym składzie litologicznym, wzięte znad złoża i spoza jego konturu, wykazują wyraźne różnice w natężeniu naturalnego promieniowania gamma, przy czym wartości obniżone wiążą się z próbkami z przedziału złoża.

Jednocześnie zauważono, że w obrębie dyslokacji tektonicznych występują wyższe wartości natężenia promieniowania gamma niż poza ich strefami (ryc. 2). Wobec powyższego pomiary te mogą służyć do wyznaczania przebiegu dyslokacji tektonicznych.

dań doświadczalnych (przeprowadzonych w ZSRR), określających natężenie promieniowania gamma skał osadowych w funkcji zawartości frakcji ilastej. Korzystając z wyników tych badań wykreślono krzywą 3. Natężenie promieniowania gamma jest tu uzależnione jedynie od czynników powierzchniowych. Założono, że różnice wskazań krzywych 2 i 3 są spowodowane wpływem czynników węglnych (ponad złożem ropy krzywa 2 powinna leżeć poniżej krzywej 3, poza jego konturem odwrotnie). Przy omawianych pracach założenie to zostało całkowicie potwierdzone.

Operowanie krzywymi 2 i 3 jest dość niewygodne i mało przejrzyste. Sprowadzono więc je do innego układu współrzędnych, tak by krzywa 3 przekształciła się w linię prostą (krzywa 5). To samo przekształcenie zastosowano do krzywej 2 i otrzymano krzywą 4. Zestawienie krzywych 4 i 5 pokazuje w sposób wyraźny i przejrzysty wpływ złoża i dyslokacji tektonicznych na rozkład mierzonego na powierzchni natężenia promieniowania gamma.

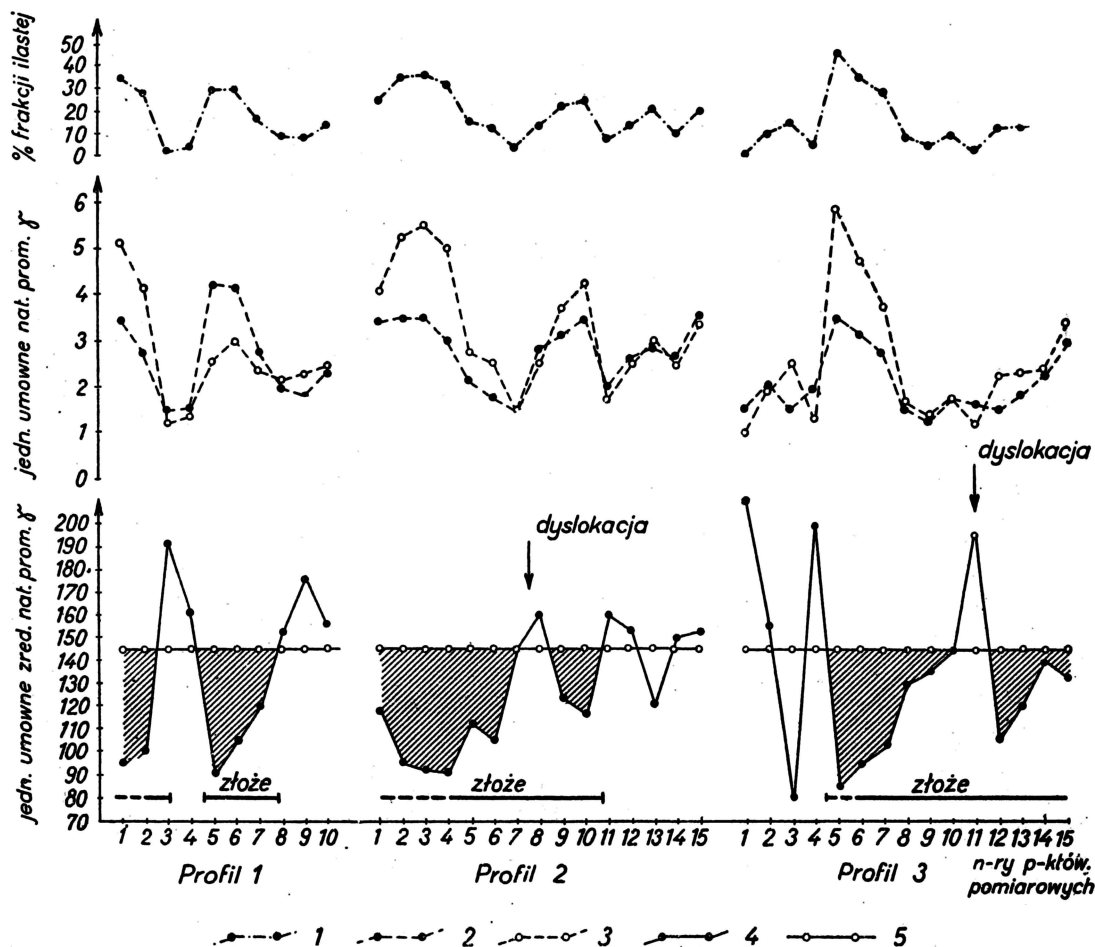
Metodykę przeliczeń omówiono szczegółowo w specjalnym opracowaniu.

Jakkolwiek materiał doświadczalny, stojący obecnie do naszej dyspozycji, jest jeszcze skąpy, to już

z dotychczasowych badań można wyciągnąć wniosek, że na terenie omawianego złoża ropy występuje efekt obniżonej strefy natężenia naturalnego promieniowania gamma, wykraczający poza wpływ litologii. Dalsze badania, prowadzone w tym kierunku w Zakładzie Geofizyki P.N., mogą okazać się bardzo przydatne w prawidłowej interpretacji zdjęć radiometrycznych w naszych złożonych warunkach powierzchniowych.

stosowane przez nas wydają się być prostsze i łatwiejsze przy zastosowaniu przemysłowym.

Przy stosowaniu metody pomiaru promieniowania globalnego nie osiągnięto dotychczas konkretnych i w pełni zadowalających wyników. Jednak na podstawie naszych doświadczeń i wyników uzyskanych za granicą badania te wiele obiecują, zwłaszcza po przeprowadzeniu pewnych zmian metodycznych. Przemysł naftowy zyska wówczas me-



Ryc. 2. Doświadczalne profile radiometryczne nad jednym ze złóż ropy i gazu na Przedgórzu Karpat. 1 — procent. zawartość frakcji ilastej, 2 — nat. prom. γ zmierz. 3 — nat. prom. γ doświadcz., 4 — nat. prom. γ zmierz. zreduk., 5 — nat. prom. γ doświadcz. zreduk.

Fig. 2. Experimental radiometric profiles above one of the oil and gas deposits in the Carpathian Foreland area

1 — percentage of clay fraction contents, 2 — measured natural gamma radiation, 3 — natural experimental gamma radiation, 4 — natural measured reduced gamma radiation, 5 — natural experimental reduced gamma radiation

Omawiając metodę względnych aktywności stosowaną w Polsce, należy wspomnieć w kilku słowach o analogicznej metodzie stosowanej w USA, opracowanej przez J. Merritta (7). W opracowaniu tym zaleca się przeprowadzać powierzchniowe zdjęcia gamma i jednocześnie pobierać próbki skał i gleb z warstwy przypowierzchniowej w celu wykonania analiz laboratoryjnych mających za zadanie wyeliminowanie wahań natężenia naturalnego promieniowania gamma, spowodowanych zmianami charakteru gleb. Powyższa metodyka została wypróbowana przez J. Merritta na jednym z pól ropno-gazowych, gdzie stwierdzono, że przebieg izolinii natężenia promieniowania gamma pokrywa się z konturem złoża ropy, wyznaczonym na podstawie wierceń. Stwierdzono, że w przypadku zróżnicowanej budowy litologicznej utworów przypowierzchniowych bezpośrednia interpretacja powierzchniowego zdjęcia radiometrycznego jest niemożliwa (z punktu widzenia poszukiwań ropy i gazu). Choć metodyka ta bardzo się różni od naszej, daje zupełnie analogiczny efekt końcowy, z tym że badania względnej aktywności

od bezpośredniego poszukiwania złóż ropno-gazowych. Jedną z tych zmian została omówiona w niniejszym artykule (metodyka względnych aktywności).

W najbliższym czasie zostaną przeprowadzone dalsze badania metodyczne uwzględniające:

1. Pomiary promieniowania alfa próbek gleby w celu wyeliminowania zniekształcającego wpływu potasu 40.

2. Pomiary spektrometryczne w celu wydzielenia anomalii spowodowanych przez promieniowanie pierwiastków, których obecność wiąże się z występowaniem złóż ropno-gazowych.

Poza tym planuje się przeprowadzanie badań aeroradiometrycznych charakteryzujących się dużą wydajnością.

LITERATURA

- Aleksiejew F. A., Grubkow A. P., Gottich R. P. — Radiometrija i radiogeochemia pri priamych polskich niefti i gaza. Jadier-

naja geofizika pri poiskach poleznych iskopajemych. Moskwa 1960.

2. Brix F. — Grundzüge der Feldradiometrie mit Ergebnissen radiometrischer Messungen in Nieder-Osterreich. Erdoel — Zeitschrift. 1959.
3. Dmitriew M. K., Flaks J. Sz., Gołowin A. P. — Opyt primienienija radiometriczskich issledowanij dla priamych poiskow nieftianych miestorożdzenij w Baszkirii. Jadiernaja geofizika pri poiskach poleznych iskopajemych. Gostoptiechizdat, 1960.
4. Kopia H., Plewa S., Rudowicz A. — Zdjęcia radiometryczne powierzchniowe w polskim przemyśle naftowym „Geofizyka poszukiwacza i kopalniana” 1961, nr 2.
5. Lobdell D. S., Buckley F. F., Merrit J. W. — Gamma ray exploration comes of age. „World Oil” 1954.
6. Lundberg H., Isford G. — Oil prospecting with the radioactive method. „World Petroleum”. 1953.
7. Merrit J. — Radiation survey method. Patent USA Nr 2906882.
8. Rankama K. — Izotopic Geology, 1955.

SUMMARY

The first attempts to use the surface radiometry in Poland, for exploration of oil and gas deposits, were begun in 1957. In 1957—1960, the investigations were made in the area of known Carpathian deposits, in the Polish Lowland region and on the larger scale, in the Carpathian foreland area too. Because of

a very great lithological differentiation of the near-surface sediments, the positive results have not been obtained there.

In 1960, a method of so-called „relative activities” has been elaborated; this method allowed to eliminate the existing superficial influences. The first attempts to use this method have given the positive results that allow to discover gas and oil deposits and tectonic dislocations. Besides the method of relative activities, mentioned above, the following investigations are still being planned, viz: aeroradiometric and spectrometric measurements and these of intensity of the natural alpha radiation as well.

РЕЗЮМЕ

Первые попытки применения в Польше наземной радиометрии для поисков залежей нефти и газа были начаты в 1957 г. В годы 1957—60 проводились исследования в районе известных карпатских месторождений и в пределах низменности, а в более широких масштабах, в предгорьях Карпат. Из-за сильной дифференцированности литологически разнообразных образований не были достигнуты положительные результаты.

В 1960 году был разработан метод т. наз. относительных активностей, позволяющих исключать поверхностные влияния. Первые попытки применения этого метода увенчались положительными результатами, дающими возможность выявлять нефтеносные и газоносные залежи и тектонические дислокации. Кроме метода относительных активностей планируется проведение следующих измерений: аэroradiометрических, спектрометрических и измерений напряжения естественного излучения α .