

Mieczysław F. PAZDUR

Laboratorium C-14

Politechnika Śląska, Gliwice

#### PORÓWNANIE METOD STOSOWANYCH PRZY DATOWANIU TERMOLUMINESCENCYJNYM OSADÓW

**Streszczenie:** W Polsce działają od kilku lat cztery ośrodki wykonujące w sposób systematyczny datowania osadów czwartorzędowych metodą termoluminescencji. Artykuł zawiera zestawienie podstawowych parametrów fizycznych i technicznych metod pomiarowych stosowanych przy datowaniu osadów czwartorzędowych w laboratoriach termoluminescencyjnych w Lublinie, Gdyni, Gliwicach i w Warszawie. Przedstawiono również projekt programu międzylaboratoryjnej kontroli poszczególnych elementów pomiarów fizycznych składających się na pełny proces oznaczania wieku metodą TL.

#### WSTĘP

Zjawisko termoluminescencji wykorzystywane jest do datowania osadów czwartorzędowych od blisko 20 lat, lecz budzi ciągle kontrowersje, zarówno wśród specjalistów wykonujących datowania i zajmujących się stroną fizyczną zagadnienia, jak również wśród badaczy czwartorzędu. Podważane bywają niektóre konkretne założenia metody TL, iak na przykład założenie o zerowaniu termoluminescencji ziarn w procesie transportu, co prowadzi do kwestionowania poprawności dat TL otrzymywanych z próbek osadów środowiska glacialnego czy glacyfluwialnego. Skrajne opinie kwestionują całkowitą możliwość i sensowność datowania osadów metodą TL.

Dla badań czwartorzędu w Polsce stan chronometrii termoluminescencyjnej jest szczególnie istotny z dwóch zasadniczo różnych powodów. Po pierwsze, obszar Polski jest prawie w całości pokryty osadami czwartorzędowymi o miąższości sięgającej w niektórych rejonach 200 metrów, a w osadach tych zawarte są zasoby surowców mineralnych niezbędnych między innymi do budownictwa oraz znaczne zasoby wód. Po drugie, datowania metodą TL wykonywane są od kilku lat w sposób rutynowy w czterech laboratoriach (Warszawa, Lublin, Gdańsk, Gliwice), a szacunkowa liczba dat, na których może się opierać chronostratygrafia czwartorzędu, wynosi około 4000. Wśród badaczy czwartorzędu występują bardzo istotne rozbieżności w ocenie wartości dat TL otrzymywanych z różnych wymienionych wyżej laboratoriów, różnice poglądów występują również w dziedzinie sposobów wykorzystania dat TL w chronostratygrafii. Prezentowane są między innymi opinie zalecające opieranie opisu chronostratygraficznego konkretnych sekwencji osadów jedynie na danych uzyskanych z jednego laboratorium, liczne są jednak

również publikacje zawierające regionalne lub lokalne opracowania bazujące na zbiorach datowań wykonywanych w różnych laboratoriach.

Faktem bezspornym jest występowanie znacznych rozbieżności w datowaniach metodą TL wykonywanych w działających laboratoriach krajowych. Dowodzą tego między innymi wyniki uzyskane podczas podjętej w 1986 roku współpracy międzylaboratoryjnej zmierzającej do wspólnego wydatowania profilu lessowego w Odonowie, zawarte w VII zbiorze "Sprawozdań z Badań Naukowych Komitetu Badań Czwartorzędu PAN" (Bluszcz, 1987; Butrym, 1987; Prószyńska-Bordas et al., 1987; Prószyńska-Bordas, Bluszcz, 1987; Bluszcz, 1989). Cytowane są również w literaturze przykłady pojedynczych zgodności i niezgodności dat TL z różnych laboratoriów (zob. np. Stankowska, Stankowski, 1987; Baraniecka, 1989; Stankowski, 1989; Bluszcz, Pazdur, 1985). Dyskusowanie tych rozbieżności, a przede wszystkim ocena ich źródeł i sposobów usunięcia, nie jest celem niniejszego opracowania. Stosunkowo obszerny przegląd podstaw fizycznych chronometrii termoluminescencyjnej oraz krytykę stosowanych metod laboratoryjnych zawiera powszechnie dostępna publikacja w "Przeglądzie Geologicznym" (Pazdur, Bluszcz, 1987a,b, zob. również Wintle, 1983). Wydaje się jednak że niezbędna jest dalsza dyskusja zarówno nad podstawami metody TL, nad technikami laboratoryjnymi stosowanymi w poszczególnych ośrodkach, jak też nad wiarygodnością datowań TL, także tych już opublikowanych i wykorzystywanych w pojawiających się w ostatnich latach licznych syntezach chronostratygraficznych. Konieczna jest też kontynuacja współpracy międzylaboratoryjnej w zakresie datowania TL, zapoczątkowana datowaniem termoluminescencyjnym profilu lessowego w Odonowie.

Realizacja tych zadań wymaga sięgnięcia do podstaw metody TL, zarówno w zakresie teorii datowania termoluminescencyjnego, jak też w zakresie praktycznych rozwiązań technicznych i metodycznych przyjętych w poszczególnych laboratoriach krajowych. Celem niniejszego opracowania jest zebranie i łączne przedstawienie podstawowych danych o procesie datowania termoluminescencyjnego w czterech wymienionych wyżej ośrodkach wykonujących datowania metodą TL na potrzeby badań czwartorzędu.

#### WYNIKI PORÓWNIANIA METOD POMIAROWYCH

W celu uzyskania informacji o aktualnych metodach eksperymentalnych, stosowanych w datowaniu metodą TL, opracowana została ankieta, zawierająca zestaw pytań o najistotniejsze elementy techniki laboratoryjnej. Odpowiedzi na poszczególne pytania ankiety, po niezbędnych uproszczeniach, zostały zestawione w postaci czterech tabel, przy czym ostatnia dotyczy zakresu badań i zawiera ogólne dane statystyczne ilustrujące wydajność laboratorium. W związku z wyjazdem zagranicznym całego personelu laboratorium warszawskiego, dane techniczne dotyczące tego laboratorium zostały opracowane przez autora zestawienia na podstawie informacji zawartych w artykule H. Prószyńskiej-Bordas et al (1988), oraz innych

dostępnych źródeł, w tym także niepublikowanych informacji ustnych, i w związku z tym są w niektórych miejscach niepełne lub niekompletne.

Podstawowe dane dotyczące wyznaczania dawki równoważnej ED zawarte są w Tabeli 1. W dwóch laboratoriach (Lublin, Gdynia) stosowane są standardowe czytniki-rejestratory termoluminescencji produkowane przez Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie (model 770A), w pozostałych dwóch stosowane są urządzenia własnej konstrukcji. Wysoce zróżnicowane są granulacje ziaren mineralnych oraz rodzaj minerałów wydzielanych z próbki datowanego osadu. Laboratorium warszawskie stosuje frakcję drobnoziarnistą (pylastą) poliminerálną z przewagą skalenia [p(f)], laboratoria w Gliwicach i Gdyni wykorzystują frakcję gruboziarnistą (piaszczystą) złożoną z kwarcu [(q)] lub w postaci poliminerálnej [(p)], zaś w laboratorium lubelskim stosowana jest frakcja poliminerálna [p(q,f)] o pośredniej granulacji ziaren. Równie zróżnicowane są sposoby wstępnej obróbki ziaren, co jest konsekwencją wyboru frakcji mineralnej i granulacji ziaren. W laboratorium warszawskim nie stosuje się żadnej obróbki, w laboratorium lubelskim jedynie obróbkę w polu fali ultradźwiękowej (U), zaś w pozostałych dwóch laboratoriach ziarna piaszczyste traktowane są kwasami w dość zbliżony sposób. W laboratorium lubelskim wybielanie optyczne wprowadza się jedynie w celach eksperymentalnych dla wybranych próbek; w pozostałych laboratoriach jest to standardowy element procesu wyznaczania ED, przy czym laboratoria w Gliwicach i Warszawie stosują zróżnicowany czas wybielania, dobierany indywidualnie na podstawie wyników "testu plateau"  $[I(t_p)]$ .

Tabela 1

Zestawienie podstawowych danych o aparaturze i metodach pomiarowych

Dane podstawowe	Lublin	Gdynia	Gliwice	W-wa
1. Aparatura	IFJ 770A	IFJ 770A	W	w
2. Mineral	p(q,f)	q,p	q,b-f,c	p(f)
3. Rozmiar ziaren [ $\mu\text{m}$ ]	50-56	80-100	88-100-150	11-30
4. Obróbka ziaren	U	U,HCl,HF	HCl,HF,HNO <sub>3</sub>	-
5. Masa próbki	2mg	5mg	5mg	10mm <sup>3</sup>
6. Szybkość grzania [ $^{\circ}\text{C/s}$ ]	4	3	10	2
7. Przedział temperatur [ $^{\circ}\text{C}$ ]	150-260	20-400	20-480	20-370
8. Wybielanie	E	+	+	+
9. Czas wybielania (lampa lab.)	24h	30h	I(tp)	I(tp)
10. Stopień redukcji NTL	98-100%	90-95%	zmiennv	zmienny
11. Liczba krzywych NTL	min 10	10	8	4-5

Informacje o stosowanych dawkach laboratoryjnych, metodach wyznaczania ED oraz przeprowadzanych szczegółowych badaniach zawiera tabela 2. Wszystkie laboratoria używają do naświetlania promieniowania  $\gamma$  ze źródła  $^{60}\text{Co}$ ; korzystając z usług wyspecjalizowanych placówek posiadających źródła (tzw. bomby kobaltowe) o odpowiedniej aktywności. W laboratoriach gliwickim i warszawskim stosuje się ponadto naświetlanie dawkami

Tabela 2

Porównanie metod stosowanych przy wyznaczaniu dawki geologicznej

Dawki laboratoryjne	Lublin	Gdynia	Gliwice	W-wa
1. Typ promieniowania i źródła	$\gamma$ $^{60}\text{Co}$	$\gamma$ $^{60}\text{Co}$	$\gamma$ $^{60}\text{Co}$ $\beta$ $^{90}\text{Sr}$	$\gamma$ $^{60}\text{Co}$ $\beta$ ?
2. Miejsce naświetlania	IO Lublin	AR Poznań	$\gamma$ IO Gliwice	? ?
3. Liczba dawek sztucznych	3-6	> 3	$\beta$ Lab. 4-10	3-5 ?
4. Wartości dawek sztucznych	(5,10,15)- (30,40,50)	I	I	I
5. Dokładność określenia dawek sztucznych		1.5%	1.5% $\gamma$ 5% $\beta$	?
6. Sposób określania dawek sztucznych	bezp.	bezp.	pośr.	pośr.
7. Liczba krzywych NTL +	min 10	10	4-8	4-5
Metoda wyznaczania ED	N+ $\gamma$	N+UV+ $\gamma$	N+ $\gamma$ N+UV+ $\gamma$ R- $\Gamma$ N+ $\gamma$ -I <sub>o</sub>	N+UV+ $\gamma$
Badania szczegółowe				
-test plateau	-	+	+	+
-badanie zmian czułości	-	+	+	?
-badanie nieliniowości	+	+	+	+
-anomalny zanik sygnału TL	+	+	-	?
Szacowany błąd ED [%]	15	10-20	10-20	15

Tabela 3

Porównanie metod stosowanych przy wyznaczaniu dawki rocznej

Wyznaczanie dawki rocznej	Lublin	Gdynia	Gliwice	W-wa
1. Metoda pomiaru spektr. $\gamma$ (lab.) spektr. $\alpha$ (lab.) dozymetria TL (lab.) dozymetria TL <i>in situ</i> spektrometria $\gamma$ <i>in situ</i>	E - + - -	+ + - E E	+ - - E +	+ - - - -
2. Urządzenie	LiF	3- $\gamma$ (AZAR)	256- $\gamma$ (W)	3- $\gamma$ (W)
3. Wkład prom. $\alpha$ -sposób uwzględnienia -szacunkowy wkład	- - -	+ $k_{\alpha}=0.15$ 1%	+ $k_{\alpha}=0.14$ 20%	+ $k_{\alpha}=0.1$ 2-3%
4. Masa próbki	2 kg	3 kg	400 g	0.5 kg
5. Liczba pomiarów/czas pom.	6-9/6 tyg	20/2000"	2/1000'	10/60'?
6. Uwzględniane czynniki -wilgotność próbki -prom. kosmiczne -tło lab.		+ + +	+ + +	+ + +
7. Dokładność wyznaczania dawki rocznej		3%	5% (10%)	10%

promieniowania beta. W laboratorium lubelskim stosuje się od trzech do sześciu wartości znormalizowanych dawek sztucznych, w pozostałych trzech laboratoriach liczba dawek sztucznych oraz wartości dawek dobierane są indywidualnie dla każdej datowanej próbki na podstawie wyników pomiarów wstępnych.

W laboratorium lubelskim dawka równoważna ED wyznaczana jest wyłącznie metodą addytywną ( $N + \gamma$ ), w laboratorium gdańskim metodą odtworzeniową ( $N + UV + \gamma$ ), w laboratorium gliwickim do wyznaczania wieku konkretnej próbki wykorzystywane są co najmniej dwie z metod wymienionych w Tabeli 1. Metoda postępowania przy wyznaczaniu wartości ED w laboratorium warszawskim może być w uproszczeniu scharakteryzowana, jako wysoce zindywidualizowana metoda odtworzeniowa, polegająca na dokładnym odtworzeniu kształtu krzywej naturalnej termoluminescencji przez odpowiednie interakcyjne donieranie wartości dawki sztucznej (por. Pruszyńska-Bordas et al, 1988).

Metody wyznaczania dawki rocznej zestawione są w Tabeli 3. W laboratorium lubelskim dawkę roczną wyznacza się metodą dozymetrii laboratoryjnej stosując dawkomierze z fluorku litu (LiF), umieszczone w liczbie od 6 do 9 na czas ok. 6 tygodni w próbce o masie ok. 2 kg. W pozostałych laboratoriach stosuje się spektrometrię laboratoryjną promieniowania gamma, przy czym w laboratorium gliwickim jako zasadę przyjęto również wykonywanie pomiarów promieniowania  $\gamma$  *in situ* we wszystkich możliwych przypadkach. Wkład promieniowania alfa do dawki rocznej nie uwzględniany w pomiarach wykonywanych w laboratorium lubelskim; w pozostałych laboratoriach jest on uwzględniany, jednak w nieco różny sposób, przy czym wyraźnie różne są oceny wkładu tego promieniowania w pomiarach wykonywanych w Gdyni i w Gliwicach.

Tabela 4

Porównanie zakresu badań i wydajności

Zakres badań	Lublin	Gdynia	Gliwice	W-wa
1. Datowane materiały				
osady klastyczne	+	+	+	+
ceramika	+	+	+	-
nacieki	-	-	+	-
konkrecje CaCO <sub>3</sub>	+	-	-	-
krzemienie (przeżalone)	-	-	+	-
2. Dostępność	P	P	P	P
3. Przeciętna wydajność (1988)	250	200	45	60
4. Liczba wydatowanych próbek	1800	1000	250	300
5. Przedział wiekowy [kyr]	4-900	6-900	0-700	10-1400

W Tabeli 4 zestawione zostały informacje o zakresie badań oraz podsumowanie dotychczasowej pracy poszczególnych laboratoriów w postaci liczby wykonanych datowań. Wszystkie objęte porównaniem laboratoria deklarują powszechną dostępność usług w zakresie datowania metodą TL. Zakres prowadzonych badań jest nieco różny; wszystkie laboratoria prowadzi

datowanie osadów klastycznych oraz (z wyjątkiem warszawskiego) datowanie ceramiki. Jedynie w laboratorium gliwickim prowadzone są datowania nacieków jaskiniowych (por. Hercman et al, 1987; Bluszcz et al, 1988) oraz przepalonych krzemieni (Guzek, 1989); datowanie konkrecji węglanowych wykonywane jest jedynie w laboratorium lubelskim. Wydajność laboratoriów gliwickiego i warszawskiego jest zbliżona i wynosi ok. 50 datowań rocznie, wydajność pozostałych dwóch laboratoriów jest ok. 4-5 razy większa.

#### PROPOZYCJA PROGRAMU MIĘDZYLABORATORYJNEGO PORÓWNIANIA DOKŁADNOŚCI DATOWAŃ TL

Przeprowadzony w latach 1984-1985 program porównania datowań TL profilu w Odonowie z udziałem trzech laboratoriów (warszawskiego, lubelskiego i gliwickiego) wymaga kontynuacji. Istotną cechą tego programu była możliwość porównania wyników badań, to znaczy wartości wieku TL, wyznaczonych przez poszczególne laboratoria, z przewidywaniami geologicznymi wynikającymi z opisów datowanego profilu oraz korelacji chronostratygraficznych dokonanych przez różnych autorów. Wskutek tego dyskusja nad wynikami uzyskanymi w tym programie badawczym w naturalny sposób została zdominowana przez problem zgodności (lub niezgodności) dat TL z poglądami chronostratygraficznymi poszczególnych badaczy czy też szkół, i można z pewnym uproszczeniem stwierdzić, że uzyskano efekt zamkniętego koła, w którym brakło miejsca na ocenę dokładności i poprawności poszczególnych elementów procesu pomiarowego składającego się na oznaczenie wieku próbki osadu metodą TL.

Biorąc pod uwagę powyższe zastrzeżenia proponowany obecnie na lata 1989-1991 program międzylaboratoryjnych badań porównawczych obejmuje trzy zasadnicze etapy:

- I. wyznaczenie mocy dawki (dawki rocznej)  $D_r$
- II. wyznaczenie dawki geologicznej ED
- III. wyznaczenie wieku TL.

W każdym z etapów badania laboratoryjne powinny być wykonywane na innym zestawie próbek, nieznanymi dla laboratorium. Próbki przekazane do badań w poszczególnych laboratoriach powinny być zakodowane i poddane wcześniejszej homogenizacji. Nie powinny one natomiast mieć określonego kontekstu geologicznego; w zasadzie byłoby pożądane aby próbki do badań w etapach I i II były spreparowane sztucznie. Liczba próbek przeznaczonych do badań w każdym z etapów wymienionych wyżej winna wynosić ok. 5-6. Szczegółowe propozycje rozwiązań technicznych i organizacyjnych zawiera zamieszczony niżej Projekt Regulaminu.

**PROGRAM MIĘDZYLABORATORYJNEGO PORÓWNIANIA WYNIKÓW  
DATOWANIA METODĄ TL  
PROJEKT REGULAMINU**

**A. Założenia podstawowe**

1. Celem programu porównania wyników pomiarów TL w laboratoriach krajowych jest uzyskanie rzetelnej i istotnej statystycznie informacji o rzeczywistej dokładności pomiarów fizycznych zawartych w procesie datowania TL oraz określenie liczbowe skali rozbieżności międzylaboratoryjnych.

2. Wyniki programu będą dostępne dla wszystkich uczestników badań po zakończeniu całości prac laboratoryjnych i sposób ich dalszego wykorzystania będzie dowolny, z zastrzeżeniem przedstawienia całości na plenarnym posiedzeniu Komitetu Badań Czwartorzędu PAN i opublikowania w "Sprawozdaniach KBCzw".

3. Badania laboratoryjne wykonywane będą na próbach zakodowanych; uczestnicy programu zobowiązują się do nie ujawniania swoich wyników innym laboratoriom i osobom trzecim.

4. Nadzór nad całością programu sprawuje Komitet Badań Czwartorzędu PAN poprzez Przewodniczącego i Sekretarza Komitetu, którzy zobowiązują się do nie ujawniania posiadanych informacji o poborze i rozdziale próbek.

5. Badania laboratoryjne są częściowo dofinansowywane przez Komitet Badań Czwartorzędu PAN, który w całości pokrywa koszty organizacji programu, w tym koszty przygotowania i dystrybucji próbek.

**B. Organizacja programu**

1. Próbki zostaną pobrane w terenie przez zespół 2-3 osób spoza grona uczestników porównania.

2. Próbki zostaną na miejscu poddane homogenizacji i podzielone na identyczne porcje (w tym jedna archiwalna).

3. Próbki w każdej z wymienionych grup zostaną opakowane w identyczny sposób i opatrzone sygnaturami.

4. Protokół z pobrania i podziału próbek, zawierający wykaz próbek wraz z odpowiadającymi im sygnaturami (w 2 egz.) zostanie umieszczony w zabezpieczonej kopercie i zdeponowany u Przewodniczącego lub Sekretarza Badań Czwartorzędu PAN.

5. Przewodniczący lub Sekretarz Komitetu Badań Czwartorzędu dokona rozdziału próbek między uczestników programu porównawczego.

6. Raporty z wynikami badań w formie ujednocnionej zostaną przesłane w 2 egz. na ręce Przewodniczącego lub Sekretarza Komitetu Badań Czwartorzędu w uzgodnionym terminie.

7. Po otrzymaniu wszystkich raportów Przewodniczący lub Sekretarz Komitetu Badań Czwartorzędu prześle 1 egzemplarz protokołu i po jednym egzemplarzu raportu do dyspozycji Sekcji Chronologii i Datowania Bezwzględnej w celu sporządzenia odpowiedniej liczby kopii i rozesłania do uczestników programu.

Upracowanie wykonano w programie CPBP 03.13.

## LITERATURA

- Baraniecka M. D., 1989, Przykłady zgodności datowań osadów czwartorzędowych z kopalni Bełchatów; Zesz. Nauk. Politechniki Śląskiej, Seria. Mat.-Fiz., Z. xx, Geochronometria Nr 6.
- Bluszcz A., 1987, Sprawozdanie z datowania termoluminescencyjnego próbek lessu z Odonowa; Sprawozdania z Badań Naukowych KBCzW PAN, Nr VII, s. 8-9.
- Bluszcz A., 1989, Wyniki datowania TL profilu lessowego w Odonowie w Laboratorium TL w Gliwicach; Zesz. Nauk. Pol. Śl., Seria Mat.-Fiz., Z. 57, Geochronometria Nr 5, s. 91-103.
- Bluszcz A., M. F. Pazdur, 1985, O wieku "piasków z Fromborka". Przyczynek do dyskusji nad przydatnością metody TL w chronostratygrafii czwartorzędu; Przegląd Geologiczny, Nr 8.
- Butrym J., 1987, Wiek TL lessów z profilu w Odonowie k/Kazimierzy Wielkiej; Sprawozdania z Badań Naukowych KBCzW PAN, Nr VII, s. 10-15.
- Guzek J., 1989, Datowanie paleolitycznych narzędzi krzemienych metodą termoluminescencyjną; Zesz. Nauk. Politechniki Śląskiej, Ser. Mat.-Fiz., Z. xx, Geochronometria Nr 6.
- Hercman H., Pazdur M. F., Wysoczański-Minkowicz T., 1987, Reconstruction of climatic changes of the Tatra Mts (S. Poland) based on datings of deposits from selected caves; t. 21. p. 59-75.
- Pazdur M. F., Bluszcz A., 1987, Wykorzystanie chronometrii termoluminescencyjnej w chronostratygrafii czwartorzędu, Część I; Przegląd Geologiczny, Nr 11, s. 566-570.
- Pazdur M. F., Bluszcz A., 1987, Wykorzystanie chronometrii termoluminescencyjnej w chronostratygrafii czwartorzędu, Część II; Przegląd Geologiczny, Nr 12, s. 624-628.
- Prószyńska-Bordas H., Bluszcz A., 1987, TL dating of the loess profile at Odonów (Poland) - The interlaboratory comparison of dating techniques; Fifth Specialist Seminar on TL and ESR Dating. Abstracts, No. 59.
- Prószyńska-Bordas H., Stańska-Prószyńska W., Prószyński M., 1987, Termoluminescencyjne wskaźniki wieku lessów i gleb kopalnych z przekroju w Odonowie (metoda i wyniki laboratorium warszawskiego); Sprawozdania z Badań Naukowych KBCzW PAN, Nr VII, s. 16-30.
- Stankowska A., Stankowski W., 1987,  $^{14}\text{C}$  and TL datings of Neopleistocene sites in the Konin region; Zesz. Nauk. Politechniki Śląskiej, Ser. Mat.-Fiz., Z. 56, Geochronometria Nr 4, s. 85-92.
- Stankowski W., 1989, Wiarygodność datowań neoplejstocenu metodą TL na przykładzie okolic Konina; Zesz. Nauk. Politechniki Śląskiej, Ser. Mat.-Fiz., Z. xx, Geochronometria Nr 6.

Wpłynęło do Redakcji: 24 marca 1989 r.



## COMPARISON OF METHODS USED IN TL DATING OF SEDIMENTS

### Summary

In Poland there are four laboratories which systematically perform TL datings of Quaternary sediment samples. The paper presents comparison of fundamental technical data and physical parameters of laboratory methods used in TL dating laboratories in Lublin, Gdynia, Gliwice and Warszawa. The project devoted to detailed comparison of results of all stages of TL dating is also described.

## СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДАТИРОВАНИИ МЕТОДОМ ТЛ ОСАДКОВ

### Резюме

В Польше работают четыре лаборатории которые систематически проводят определения возраста образцов четвертичных отложений методом термолюминесценции. В статье приведено сравнение технических и физических параметров характеризующих методику определения термолюминисцентного возраста, применяемую в лабораториях в Лублине, Гдыни, Гливице и в Варшаве. Представлено проект междулабораторной проверки всех лабораторных факторов влияющих на результаты определения возраста методом ТЛ.