

## REKORD ŚWIATA PRZEDSTAWIA JEGO AUTOR

### 24-wyrazowy postęp arytmetyczny liczb pierwszych

W kwietniu 2004 roku Ben Green i Terence Tao udowodnili, że istnieją dowolnie długie postępy arytmetyczne złożone z liczb pierwszych. W owym czasie najdłuższy znany postęp arytmetyczny liczb pierwszych miał 22 wyrazy (rekord ten został ustanowiony w roku 1993).

Dowód twierdzenia Greena-Tao jest niekonstruktywny, tzn. w żaden sposób nie pomaga w znalezieniu konkretnych przykładów.

W lipcu 2004 roku Markus Frind, Paul Jobling i Paul Underwood znaleźli postęp arytmetyczny liczb pierwszych mający 23 wyrazy.

Mając do dyspozycji 75 komputerów (w tym 30 komputerów 64-bitowych, około 10-krotnie szybciej wykonujących mój program niż komputery 32-bitowe) w pracowniach studenckich Instytutu Matematycznego Uniwersytetu Wrocławskiego, 11 stycznia 2007 r. rozpocząłem poszukiwanie 24-wyrazowego postępu arytmetycznego liczb pierwszych. Z moich oszacowań

wynikało, że szansa znalezienia takiego ciągu po kilku miesiącach poszukiwań jest na tyle duża, że warto spróbować.

Jakież było moje zaskoczenie, gdy już po tygodniu (18 stycznia) pojawił się upragniony przykład:

$$a_n = 468395662504823 + 205619 \cdot 23\# \cdot n$$

dla  $n = 0, 1, 2, \dots, 23$ , gdzie

$$23\# = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 13 \cdot 17 \cdot 19 \cdot 23 = 223092870.$$

Największy wyraz postępu  $a_{23} = 1523454717745013$  ma 16 cyfr.

Jak dotąd, jest to jedyny znany 24-wyrazowy postęp arytmetyczny złożony z liczb pierwszych.

Zainteresowanych śledzeniem rezultatów związanych z postęпами arytmetycznymi liczb pierwszych odsyłam na stronę

<http://hjem.get2net.dk/jka/math/aprecords.htm>

*Jarosław WRÓBLEWSKI*

### Próbkowanie grawitacji

W kwietniu 2004 roku rakieta amerykańskiej agencji kosmicznej NASA wyniosła na orbitę biegunową o wysokości około 650 km satelitę „Gravity Probe B”. Celem jego misji była doświadczalna weryfikacja ogólnej teorii względności (OTW), obecnie najlepszej znanej teorii grawitacji, oraz przetestowanie jej wobec kilku konkurencyjnych teorii grawitacji. Satelita GR-B miał za zadanie sprawdzić dwa przewidywania OTW: tzw. efekt geodezyjny i efekt Lense-Thirringa.

Obydwa badane efekty nie występują w teorii grawitacji Newtona. Bez wchodzenia w matematyczne szczegóły można powiedzieć, że oba polegają na zmianie kierunku wirowania żyroskopu podczas swobodnego obiegania Ziemi po orbicie.

Z podstawowego kursu fizyki wiemy, że żyroskop to urządzenie, które zachowuje równoległą oś obrotu pomimo prób jej zmiany. Wydaje się więc, że kiedy satelita obiega Ziemię, swobodnie wirujące żyroskopy powinny pokazywać stale ten sam kierunek. Okazuje się jednak, że przy każdym obiegu ich oś obrotu będzie ulegać niewielkim zmianom.

Efekt geodezyjny jest silniejszy i występuje dla każdego ciężkiego ciała. Oś wirowania żyroskopu orbitującego wokół tego ciała doznaje powolnego skreślenia w płaszczyźnie jego orbity. Jest to związane z zakrzywieniem geometrii wokół tego ciała.

Efekt Lense-Thirringa jest subtelniejszy i dużo słabszy. Spowodowany jest ruchem obrotowym Ziemi: według OTW pole grawitacyjne jakiegoś ciała zależy nie tylko od masy, ale i od ciśnienia oraz przepływów materii

wewnątrz tego ciała. W związku z tym obracająca się Ziemia, w której materia wiruje jako całość, wytwarza nieco inne pole grawitacyjne, niż wytwarzałyby Ziemia spoczywająca. Ta niewielka różnica powoduje m.in. skreślenie osi obrotu żyroskopu w kierunku obrotu Ziemi. Z uwagi na analogię z działaniem pola magnetycznego, wytwarzanego przez poruszające się ładunki, zjawisko nazywa się też efektem grawimagnetycznym.

Zauważmy, że dla satelity na orbicie biegunowej kierunki skreśleń pochodzących od obu efektów są prostopadłe, w związku z tym łatwo je rozróżnić. Oba są niezwykle słabe: efekt geodezyjny to 6,6 sekund na rok, efekt grawimagnetyczny to 0,041 sekundy na rok. Aby uzyskać pożądaną wysoką dokładność pomiaru, cztery żyroskopy na pokładzie GR-B izolowane były dokładnie od wpływów otoczenia, utrzymywane były w temperaturze około 2 K, a oś ich obrotu była odczytywana poprzez badanie pola magnetycznego wytwarzanego przez ich nadprzewodzącą powłokę. Satelita wyposażony jest też w teleskop nakierowany stale na gwiazdę IM Pegasi w celu dostarczenia układu odniesienia.

Etap zbierania danych zakończył się w lutym 2006 roku. Na kwietniowym zjeździe Amerykańskiego Towarzystwa Fizycznego ogłoszono pierwsze, jeszcze niepełne wyniki. Zaobserwowano efekt geodezyjny zgodny z przewidywaniami z dokładnością 1%, zaś efekt Lense-Thirringa jest na razie mniejszy od wartości błędu systematycznego. To powinno jednak zmienić się wraz z dokładniejszą analizą danych. Pełne wyniki obiecane za około 8 miesięcy.

*Mikołaj KORZYŃSKI*