

Nr rejestracyjny: 2015/18/M/ST9/00541; Kierownik projektu: dr hab. Agata Ró a ska

Obserwacje Kosmosu w dziedzinie rentgenowskiej to najbardziej kosztowna działka współczesnej astrofizyki. Fotony w zakresie energii od 0,1 do 100 keV są całkowicie pochłaniane przez naszą atmosferę, więc aby spojrzeć na niebo w promieniach X, musimy zbudować teleskop satelitarny i wystrzelić go w przestrzeń kosmiczną. Z tego właśnie powodu astronomia rentgenowska miała szansę rozwinąć się dopiero w drugiej połowie XX wieku, kiedy nauczyli się wystrzelić detektory promieni wysokiej energii ponad warstwy atmosfery. W praktyce budowa teleskopu rentgenowskiego od momentu zaproponowania koncepcji naukowej do startu rakiety trwa około 15 lat.

Przy obecnym rozwoju technologii najlepiej radzimy sobie z promieniowaniem z widzialnego przedziału od 0,1 do 10 keV. Dla fotonów o tej energii potrafimy określić kierunek z jakiego do nas dochodzi i moment ich nadejścia z największą dokładnością. W listopadzie 2013 roku projekt nowego teleskopu rentgenowskiego ATHENA (z ang. the Advanced Telescope for High ENergy Astrophysics) uzyskał poparcie Europejskiej Agencji Kosmicznej z planowaną datą wyniesienia w 2028 roku. Teleskop ATHENA będzie wyposażony w najnowocześniejsze lustro rentgenowskie nachylone w taki sposób, by fotony rentgenowskie "złizgały się" (odbijały pod małym kątem) po jego powierzchni. Dodatkowo, jak nigdy wcześniej, lustro będzie wyposażone w mikroskopijne kanaliki, które pomogą skupić padający sygnał. W projektowaniu i budowie teleskopu bierze udział polski naukowiec i polskie instytucje badawcze.

ATHENA będzie wyposażona w dwa detektory, które w zależności od potrzeb obserwacyjnych będą umieszczane w ognisku teleskopu. Każdy z nich to w zasadzie odpowiednik matrycy CCD znanej z aparatów fotograficznych, złożony z wielu miniaturowych pikseli.

X-IFU (z ang. X-ray Integral Field Unit) to bardzo nowatorski detektor, w którym pojedynczy piksel mierzy niesłyszalne małe, rzędu milikelwinów, różnice temperatur wywołane wysokoenergetycznym fotonem rentgenowskim, który do niego wpada. Zmierzy on energię fotonów z nieosiągalną dokładnością. Drugi detektor, WFI (z ang. Wide Field Imager) zbudowany będzie z konwencjonalnych pikseli krzemowych, ale za to z nowoczesną elektroniką zapewniającą błyskawiczny odczyt sygnału. Opisana powyżej kombinacja instrumentów pozwala na sformułowanie zadań badawczych, które według ekspertów Europejskiej Agencji Kosmicznej są najważniejsze z punktu widzenia współczesnej astrofizyki.

Dzięki obserwacjom rentgenowskim uczeni potrafią ocenić temperaturę, gęstość oraz masę gorącego gazu w danym obszarze nieba. Czasami udaje się wyznaczyć prędkość, z jaką porusza się materia oraz jej odległość od obserwatora. Te parametry fizyczne powiązane z czasem obserwacji dostarczają podstawowych informacji o morfologii i ewolucji obserwowanych obiektów, a co za tym idzie, związane z nimi chłodniejszej, widzialnej części gazu. Dzięki przyszłym obserwacjom ATHENY dowiemy się więcej o dynamice i rozkładzie materii we Wszechświecie, zrozumiemy, jak rosną supermasywne czarne dziury i jak gorący gaz stabilizuje gromady galaktyk. Zbadamy dokładniej, bardzo istotny z astrofizycznego punktu widzenia, proces opadania materii na supermasywne czarne dziury, a w szczególności jego związek z procesem wypływu gorącego gazu z aktywnych jąder galaktyk (z ang. galaxy feedback).

Promieniowanie rentgenowskie ma na tyle krótkie długości fali, że głęboko wnika w strukturę atomów. W oddziaływaniu z materią produkuje liczne linie emisyjne lub absorpcyjne pochodzące z jonizacji atomów pierwiastków ciężkich. Dzięki tym liniom możemy precyzyjnie zbadać zawartość pierwiastków oraz ich chemiczną ewolucję w obiektach astrofizycznych. ATHENA będzie obserwowała linie wielokrotnie zjonizowanego tlenu, węgla, magnezu i innych "metali" aż do elaza, z największą jak dotąd precyzją. Oprócz możliwości obserwacji dalekiego Wszechświata ATHENA znakomicie będzie się nadawała do badania obiektów bliższych. Planuje się zatem "zrobić rentgenowskie" centrum naszej Galaktyki, rentgenowskich układów podwójnych oraz zjonizowanych wiatrów w koronach gorących gwiazd.

Celem niniejszego projektu udział polskich naukowców w naukowym rozwoju satelity ATHENA. Będziemy wykonywać liczne symulacje sygnału rentgenowskiego rejestrowanego przez detektory ATHENY.

Policzymy, jak promieniuje gorący gaz wypływający z aktywnego jądra, dysk akrecyjny odbijający promieniowanie rentgenowskie z korony, oraz gorąca atmosfera gwiazdy neutronowej. Będziemy rozwijać nowe teorie dotyczące powyższych zagadnień, tak aby dokładniej zinterpretować przyszłe wyniki misji ATHENA. To olbrzymia szansa dla polskich naukowców na zdobycie poważnej roli decyzyjnej przy planowaniu obserwacji oraz bezpośredniego dostępu do ich wyników.

Polscy inżynierowie od lat budują elementy satelitarnych instrumentów astronomicznych. Wysoka ocena ekspertyzy środowiska naukowego i technicznego spowodowała, że zostaliśmy zaproszeni przez naukowców z Instytutu Maxa Plancka do prac nad przygotowaniem detektora WFI satelity ATHENA. W ramach niniejszego projektu planujemy prace nad projektowaniem i testowaniem systemu wymiany filtrów w detektorze WFI. Działalność ta jest konieczna w obecnej fazie pracy nad konstrukcją satelity, zwanej profesjonalnie fazą „definicji i oceny”. W wyniku pracy inżynierów z Centrum Badań Kosmicznych zdefiniujemy i zbadamy możliwość elementu, który w 2028 pomoże obserwować Wszechświat w rentgenowskiej dziedzinie widma.