



***Recenzja rozprawy doktorskiej
zatytułowanej
„Formation and evolution of stellar populations based on the red passive
galaxies observed up to the redshift $z \sim 1$ ”
autorstwa pani mgr Małgorzaty Siudek***

Uwagi ogólne dotyczące pracy doktorskiej

Praca doktorska jest obszerna - liczy 173 strony numerowane oraz zawiera dziesięć stron dodatkowych, czyli tytułową, streszczenie, spis treści, spis tabel oraz ilustracji. Praca napisana jest w języku angielskim, w przeważającej części w pierwszej formie osobowej. Układ pracy jest przejrzysty, stylistyka – poprawna, a szata graficzna - na dobrym poziomie.

Praca została napisana pod opieką profesora Lecha Mankiewicza oraz doktor Katarzyny Małek (promotor pomocniczy). Praca składa się z wprowadzenia, czterech rozdziałów zasadniczych oraz podsumowania, bibliografii i dodatku, w którym umieszczono opis często używanych skrótów.

W Streszczeniu podany jest cel pracy oraz opisana w skrócie charakterystyka rozprawy.

W obszernym, trzyczęściowym Wstępie opisana jest obecna wiedza astrofizyczna z zakresu formowania się i ewolucji gwiazd, powstawania galaktyk i struktur we Wszechświecie.

Dalej, w Rozdziale pierwszym, przedstawiono szczególną grupę tzw. czerwonych pasywnych galaktyk (ang. red passive galaxies, RPG – *ten skrót będą stosował w dalszej części recenzji*). Na końcu podano podstawowe charakterystyki przeglądów SDSS i VIPERS, które dostarczają obiektów do badań dla - odpowiednio, „bliskiego” ($0.15 < z < 0.25$) i „dalekiego” ($0.4 < z < 1$) - Wszechświata.

W Rozdziale drugim opisana jest próbka RPG. Tutaj Doktorantka podaje bardzo precyzyjnie sposoby fotometrycznej selekcji obiektów, które następnie szczegółowo analizuje w dalszych częściach rozprawy.

W Rozdziale trzecim analizie poddane są widma optyczne dla uprzednio wybranych kilku tysięcy kandydatów. Opisany jest sposób „dodawania widm” oraz mierzenia parametrów charakterystycznych (tj. skoku na 4000 \AA oraz szerokości linii $H\delta$) struktur w tak otrzymanych „średnich” widmach. Podkreślone tu również zostaje znaczenie problematyczności jednoznacznego określania wieku populacji gwiazdowych w wyniku tzw. degeneracji wiek-metaliczność.

Rozdział piąty zawiera wyniki otrzymanych analiz oraz porównanie ich z podobnymi przedstawionymi już wcześniej przez innych autorów. Rozdział piąty zawiera bardzo ciekawe wielozakresowe (12 pasm, od podczerwieni po ultrafiolet) fotometryczne analizy kilkudziesięciu tysięcy galaktyk, dla których dane jest spektroskopowe przesunięcie ku czerwieni. W wyniku badań



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Doktorantka wyselekcjonowała dwanaście jednorodnych klas galaktyk.

W czterostronicowym podsumowaniu p. Małgorzata Siudek opisuje najważniejsze wyniki, które uzyskała podczas badań ewolucji galaktyk.

Spis publikacji jest imponujący - liczy aż 533 pozycje.

W Dodatku podano opis 20 często używanych w rozprawie skrótów.

Problematyka pracy doktorskiej

Doktorantka postawiła sobie zadanie: - zbadania ewolucji kosmologicznej tzw. czerwonych pasywnych galaktyk (RPG) w bardzo szerokim przedziale przesunięcia ku czerwieni (od $z \sim 0$ do $z \sim 1$) - oraz analizy tej jednorodnej grupy obiektów na tle innych typów galaktyk. Badanie formowania się galaktyk jest jedną z ważniejszych (i „modnych”) dziedzin współczesnej astrofizyki. Swoje badania Doktorantka oparła na bardzo licznych próbkach obiektów pochodzących z przeglądów VIPERS i SDSS. Parametry, które analizowała, pochodziły z wielozakresowej fotometrii w zakresie podczerwonym, optycznym i ultrafioletowym oraz spektroskopii optycznej. Pierwszą część wyników swoich badań p. Siudek opublikowała już w pracy Siudek, i in. 2017 (A&A, 597, 107), natomiast druga - czeka na publikację (Siudek, i in., 2017, praca w przygotowaniu). Rezultaty badań RPG Doktorantki potwierdziły wcześniejsze osiągnięcia innych autorów, jednak są one dokładniejsze, oparte na dużo większej (pod względem liczebności i wziętych pod uwagę parametrów) próbce oraz obejmują bardzo szeroki zakres przesunięcia ku czerwieni $0.15 < z < 1$. Istotnym wynikiem jest otrzymanie znacząco różnych przedziałów czasowych na formowanie się zasadniczej populacji gwiazd w galaktykach RPG o różnej masie. Masywne galaktyki typu RPG tworzą gwiazdy zasadniczo wcześniej (na $z \sim 1.7$), zaś mniej masywne RPG - później (na $z \sim 1$). Druga, bardzo ciekawa część pracy, dotyczy opracowania przez Doktorantkę nowatorskiej metody klasyfikacji galaktyk. Jest ona oparta na jasnościach absolutnych galaktyk (w 12 barwach/kolorach) i ich widmach optycznych. W wyniku analizy wielu tysięcy obiektów z przeglądu VIPERS (dla $0.4 < z < 1$) oraz przy zastosowaniu wyrafinowanych narzędzi statystycznej analizy danych Doktorantka podzieliła galaktyki na 12 wyraźnie rozseparowanych klas: 4 klasy obiektów typu RPG (galaktyki czerwone), 3 klasy dla obiektów pośrednich (galaktyki zielone), 4 klasy dla obiektów aktywnych gwiazdotwórczo (galaktyki niebieskie) oraz 1 klasa obiektów aktywnych centralnie (galaktyki o szerokich liniach emisyjnych, kwazary). To znaczące osiągnięcie, stanowiące bazę do szeregu dalszych analiz.

Obserwatorium

Astronomiczne

Ocena pracy doktorskiej

Zgodnie z „Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki” recenzent powinien ocenić czy przedstawiona rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz czy kandydat wykazuje teoretyczną wiedzę w danej dyscyplinie i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Pani Małgorzata Siudek wybrała jako przedmiot swojej analizy i pracy badawczej ciekawe zagadnienie, dobrze zdefiniowała problem naukowy, dobrze przemyślała strategię jego rozwiązania i użyła dla osiągnięcia stawianego sobie celu odpowiednich narzędzi. Świadczy to o Jej dużych kompetencjach naukowych i samodzielności. Dodam, że praca Siudek i in., pt. *The VIMOS Public Extragalactic Redshift Survey (VIPERS). Star formation*

ul. Orla 171

PL 30-244 Kraków

tel. +48(12) 623-86-20

fax +48(12) 425-13-18

<http://www.oi.uj.edu.pl>

history of passive red galaxies, która wyszła drukiem w bieżącym roku posiada już 5 cytowań (wg bazy ADS z dnia 18.06.2017r.).

Uważam więc, że wymogi w. w. Ustawy zostały przez p. Małgorzatę Siudek spełnione.



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Obserwatorium

Astronomiczne

Uwagi krytyczne

Oprócz powyższych pozytywnych stwierdzeń mam również kilka uwag krytycznych. Niestety Doktorantka nie ustrzegła się w pracy drobnych nieścisłości i nieprecyzyjnych sformułowań, które nie wpływają na wartość naukowo-merytoryczną rozprawy. Poniżej, z recenzenckiego obowiązku, wymieniam niektóre z nich:

Uwagi merytoryczne wymienione w kolejności występowania w rozprawie:

- we Wprowadzeniu Autorka wymienia następujące składniki galaktyk: gwiazdy, pozostałości gwiazdowe, gaz, pył i ciemną materię; zapomina o promieniowaniu kosmicznym i polu magnetycznym.

-* wymieniając typy galaktyk p. Siudek nie wspomina o wszystkich. Pomięła np. galaktyki nieregularne i galaktyki o niskiej jasności powierzchniowej (ang. low surface brightness, LSB).

- zakres parametru „m” w przypisach na str. 23 jest nieprawidłowo podany.

-* brak definicji promienia efektywnego (ang. effective radius) R_e . Na str. 35 pojawiają się oznaczenia R_e i r_e . Czy chodzi o tę samą wielkość?

-* nie wyjaśniono co to jest jasność i_{AB} (i'_{AB}).

-* w kilku miejscach pojawia się tzw. „poprawka k”. Nie jest ona jasno zdefiniowana.

- na str. 56 jest mowa o 36 062 analizowanych galaktykach, zaś na Rys. 4.4 zaznaczonych jest tylko 36 057 galaktyk. Co stało się z pięcioma galaktykami? Proszę też sprawdzić liczby podane na Rys. 4.5 i Rys. 4.4 (dolny środkowy panel).

-* Autorka wspomina o analizie w szerokim zakresie przesunięcia ku czerwieni od $z \sim 0$ do $z \sim 1$. W tym zakresie jest jednak nieciągłość dla $0.25 < z < 0.4$. Byłoby dobrze, by dwa (lub więcej) przeglądów zająłoby się tak, by można było sprawdzić kalibrację różnych parametrów pomiędzy różnymi przeglądami. Autorka wspomina o takich problemach (równoległe przesunięcie danych SDSS w stosunku do VIPERS), które są widoczne na Rys.10.2.

-* mam poważne wątpliwości w przypadku dodawania (ang. stacking) widm galaktyk i sposobu ich normalizacji. Na str. 69 podano, że normalizacja miała miejsce w przedziale 4010 - 4600 Å. Pod Rys. 5.3 i 5.4 jest inny zakres (tylko do 4200 Å). Podobne przeoczenie istnieje również w opublikowanej pracy Siudek i in. 2017. Czy normalizacja prowadzona tylko w pobliżu tych

ul. Orła 171

PL 30-244 Kraków

tel. +48(12) 623-86-20

fax +48(12) 425-13-18

<http://www.oa.uj.edu.pl>

dwóch pasm nie zaburza analizy innych pasm/linii występujących w innych miejscach, np. linii H_{β} i [OIII] w klasie czwartej galaktyk czerwonych (Rozdział piąty)? Dlaczego nie dodawano widm SDSS?

- nazwanie dwunastej klasy galaktyk „AGN” jest niezbyt fortunne. Niektóre radiogalaktyki, które są AGNami posiadają w widmach optycznych tylko pasma absorpcyjne. Tę klasę lepiej nazwać kwazarami albo, jak czyni to Autorka w Tabeli 12.1 „broad line AGNs”.

Uwagi edytorskie i inne:

- słowo dysk pisane jest czasami jako „disk” (np. na str. 3), a czasami „disc” (np. na str. 4).

- czasami Autorka używa zbyt żargonowego języka. Pisze np. na str. 6 o „... real zoo of different cosmic objects”. Może zamiast „zoo” można było napisać „diversity”.

- w wymiarze stałej Hubble'a pojawia się dodatkowe i niepotrzebne oznaczenie „m”.

- referencje do prac pisanych przez wielkie zespoły są podawane niepoprawnie, np. „Planck Collaboration et al. 2016b” na str. 6 i dalszych. Niepotrzebnie podaje się tutaj „et al.”. Sugeruje to, że prócz członków Planck Collaboration, w pracy uczestniczą jeszcze inni autorzy, nie należący do tego zespołu.

- na reprodukcjach niektórych ilustracji pozostały zbędne szczegóły, których znaczenie nie zostało wyjaśnione (np. na Rys. 1.9 pojawia się oznaczenie „(4)”, ponadto nie jest wyjaśnione czym jest obszar zaznaczony szarym kolorem).

- czasami, pomimo już wcześniej zdefiniowanego skrótu Autorka stosuje pełną nazwę (np. na str. 30 „Red passive galaxies are ...” zamiast „RPG are ...”). Z drugiej strony, niektóre skróty nie są zdefiniowane, np. na str. 33 występuje „PDR1”.

- w Tabeli 2.1 błędnie podano zakres dla filtru NUV.

- u góry str. 40 mowa jest o dwunastu widmach SDSS przedstawionych na Rys. 3.2., podczas gdy Rys. 3.2 przedstawia tylko sześć widm.

- w przypisie do Rys. 3.5 stopnie powinny być zapisane jako „^o”, a nie „⁰”.

-* jak wspomniałem wcześniej, spis publikacji liczy 533 pozycje i jest zawarty na 25 stronach. Licząc, że Doktorantka czytała średnio jedną pozycję w ciągu doby, musiała na zapoznanie się z literaturą poświęcić aż półtora roku. W tak dużej masie referencji niektóre z nich Autorka przeoczyła, np. na str. 85 podane są Padova 1994, Padova 2000, jednak nie występują one w spisie literatury.



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Obserwatorium

Astronomiczne

ul. Orła 171

PL 30-244 Kraków

tel. +48(12) 623-86-20

fax +48(12) 425-13-18

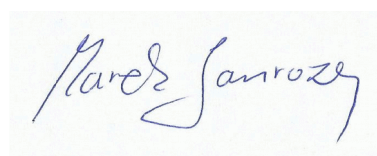
<http://www.oi.uj.edu.pl>

Proszę, by podczas publicznej obrony Doktorantka odniosła się tylko do uwag zaznaczonych *.

Podsumowanie

Przedstawiona rozprawa spełnia zwyczajowe i formalne kryteria stawiane pracy doktorskiej, a w szczególności te zawarte w art. 13. ww. Ustawy. W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie p. Małgorzaty Siudek do dalszych etapów postępowania, w tym publicznej obrony.

Ponadto stwierdzam, że rozprawa p. Małgorzaty Siudek zasługuje na wyróżnienie, którego uzasadnienie przedstawiam w odrębnym dokumencie.



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Obserwatorium

Astronomiczne

ul. Orła 171

PL 30-244 Kraków

tel. +48(12) 623-86-20

fax +48(12) 425-13-18

<http://www.oa.uj.edu.pl>