

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет фізичний
Кафедра астрофізики

Затверджено

На засіданні кафедри астрофізики
факультету фізичного
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 28 серпня 2019 р.)

Завідувач кафедри *Мещеряк*

Силабус з навчальної дисципліни

«Обробка результатів астрономічних спостережень»,
що викладається в межах ОПП (ОПН) «Астрофізика та фізика
космосу» третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для
здобувачів з спеціальності 104. Фізика та астрономія

Львів 2019 р.

**Силабус курсу «Обробка результатів астрономічних спостережень»
2019–2020 н.р.**

Назва курсу	Обробка результатів астрономічних спостережень
Адреса викладання курсу	вул. Кирила і Мефодія 8, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	фізичний факультет, кафедра астрофізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки, 104 Фізика та астрономія (спеціалізація: астрофізика та фізика космосу)
Викладачі курсу	Директор астрономічної обсерваторії, професор кафедри астрофізики, д.ф.-м.н. Новосядлий Богдан Степанович Завідувач кафедри астрофізики, д.ф.-м.н., ст. наук. Мелех Богдан Ярославович
Контактна інформація викладачів	bohdan.melekh@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через електронну пошту.
Сторінка курсу	https://physics.lnu.edu.ua/employee/melekh-bohdan-yaroslavovych
Інформація про курс	Курс розроблено таким чином, щоб ознайомити аспірантів з сучасними методами обробки результатів астрономічних фотометричних та спектроскопічних, лазерно-локаційних та радіоастрономічних спостережень, а також результатів астрономічних спостережень в X- та гамма-діапазонах електромагнітного спектру. Освоєння цих методів та їх програмних реалізацій в подальшому повинно стати для аспіранта цінним інструментом під час його роботи над розв'язанням конкретних наукових задач, в яких необхідно працювати з даними астрономічних спостережень.
Коротка анотація курсу	Дисципліна «Обробка результатів астрономічних спостережень» є вибірковою дисципліною з спеціальності <i>104 Фізика та астрономія</i> для підготовки доктора філософії з природничих наук за спеціальністю 104 Фізика та астрономія, яка викладається в IV семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). В результаті вивчення цього курсу аспірант повинен освоїти основні методики обробки результатів астрономічних фотометричних та спектроскопічних спостережень, які реалізовані у пакеті IRAF, алгоритм обробки результатів лазерно-локаційних спостережень, основні методи обробки радіоастрономічних спостережень, реалізовані у пакеті CASA, а також основи обробки результатів спостережень на космічних телескопах в X- та гамма-діапазонах електромагнітного спектру
Мета та цілі курсу	Освоєння аспірантами основних методів обробки результатів астрономічних фотометричних та спектроскопічних спостережень (набуття ним практичних навичок роботи з пакетом IRAF), лазерно-локаційних спостережень, радіоастрономічних спостережень (пакет CASA), а також астрономічних спостережень в X- та гамма-діапазонах електромагнітного спектру. Освоєння цих методів та їх програмних

	реалізацій в подальшому повинно стати для аспіранта цінним інструментом під час його роботи над розв'язанням конкретних наукових задач, в яких необхідно працювати з даними астрономічних спостережень.
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p style="text-align: center;">Базова:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вавилова І.Б., Бабик Ю.В., Добричева Д.В., Василенко А.А., Іващенко Г.Ю., Сергієнко О.М., Торбанюк О.О., Пулатова Н. Г. Астрокосмічні бази даних для досліджень мультихвильових і космологічних властивостей позагалактичних об'єктів // Космічна наука і технологія. - 2015.- Т. 21. — С. 94-107. 2. Тугай А.В. Рентгенівська астрономія. Методи отримання зображень, кривих блиску і спектрів за супутниковими спостереженнями. ВПЦ "Київський університет". - 2012. - 42с. http://www.phys.univ.kiev.ua/biblioteka/metodichni-posibniki 3. Гофманн-Велленгоф Б., Лерат К., Візер М. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування. Львів, ЛНУ ім. І. Франка. - 2006. - 450с. 4. Mishchenko M. I., Rosenbush V. K., Kiselev N. N., Lupishko D. F., Tishkovets V. P., Kaydash V. G., Belskaya I. N., Efimov Y. S., Shakhovskoy N. M. Polarimetric remote sensing of Solar System objects. - К.: Akadempriodyka. - 2010. - 291 p., UDK 520.85:523.4 BBK 22.63 http://arxiv.org/abs/1010.1171 5. Science with the Cherenkov Telescope Array, Cherenkov Telescope Array Consortium: Acharya B.S., ..., Novosyadlyj B. S., Petruk O., ... World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. – 2019. – 364 p. ISBN #9789813270091 https://doi.org/10.1142/10986 6. Press W.H., Teukolsky S.A., Vetterling W.T., Flannery B.P. Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing. Third edition. Cambridge University Press. - 2007. - 1262 p. 7. Хромов Г.С. Приемники излучения в наземной астрономии// Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, сер. Астрономия. - т. 19. - 1982. - 88 с. 8. Муров А.Н., Кушко А.Б. Методы обработки измерений. М.: Наука, 1983. 9. Гуревич М.М. Фотометрия. Теория, методы и приборы. Л.: Энергоатомиздатб 1983. 10. Витриченко Э.А. Методы исследования астрономической оптики. М.: Наука, 1980. 11. Миронов А.В. Практические основы прецизионной фотометрии и спектрофотометри . М.: ГАИШ, 2005 (http://www.astronet.ru/db/msg/1169494) 12. 1 % Photometry: End-to-end Calibration of Astronomical Telescopes and Detectors / C. Stubbs [et al.] // arXiv:astro-ph/0604285 v1. - 2006. 13. IRAF documentation. [Electronic resource]. - URL: http://iraf.noao.edu/docs/docmain.html 14. Common Astronomical Software Application. Welcome to CASA Guides. [Electronic resource]. - URL: https://casaguides.nrao.edu/index.php/Main_Page 15. CoRoT [Electronic resource]. - URL: http://www.esa.int/esaMI/COROT/index.htmlf 16. Sloan Digital Sky Surveys: Telescopes and Instruments. [Electronic

	<p>resource]. - URL: https://www.sdss.org/instruments/</p> <p>17. Sloan Digital Sky Surveys: Surveys. [Electronic resource]. - URL: https://www.sdss.org/surveys/</p> <p>18. Offline Scientific Analysis. [Electronic resource]. - URL: https://www.isdc.unige.ch/integral/workshop/DA_workshop_1/Kretschmar_OSA.pdf/</p> <p style="text-align: center;">Допоміжна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Астрономічний енциклопедичний словник / За заг. ред. І.А.Климишина та А.О.Корсунь. - Львів: ЛНУ-ГАО НАНУ, 2003. 2. Дума Д.П. Загальна астрометрія: навчальний посібник. К.: Наукова думка, 2007. 3. Агемян Т.А. Основы теории ошибок для астрономов и физиков. М.: Наука, 1972. 4. Никонов В.В. Методы исследования переменных звёзд. М.: Наука, 1971. 5. Страйжис В. Многоцветная фотометрия звёзд. Вильнюс.: Мокслас. - 1977. 6. Есепкина Н.А., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н. Радиотелескопы и радиометры. М.: Наука, 1973. 7. Tody D. IRAF in the Nineties. Astronomical Data Analysis Software and Systems II. [Electronic resource]. - URL: http://articles.adsabs.harvard.edu//full/1993ASPC...52..173T/0000173.000.html 8. Common Astronomical Software Application. CASA User Reference & Cookbook. [Electronic resource]. - URL: https://casa.nrao.edu/docs/cookbook/index.html 9. Sloan Digital Sky Surveys. Education and Public Engagement. [Electronic resource]. - URL: https://www.sdss.org/education/
Тривалість курсу	один семестр
Обсяг курсу	90 годин, з яких 48 години аудиторних занять, з них 32 годин лекцій, 16 годин практичних занять та 42 години самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <ul style="list-style-type: none"> - знати основні методики обробки результатів астрономічних фотометричних та спектроскопічних спостережень, які реалізовані у пакеті IRAF, алгоритм обробки результатів лазерно-локаційних спостережень, основні методи обробки радіоастрономічних спостережень, реалізовані у пакеті CASA, а також основи обробки результатів спостережень на космічних телескопах в X- та гамма-діапазонах електромагнітного спектру; - вміти працювати з пакетом IRAF для обробки астрономічних фотометричних та спектроскопічних спостережень, працювати з пакетами обробки результатів лазерно-локаційних спостережень, які використовуються на лазерно-локаційній станції (ЛЛС) Астрономічної обсерваторії Львівського національного університету імені Івана Франка, працювати з пакетами програм для обробки астрономічних спостережень в X- та гамма-діапазонах електромагнітного спектру.
Ключові слова	Дані астрономічних спостережень, фотометрія, спектроскопія, лазерна локація, радіоастрономія, X-діапазон, гамма-діапазон.
Формат курсу	Очний

	проведення лекцій, практичних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у табл.1
Підсумковий контроль, форма	іспит в кінці семестру усний
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін практична астрофізика, програмування в середовищі ОС Linux.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, дискусія, розв'язок задач, підготовка доповідей.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, програмний пакет IRAF, програмний пакет CASA, пакет для обробки результатів лазерно-локаційних спостережень, операційна системи Linux, проектор.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: <ul style="list-style-type: none"> • практичні/самостійні тощо: 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20 • контрольні заміри (модулі): 30% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 30 • іспит: 50% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів 50 Підсумкова максимальна кількість балів 100
Питання до екзамену	<ol style="list-style-type: none"> 1. Апертурна фотометрія. 2. Швидка фотометрія. 3. Crowded field фотометрія та PSF-функція. 4. Поверхнева фотометрія. 5. Фотометричні тести, апертурні корекції, фотометричні перетворення, класифікація об'єктів.. 6. Робота з CCD в астрономічній спектроскопії. 7. Обробка спектрів, отриманих вздовж щілини. 8. Обробка результатів Ешеле-спектроскопії. 9. Мультиволоконна спектроскопія. 10. Слоанівський цифровий огляд неба. 11. Покриття неба та роздільна здатність різних релізів в Слоанівському огляді неба. 12. Каталог зображень в Слоанівському огляді неба та робота з ним. 13. APOGEE в Слоанівському огляді неба. 14. MaNGA в Слоанівському огляді неба. 15. MARVELS в Слоанівському огляді неба. 16. Алгоритми обробки даних в Слоанівському огляді неба. 17. Структура лазерно-локаційної станції (ЛЛС). 18. Калібрування під час роботи лазерно-локаційної станції (ЛЛС), алгоритм обробки результатів спостережень, якість роботи. 19. Обробка результатів радіоастрономічних спостережень за допомогою пакету CASA: встановлення пакету програм, опис інструментів та задач. 20. Обробка результатів радіоастрономічних спостережень за допомогою пакету CASA: завантаження даних радіоспостережень, їх редагування, калібрування.

	<p>21. Обробка результатів радіоастрономічних спостережень за допомогою пакету CASA: робота з радіозображеннями.</p> <p>22. Обробка результатів радіоастрономічних спостережень за допомогою пакету CASA: особливості роботи з результатами спостереження на радіоінтерферометрах ALMA, VLA та ін.</p> <p>23. Особливості результатів спостережень на XMM-Newton, технічні ефекти, які виникають при обробці результатів спостережень та фізичні ефекти, які їх спричиняють.</p> <p>24. Основи аналізу даних супутника INTEGRAL за допомогою програмного забезпечення OSA (Offline Scientific Analysis): завантаження даних та початок аналізу.</p> <p>25. Основи аналізу даних супутника INTEGRAL за допомогою програмного забезпечення OSA (Offline Scientific Analysis): отримання зображення.</p> <p>26. Основи аналізу даних супутника INTEGRAL за допомогою програмного забезпечення OSA (Offline Scientific Analysis): отримання спектру.</p> <p>27. Основи аналізу даних супутника INTEGRAL за допомогою програмного забезпечення OSA (Offline Scientific Analysis): отримання кривої блиску.</p>
Опитування	

Таблиця 1

Схема курсу «Обробка результатів астрономічних спостережень»

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1,2	Обробка результатів фотометричних астрономічних спостережень за допомогою пакету IRAF.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год		2 тижні
3,4	Обробка результатів спектроскопічних астрономічних спостережень за допомогою пакету IRAF.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год		2 тижні
5,6	Слоанівський цифровий огляд неба.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год		2 тижні
7,8	Обробка результатів лазерно-локаційних спостережень.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год		2 тижні

9,10	Обробка результатів радіоастрономічних спостережень за допомогою пакету CASA.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год		2 тижні
11,12	Обробка результатів спостережень супутникової обсерваторії XMM-Newton.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год		2 тижні
13-16	Основи аналізу даних супутника INTEGRAL за допомогою програмного забезпечення OSA (Offline Scientific Analysis).	Лекції – 8 год, практ. заняття – 4 год, самостійна робота – 6 год		4 тижні