

Българска академия на науките
Институт по астрономия с Национална астрономическа обсерватория

7.1.2. ВЪВЕДЕНИЕ В РАДИО АНТЕНИТЕ INTRODUCTION TO RADIO ANTENNAS

(за докторанти и студенти по астрономия и астрофизика, космически и геофизични изследвания ; на английски език)

Семестриален хорариум – 30 часа лекции.

Преподавател: д-р Дейвид Принслоу - Нидерландски институт по радио астрономия,
Duration: 30 lecture hours

Lecturer: David Prinsloo, PhD - ASTRON, The Netherlands Institute of Radio Astronomy
prinsloo@astron.nl

<https://old.astron.nl/r-d-laboratory/competence-and-support-groups/radio/david-prinsloo/david-prinsloo>

Координатор в ИА с НАО: доц. д-р Камен Козарев

Course coordinator at IANA0: Assoc. Prof. Kamen Kozarev
kkozarev@astro.bas.bg, 0884230066

Анотация:

Радио астрономията е специфичен дял от астрономията, който се занимава с феномените на Вселената, наблюдавани в радио вълни с честоти между 13 kHz и 31 GHz. Радиоастрономически наблюдения са в основата на някои от големите открития на 20ти век, като например пулсарите, микровълновия фон от Големият взрив в началото на Вселената, и активните ядра на галактики. През 21ви век невероятните открития на радио астрономията продължават с първото директно изображение на черна дупка.

Основният наблюдателен уред на радио астрономията са антените. Това я различава значително от традиционната оптична астрономия. В този курс се представя историческото развитие и основните параметри на различните радио антени използвани за радио астрономия с примери от истински обсерватории. Разглеждат се специфични дизайни на антени използвани в астрономията, тяхните предимства и недостатъци, както и съвременния подход за създаване на антенни масиви. Курсът завършва с практически дизайн на високочестотен радиоастрономически антенен масив.

Този курс е основен за обучението за работа с радиотелескопа LOFAR, чиято наблюдателна станция в България е в процес на разработка. След курса студентите трябва да разбират основните понятия, зависимости и съвременни резултати по темата. Необходимите първоначални знания по темата на курса обхващат подготовката от общите университетски курсове по физика и математика.

Abstract:

Radio astronomy is a specific part of astronomy, dealing with the phenomena of the Universe, observable in radio waves with frequencies between 13 kHz and 31 GHz. Radioastronomical observations are the sources of some of the greatest discoveries of the 20th century - such as pulsars, the Cosmic Microwave Background from the early epochs of the Universe, and active galactic nuclei. During the 21st century, the great discoveries of radio astronomy continue with the first direct image of a black hole.

The main observational instrument of radio astronomy is the antenna. This makes it significantly different from traditional optical astronomy. This course presents the historical development and main parameters of the various radio antennas used in radio astronomy, with

examples from real observatories around the world. Specific antenna designs used in radio astronomy are analyzed, together with their advantages and disadvantages. The course goes in depth into the modern approach to designing and building radio antenna arrays. The course ends with a practical exercise - the design of a high-frequency radio astronomical antenna array.

This course forms the basis of the training for work with the LOFAR radio telescope and the Bulgarian LOFAR observing station, which is under development currently. After the course the students must have a solid understanding of the main definitions and terms, as well as contemporary results on the topic of radio astronomical observing antenna arrays. Prerequisites for the course are the general university-level Physics (Electromagnetism) and Mathematics (Calculus, Linear Algebra).

Конспект на курса “Въведение в радио антените”

1. Основни параметри на антените

Основни понятия и стандартни обозначения. Ранна история на развитието на антените за радио астрономия. Основни параметри на антените.

2. Принципи на работа на антените

Емисионна поляризация, принцип на работа на антените. Еквивалентни вериги, реципрочност. Уравнение на Фрийс за предаване на сигнал. Антенен фактор.

3. Основни видове антени

Антени със земна равнина, жични антени. Антени тип 'микро-стрип'. Принципи на работа, отговор, дизайни.

4. Антени за радио астрономия

Апертурни антени, рефлекторни антени. Принципи на работа, отговор, дизайни.

5. Антенни масиви

Линейни масиви, равнинни масиви. Масиви с правилно и нерегулярно разпределение на антените. Вградени елементи на масиви от антени. Принципи на работа, отговор, дизайни.

6. Дизайн на радиоастрономически антенен масив

Course Syllabus, “Introduction to Radio Antennas”

1. Fundamental Antenna Parameters

Basic terminology. Early history of radio astronomy antenna development. Main parameters of antennas.

2. Principles of Operation of Antennas

Emission polarization, Operating principle of antennas. Equivalent networks. Reciprocity. Friis Transmission Equation, antenna factor.

3. Basic Antenna Types

Antennas over a ground plane, wire antennas. Microstrip antennas, operating principle, response, designs.

4. Radio Astronomy Antennas

Aperture antennas, reflector antennas. Operating principles, response, designs.

5. Antenna Arrays

Linear arrays, planar arrays. Regular and irregular arrays. Embedded element arrays. Operating principles, response, designs.

6. Design of a Radioastronomical Antenna Array

Литература/Literature:

[1] C. Balanis, "Fundamental parameters of antennas," in Antenna theory, Hoboken, NJ: Wiley Interscience, 2005, ch. 2, pp. 27–114.

- [2] C. Balanis, "Reciprocity and reaction theorems," in *Antenna theory*, Hoboken, NJ: Wiley Interscience, 2005, ch. 3, sec. 8, pp. 144–150.
- [3] C. Balanis, "Linear Wire Antennas," in *Antenna theory*, Hoboken, NJ: Wiley Interscience, 2005, ch. 4, pp. 151–219.
- [4] C. Balanis, "Broadband dipoles and matching techniques," in *Antenna theory*, Hoboken, NJ: Wiley Interscience, 2005, ch. 9, pp. 497–543.
- [5] C. Balanis, "Horn antennas," in *Antenna theory*, Hoboken, NJ: Wiley Interscience, 2005, ch. 13, pp. 739–805.
- [6] C. Balanis, "Microstrip antennas," in *Antenna theory*, Hoboken, NJ: Wiley Interscience, 2005, ch. 14, sec. 2, pp. 816–843.
- [7] C. Balanis, "Reflector antennas," in *Antenna theory*, Hoboken, NJ: Wiley Interscience, 2005, ch. 15, sec. 4, pp. 893–934. Phase Errors
- [8] M. Teichman, Precision phase center measurements of horn antennas, *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. AP-18, No. 5, pp. 689-690, Sep. 1970.
- [9] J. Ruze, The effect of aperture errors on the antenna radiation pattern, *Nuevo Cimento Suppl.*, Vol. 9, No. 3, pp. 364-380, 1952. ©
- [10] C. Balanis, "Arrays: linear, planar, and circular," in *Antenna theory*, Hoboken, NJ: Wiley Interscience, 2005, ch. 6, pp. 283–385.