

## Пример описания дисциплины ООП

### Радиоастрономия

Лектор: д.ф.-м.н. Рудницкий Георгий Михайлович

(исполняющий обязанности заведующего отделом радиоастрономии ГАИШ МГУ)

Код курса:	
Статус:	специальный
Аудитория:	специальный
Семестр:	8 или 10
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	16 часов
Семинаров:	16 часов
Практ. занятий:	4 часа
Отчётность:	зачёт или экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6 ?
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4 ?

#### Аннотация курса

**Основная цель курса - последовательно изложить теоретические основы, результаты астрономических наблюдений в радиодиапазоне и их интерпретацию.**

Вводная лекция даёт исторический обзор возникновения и развития радиоастрономии как одной из важнейших отраслей астрономической науки.

В курсе содержатся базовые теоретические знания о механизмах генерации радиоизлучения в космических условиях: тормозной, магнитотормозной, синхротронный, плазменный.

Рассмотрены приложения теории электромагнитного излучения к интерпретации данных радиоастрономических наблюдений.

Излагаются данные исследования Солнца в радиодиапазоне на различных длинах волн, в том числе излучение спокойного Солнца и активных областей, радиовсплески, связанные с солнечными вспышками.

Представлены данные о собственном радиоизлучении планет Солнечной системы, как тепловом, так и нетепловом. Даны основы радиолокационных исследований тел Солнечной системы.

Основное внимание уделяется результатам исследований Галактики в непрерывном радиоспектре и в спектральных линиях (21 см нейтрального водорода и линии молекул), в том числе фоновому радиоизлучению Галактики и дискретным радиоисточникам (остатки вспышек сверхновых, радиопульсары, космические мазеры, «радиозвёзды»).

В разделе о внегалактической радиоастрономии рассмотрено радиоизлучение нормальных галактик, радиогалактик, квазаров, связь радиоастрономии с космологией, подсчёты радиоисточников как тесты космологической модели, микроволновое реликтовое радиоизлучение.

#### Образовательные технологии

#### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Отдельные части курса имеют электронную версию для презентации. Часть лекций проводится с мелом у доски.

Курс взаимосвязан с курсами общей и теоретической астрофизики, а также со спецкурсами «Практическая радиоастрономия», «Плазменная астрофизика» и «Астрофизика высоких энергий».

**Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего**

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, дисциплина «Радиоастрономия».

**Основные учебные пособия, обеспечивающие курс**

1. Кисляков А.Г., Разин В.А., Цейтлин Н.М. Введение в радиоастрономию. Часть I. Основы радиоастрономии. Нижний Новгород: изд-во Нижегородского университета, М.: Физматлит, 1995.
2. Краус Дж.Д. Радиоастрономия. М.: Советское радио, 1973.
3. Пахольчик А. Радиоастрофизика. М.: Мир, 1973.
4. Сборник "Галактическая и внегалактическая радиоастрономия". М.: Мир, 1976.

**Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

1. Гинзбург В.Л. Теоретическая физика и астрофизика. М.: Наука, 1975.
2. Железняков В.В. Электромагнитные волны в космической плазме (генерация и распространение). М.: Наука, 1977.
3. Каплан С.А., Пикельнер С.Б. Физика межзвездной среды. М.: Наука, 1979.
4. Бочкарев Н.Г. Основы физики межзвездной среды. М.: изд-во МГУ, 1992.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Р.Р. Вильсон «Космическое микроволновое фоновое излучение» УФН **129** (12) (1979)
2. Н.С. Кардашев «Радиовселенная» УФН **177** 553 (2007)
3. В.С. Бескин «Радиопульсары» УФН **169** 1169 (1999)
4. J.J. Condon "Radio emission from normal galaxies" Annual review of astronomy and astrophysics. **30** 575 (1992)
5. M. Elitzur "Astronomical masers" Annual review of astronomy and astrophysics. **30** 75 (1992)
6. T.S. Bastian, A.O. Benz, D.E. Gary "Radio emission from solar flares" Annual review of astronomy and astrophysics. **36** 131 (1998)
7. W. Hu, S. Dodelson "Cosmic microwave background anisotropies" Annual review of astronomy and astrophysics. **40** 171 (2002)
8. K.W. Weiler, N. Panagia, M.J. Montes, R.A. Sramek "Radio Emission from Supernovae and Gamma-Ray Bursters" Annual review of astronomy and astrophysics. **40** 387 (2002)
9. M. Güdel "Stellar radio astronomy: probing stellar atmospheres from protostars to giants" Annual review of astronomy and astrophysics. **40** 387 (2002)

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – чёткость ответов на поставленные вопросы и уровень знаний пройденного материала.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – степень посещаемости занятий, активность студентов на лекциях и семинарах.

## Программа курса по неделям освоения

**Механизмы радиоизлучения в астрофизических условиях** (1-3 недели). Тормозное излучение ионизованного газа. Магнитотормозное излучение. Синхротронное излучение. Излучение кривизны. Циклотронный мазер. Генерация радиоизлучения плазменными колебаниями. Распространение радиоволн в плазме. Показатель преломления, фазовая и групповая скорости. Вращение плоскости поляризации в замагниченной плазме. Дисперсия радиоволн. Излучение в спектральных линиях атомов и молекул. Молекулярное мазерное излучение.

**Солнце** (4-5 недели). Радиоизлучение спокойного Солнца. Тепловое излучение короны и хромосферы на разных длинах волн. Преломление радиоволн. Медленно меняющийся компонент радиоизлучения Солнца. Корональные конденсации. Типы радиоизлучения возмущённого Солнца. Радиоизлучение, связанное с солнечными вспышками. Микроволновые всплески. Генерация радиоволн потоком частиц, проходящих через корону, и ударными фронтами. Шумовые бури.

**Солнечная система** (6 неделя). Радиоизлучение Луны, теория и результаты. Радиоизлучение планет и комет. Радиолокация Луны, планет и комет. Метеорная радиоастрономия.

**Галактика** (7-12 недели). Синхротронное радиоизлучение Галактики. Данные о космических лучах в Галактике. Механизмы ускорения космических лучей. Гало Галактики. Излучение межзвёздного нейтрального водорода. Спиральная структура Галактики по наблюдениям линии 21 см. Поле скоростей газа в Галактике. Кинематический метод определения расстояний в Галактике. Поглощение в линии 21 см. Холодные водородные облака и горячая межоблачная среда.

Зоны НII. Радиоизлучение в непрерывном спектре, рекомбинационные радиолнии. Основные сведения о молекулярных спектрах. Излучение межзвёздных молекул в радиодиапазоне. Линии поглощения молекул. Гигантские молекулярные облака, их связь с комплексами звездообразования в Галактике. Молекулярные космические мазеры в областях звездообразования и в оболочках звёзд поздних спектральных классов. Механизмы образования молекул.

"Радиозвезды". Радиоизлучение звёзд ранних спектральных классов с ионизованными оболочками. Радиоизлучение при вспышках новых и сверхновых. Радиоизлучение звёзд типа UV Кита, RS Гончих Псов и тесных двойных систем.

Остатки вспышек сверхновых.

Пульсары.

**Внегалактическая радиоастрономия** (13-15 недели). Радиоизлучение нормальных галактик (в континууме и в радиолниях). Радиогалактики. Квазизвёздные радиоисточники.

**Радиоастрономия и космология** (16 неделя). Статистические подсчёты радиоисточников. Зависимость  $\log N - \log S$ .