

## Содержание

1	Предисловие	1
2	Развитие отечественной науки	2
3	Венера - русская планета	2
4	Зачем запускать обсерватории	2
5	Марс	2
6	Луна	2
7	Оптические инструменты	3
8	Наземные радиотелескопы	3
9	Многоволновая астрономия	3
10	Телескоп им. Хаббла	3
11	"Радиоастрон"	3
12	Рентгеновский диапазон	4
13	Сверхновые	4
14	Нейтронные звезды	4
15	Спектр-РГ	5
16	Что дальше?	5

### Аннотация

Космическая наука: сегодня и завтра. Лектор: Александр Анатольевич Лутовинов, заместитель директора института космических исследований, член-корреспондент РАН, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники

## 1 Предисловие

Космос - это и новые материалы, и биологические исследования, и некоторые даже сельскохозяйственные вещи.

## 2 Развитие отечественной науки

- 1986 - Вега - апогей программы СССР по исследованию планет и малых тел Солнечной системы
- 1976 - Луна-24
- 1986 - Вега-2 (миссия к Венере мимо кометы Галлея)
- 1989-1999 - ГРАНАТ (рентгеновская обсерватория)
- 1987-2001 - МИР-КВАНТ

## 3 Венера - русская планета

- Венера-1 - Венера-16
- Еще ни одна страна в мире не садила аппарат на Венеру

## 4 Зачем запускать обсерватории

- Для того, чтобы понять откуда мы пришли и куда мы придем
- Мы изучаем планеты «земной группы» - Венеру, Марс и нашу Луну

## 5 Марс

- 2001 - Mars-Oddysey / HEND
- 2003 - Mars-Express / OMEGA, SPICAM, PFS
- 2003 - Spirit, Opportunity / Mossbauer spectrometer
- 2011 - MSL / DAN
- Curiosity с помощью российского прибора пытается искать на Луне воду
- 2016 - ExoMars, цели: поиск следов жизни, эволюция климата, состав атмосферы и поверхности

## 6 Луна

- 2009 - LRO / LEND
- 2023 - Луна-25 (неудача при орбитальном манёвре)

## 7 Оптические инструменты

- Телескопы Галлея и Ньютона
- Телескопы Very Large Telescope , 8м (ESO)
- Телескоп БТА, (6м)
- Телескоп Extremely Large Telescope, 39м (ESO)

Однако главная проблема - атмосфера, она пропускает оптику, ИК, совсем немного УФ, а гамму практически не пропускает

## 8 Наземные радиотелескопы

- Jodrell Bank (76м)
- Aresibo (300м)
- Effelsberg
- Око Поднебесной

Атмосфера - полметра свинца, которая позволяет нам жить. Вся остальная информация заблокирована, чтобы ее получить надо лететь в космос.

## 9 Многоволновая астрономия

- Радио - Спектр-Р 2011-2018
- Инфракрасное излучение - Спектр-М 2035
- Ультрафиолет - Спектр-УФ, 2031
- Рентген - Спектр-РГ, 2019

## 10 Телескоп им. Хаббла

- Поверхность отшлифована до 10 нм
- Можно читать книги с расстояния 10км
- Можно увидеть 200-ваттную лампочку с Венеры

## 11 "Радиоастрон"

Спектр-Р - самый крупный радиоинтерферометр, 10м в диаметре, отработал 7 лет на расстоянии 350 000 км

## 12 Рентгеновский диапазон

- Первая обсерватория - «Свобода», ее создателю дали Нобелевскую премию. «Свободу» вывели в 1970. Когда ее вывели, оказалось, что в рентгене звезды не светят, хотя обсерватория зарегистрировала около 30 источников.
- Постепенно люди поняли, что такая энергия излучается не термоядерной реакцией, а аккрецией («падение» с английского). Если взять черную дыру и бросать на нее кирпичи, то если бросить 400кг кирпичей, можно обеспечить энергией всю Россию.
- Если у вас есть компактный объект с огромной массой, то у этого объекта огромная гравитация. Окружающее вещество скапливается в диски и нагревается до сотни миллионов Кельвинов.
- $11607^\circ\text{C} = 1\text{ эВ}$
- Масса нашей галактики -  $5 \times 10^{11}$  масс Солнца  
Белый карлик - несколько масс солнца и размер Земли, удерживаются такие карлики разреженным электронным газом  
Термоядерные процессы идут до железа, и получается луковица: железо - сера - кремний, а когда гореть нечему, вещество схлопывается и происходит вспышка сверхновой, 8-20 масс солнца - нейтронная звезда, больше 20 масс - черная дыра.

## 13 Сверхновые

Именно во время вспышек мы видим как синтезируются элементы тяжелее железа, мы можем это понять по радиораспаду

Есть вспышки в которых синтезируется титан

## 14 Нейтронные звезды

- Радиус - 10-15 км (примерно от Сириуса до Абхазии)
- Масса - 1.2 - 2 масс Солнца
- Магнитное поле -  $10^8 - 10^{15}\text{ G}$
- Плотность  $\rho \approx 10^{14} - 10^{15} /$
- Гигантское ядро с примерным числом нейтронов  $10^{57}$ .
- Период вращения от полутора миллисекунд то примерно 13 минут
- Свойства: слияние звезд - фабрика по производству тяжелых элементов

Система с двумя нейтронными звездами одна из первых подтвердила гравитационные волны, их зарегистрировали в 2015 году. Если топнуть ногой, то этот сигнал будет в миллионы раз больше чем сигнал слияния двух таких звёзд.

2017 августа мы впервые увидели слияние нейтронных звезд, мы услышим звук \*фццццццц\* и увидим гамма-всплеск

Слияние нейтронных звезд - фабрика золота и урана, то что есть на Земле - результат слияния нейтронных звезд.

## 15 Спектр-РГ

- Задача: рентгеновская карта вселенной

Спектр-Рентген-Гамма занимается полной "переписью населения" ближней Вселенной. Чтобы отразить рентген, нужна очень гладкая поверхность формы параболы или гиперболы, как кинуть блинчик на воде

13 июля 2019 года с Байконура обсерватория вылетела в точку L2, вращается она 6 раз в день. Зафиксировали очень далекий квазар, когда вселенной было всего 800 миллионов лет. Одна из загадок - как в таком юном возрасте появилась черная дыра в миллиард масс Солнца.

Мы ищем скрытые в облаках газа объекты, как можно искать в лесу трюфели среди других грибов.

В 2022 году увидели самый мощный гамма-всплеск, на 21 порядок ярче Солнца. Остальные приборы не заметили, потому что буквально ослепли.

У каждой нейтронной звезды есть очень устойчивые и уникальные осцилляции

## 16 Что дальше?

- НП "Космос" 2026-2036
- Спектр-РГН 2025-2032
- Спектр-РГМ 2031-2040 Разрабатываются кремниевые детекторы, разрабатываются специализированные микросхемы площадью миллиметр квадратный. Будут изучать взрывные процессы, поэтому увеличат чувствительность в 50 раз.
- 2035 - "Миллиметрон" криогенное зеркало в 10 К, чтобы уменьшить шумы
- Венера-Д - комплексное исследование планеты: поиск признаков жизни, параметры атмосферы и история климата, анализ грунта и топология поверхности.
- 2028 - Орбитальная станция Луна-26 (ретранслятор)
- 2029-2030 - Посадки Луны-27-А и Луны-37-Б