

Малые планеты

Соотношение Тициуса-Боде (1772) (Боде опубликовал)

Иоганн Даниель **Тициус** (1729-1796) – немецкий астроном – обнаружил соотношение (в примечании к переводной книге).

Иоганн **Боде** (1747-1826) – основатель “Берлинского астрономического ежегодника” (1776) - “Атлас неба” (1778) (именно он предложил название Уран – 1781 г. - для 6-ой планеты).

$$a_n = 0.3 \cdot 2^n + 0.4$$

Меркурий $n = -\infty$

?

$n = 3$

Венера $n = 0$

Юпитер

$n = 4$

Земля $n = 1$

Сатурн 1n

Марс $n = 2$

Уран

Малые планеты

Франц **Цах** (1754-1832) – австрийский астроном – рассчитал эфемериду гипотетической планеты.

В **1796 г.** на конференции в г. **Готе** предложил начать систематические поиски.

С **1800 г.** – журнал “Ежемесячные корреспонденции” – детальные карты области вблизи эклиптики.

1 января 1801 г. – Джузеппе **Пиаци**, наблюдая в Палермо, (случайно) открыл **Цереру** – как объект 7-ой зв. величины.

Малые планеты

Карл Фридрих Гаусс (1777-1855) – быстрый метод расчета орбиты по трем точкам (позже – 1809 г. “Теория движения небесных тел” – орбиты, теория ошибок, МНК).

Малые планеты

1802 г. – Генрих **Ольберс** (1758-1840) вновь обнаруживает **Цереру** (1797 г. – расчет орбит комет по параболическим орбитам).

1802 г. – **Паллада** (Ольберс)

1804 г. – **Юнона** – открыта Карлом Гардингом (1765-1834) – обсерватория Лилиенталь (Бремен)

1807 г. – **Веста** (Ольберс)

(после этого в течение 40 лет малые планеты не открывали, но к 1900 г. их было около 450)

Открытие Нептуна

Алексис **Бувар** (1767-1843) – сотрудник **Лапласа** - таблицы движения больших планет и Урана. Уран – на основе данных 40-летних наблюдений. Рассогласование с прежними наблюдениями.

1821 г. опубликованы таблицы.

Новая планета?

В конце **1830-х г.** **Бессель** поручает своему ученику **Флемингу** вычислить возмущения от неизвестной планеты.

Открытие Нептуна

К **1840** г. различия между теорией и наблюдениями – 1'.5.

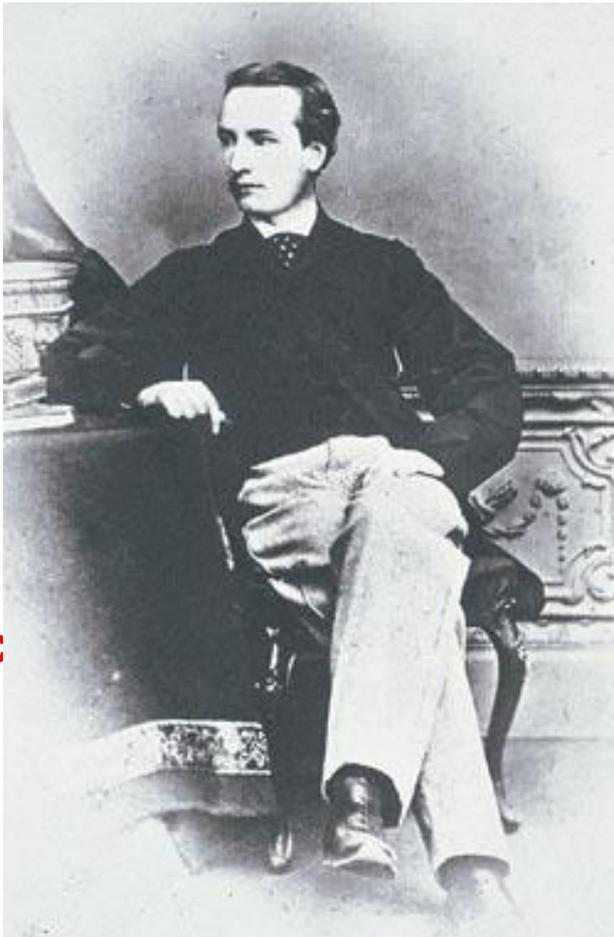
(Климишин, стр. 202 – про Эри – 1834 г., слова Мэдлера, стр.202)

Исходя из правила Тициуса-Бодде – “заурановая” планета в 2 раза дальше от Солнца, чем Уран.

Период 243 года.

Открытие Нептуна

Джон Коуч Адамс (1819-1892)



МИШИН, С

(Кли

Открытие Нептуна

В начале лета **1843 г.** – первые расчеты орбиты.

К сентябрю **1845 г.** – 6 вариантов задачи.

Результаты в частном порядке сообщил

Джорджу Бидделу **Эри (1801-1892)** (Гринвич) и

Джеймсу **Челлису (1803-1882)** (Кембридж).

Открытие Нептуна

Урбен Жан Леверье (1811-1877)



Открытие Нептуна

- ✓ **Ноябрь 1845 г.** – Урбен Жан **Лeverье (1811-1877)** – доклад в Парижской Академии о проблеме Урана. Публикация.
- ✓ **Семь месяцев спустя 1 июня 1846 г.** – вторая публикация в журнале Парижской академии наук.

Открытие Нептуна

Эри поручает **Челлису** поиски

(в Гринвиче 17 см телескоп, а в Кембридже 30 см).

Начало 29 июля **1846 г.**

Решено отмечать все звезды до 11-й величины.

Поле зрения окуляра – 9' (всего).

Открытие Нептуна

✓ 31 августа 1846 г. - **Леверье** – третья статья.

Леверье обращается к Иоганну Готфриду **Галле** (1812-1910) в Берлинскую обсерваторию (директор – Иоганн **Энке** (1791-1865)).

(Климишин, стр. 204 – письмо Леверье)

Открытие Нептуна

Вместе со студентом Генрихом Луи д'Аррестом Галле находит планету

(удача – благодаря карте неба Берлинской Академии наук – **1845 г.**) –

как объект 8 зв. величины в 52' от указанного **Леверье** места (у **Адамса** – погрешность 2°).

Леверье и назвал ее Нептуном.

(Климишин, стр. 205)!

Отклонение орбиты Меркурия

1853 г. - **Левверье** директор Парижской обсерватории.

Исследования возмущений в движении планет.

14 томов *Анналов Парижской обсерватории* между **1855 и 1877 гг.**

Оставалось лишь несколько расхождений.

Отклонение орбиты Меркурия

Долгота перигелия – за 100 лет на $527''$. Наблюдения – на $38''$ больше!

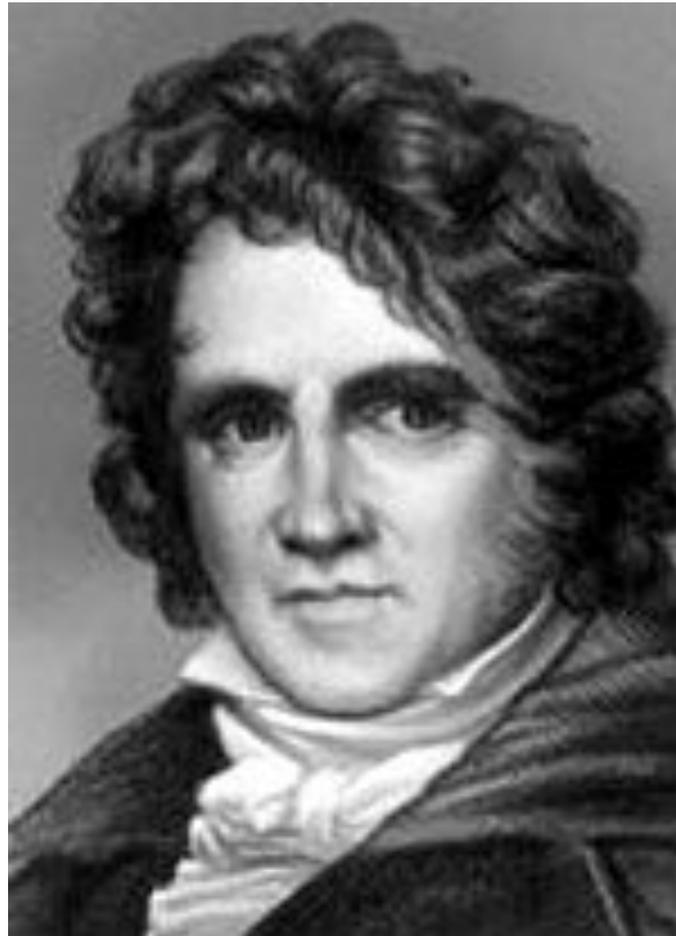
- ✓ Неизвестная планета (Вулкан – 1846 г. Бабине) – 1876 г. **Леверье** – моменты прохождения по диску Солнца. 20 лет наблюдений – ничего!
- ✓ Масса Венеры больше. **Леверье** – на 10%, но тогда возникают заметные возмущения в движении Земли.

Отклонение орбиты Меркурия

- ✓ Закон всемирного тяготения требует уточнения. **1894 г.**
Асаф Холл: $n=2,000\ 000\ 16$. **1897 г.** – противоречит движению Луны.
- ✓ Кольцо астероидов. Вопросы устойчивости.
- ✓ Межпланетная среда. (Климишин, стр.208)

Поиск годичного параллакса

Фридрих Бессель (1784-1846)



Поиск годичного параллакса

Фридрих **Бессель** (1784-1846)

Родился **22 июля 1784 г.** в г. Минден (Вестфалия).
С 15 лет стал работать в конторе торговой фирмы.
Самостоятельно изучал астрономию.

Первая работа (**1804 г.**) с одобрения **Ольберса** и **Цаха** –
редукция наблюдений кометы **Галлея** по данным **1607 г.**

1806 г. – ассистент в частной обсерватории **Шретера** в
Лилиентале (вблизи Бремена).

Наблюдения комет, малых планет, исследование
инструментов, обработка наблюдений звезд **Брадлеем**.

Поиск годичного параллакса

Фридрих Бессель (1784-1846)

Правительство Пруссии поручает ему руководство обсерваторией при Кенигсбергском университете (1810-1813 гг. - строительство).

“Основы астрономии” – 1818 г. – теория редукций – “приведение на видимое место”.

По обработанному каталогу **Брадлея** был составлен первый фундаментальный каталог – 38 звезд – “Кенигсбергские таблицы” (1830 г.).

Поиск годичного параллакса

Фридрих Бессель (1784-1846)

1813-1846 гг. – исследование погрешностей инструментов. Теория ошибок. Систематические ошибки.

“Личное уравнение”.

Случайные ошибки – нормальный закон.

Поиск годичного параллакса

Фридрих Бессель (1784-1846)

Высокое качество наблюдений.

Особенности собственных движений Сириуса (1834 г.) и Проциона (1840 г.) - вывод о “невидимых спутниках” (наблюдения на меридианном круге).

Спутник Сириуса – 1862 г. – американский оптик-шлифовальщик Альван Кларк на 46-см телескопе как звезду 8 зв.вел.

Спутник Проциона – 1896 г. – Джон Шаберле – 13 зв.вел.

Поиск годичного параллакса

Фридрих Бессель (1784-1846)

Бессель также заметил движение земных полюсов на $0.''3$ за два года (этот факт был признан лишь в конце века).

Поиск годичного параллакса

Фридрих Бессель (1784-1846)

1815-1816 гг. – неудача при определении параллакса двух звезд.

До 30-х годов к этому не возвращается.

Поиск годичного параллакса

Фридрих Бессель (1784-1846)

1834 г. – наблюдения 61 Суг (большое собственное движение). Положение – относительно двух соседних звезд (расстояния и позиционные углы)

18 авг. **1837** – 2 окт. **1838** гг. –

$$\pi'' = 0.3136 \pm 0.0202 \quad (\pi'' = 0.293 \pm 0.03)$$

Расстояние – 10.3 св.года

RAS, Vol. IV, N 17, November 9, **1838** (a letter, Oct. 23, 1938)

Astronomische Nachrichten, Vol. 16, **1839**

Поиск годичного параллакса

Василий Яковлевич (Вильгельм) Струве (1793-1864)



Поиск годичного параллакса

Василий Яковлевич (Вильгельм) Струве (1793-1864)

Закончил Дерптский университет.

С 1814 г. – директор Дерптской обсерватории.

Основные исследования – двойные звезды.

Пересмотр всех звезд неба до 9-ой величины.

1837 г. каталог двойных звезд “Микрометрические измерения”.

Поиск годичного параллакса

Василий Яковлевич (Вильгельм) Струве (1793-1864)

1822 г. – параллакс Альтаира (α Орла) –

$$\pi'' = 0.181 \pm 0.094 (\pi'' = 0.198)$$

1822 г. - параллакс δ Малой Медведицы –

$$\pi'' = 0.163 \pm 0.026 (\pi'' = 0.018)$$

(“Дерптские наблюдения”, Т. 3, 1822, линейные параллаксы пар + 2 инд. параллакса)

Поиск годичного параллакса

Василий Яковлевич (Вильгельм) Струве (1793-1864)

13 января 1837 г. – заседание конференции Академии наук – письмо Струве.

1837 г. - α Лирь (Вега)

$\pi'' = 0.125 \pm 0.055$ ($\pi'' = 0.121 \pm 0.004$)

(“Mensurae Micrometricae”, 1837, угловые расстояния, поз. углы)

1839 г. – опубликовал ошибочное значение

$\pi'' = 0.2613 \pm 0.0254$ ($\pi'' = 0.121 \pm 0.004$)

(“Additamentum in Mensuras Micrometricas”, 1839; “Astronomische Nachrichten”, 1840, только расстояния)

Поиск годичного параллакса

9 января 1839 г. – Томас **Гендерсон** (1798-1844) и **Томас Маклир** (1794-1879) – Капская обсерватория (наблюдения за 1832-1833 гг.) – параллакс α Центавра –

$$\pi'' = 1.16 \pm 0.11 \quad (\pi'' = 0.756 \pm 0.007)$$

RAS, Vol. IV, N 19, January 11, 1839 (a letter, Oct. 23, 1938)

Поиск годичного параллакса

Декабрь **1838** г. – Фридрих Бессель (наблюдения с августа **1837** г. по октябрь **1838** г.)

$$\pi'' = 0.3136 \pm 0.0202 \quad (\pi'' = 0.293 \pm 0.03)$$

$$(a) \pi'' = 0.3690 \pm 0.0283$$

$$(b) \pi'' = 0.2605 \pm 0.0278$$

(наблюдения с **1839** г. по март **1840** г. – гелиометр Фраунгофера)

MNRAS, Vol. 5, N 7, May 8, **1840** (a letter, May, 1940)

$$\pi'' = 0.3483 \pm 0.0141 \quad (\pi'' = 0.293 \pm 0.03)$$

(Из книги про Струве, стр. 161, 163) (Климишин, стр. 225)

Новые обсерватории

1839 г. – Пулковская обсерватория. Первый директор – В. Я. Струве.

Современнейшие инструменты.

Основное направление – позиционная астрономия.

(Горбацкий, стр. 166)

(Климишин, стр. 227)

1842 г. – Морская обсерватория (Вашингтон).

1840 г. – Гарвардская обсерватория (Кембридж, штат Массачусеттс).