# 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 = -∞** **?**

**n = 3**

**Венера n = 0** **Юпитер**

**n = 4**

31

**Земля n = 1** **Сатурн** $^1$**n**

**= 5**

**Марс n = 2** **Уран**

# Малые планеты

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

В **1796 г.** на конференции в г. Г***о***те предложил начать систематические поиски.

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

**1 января 1801 г.** – Джузеппе **Пиацци**, 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.

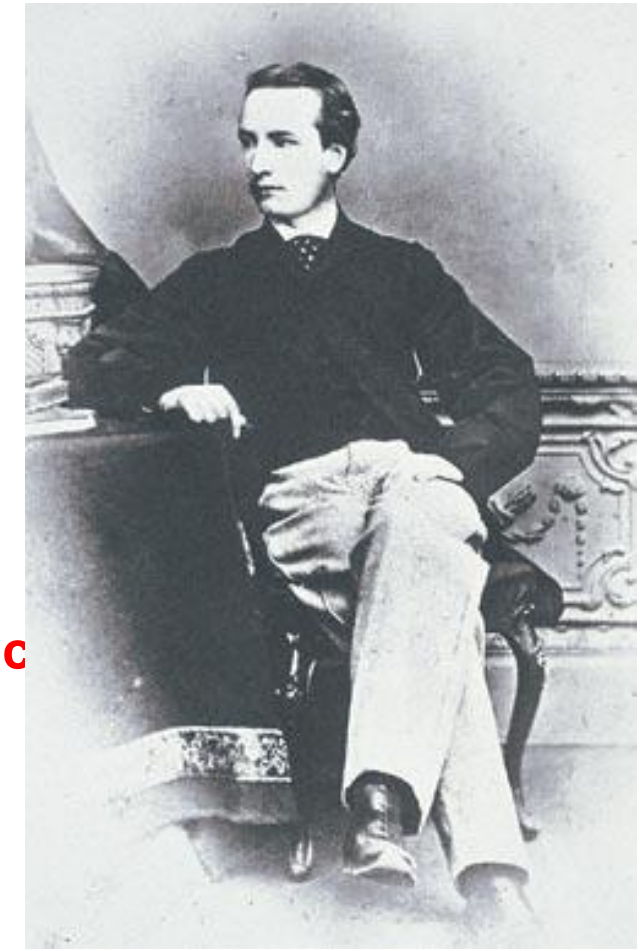
**(Климишин, стр. 202 – про Эри – 1834 г., слова Мэдлера, стр.202)**

Исходя из правила Тициуса-Боде – “зауарановая” 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 **Леверье** (**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 2º).

**Леверье** и назвал ее Нептуном.

**(Климишин, стр. 205)!**

# Отклонение орбиты Меркурия

**1853 г**. - **Леверье** 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

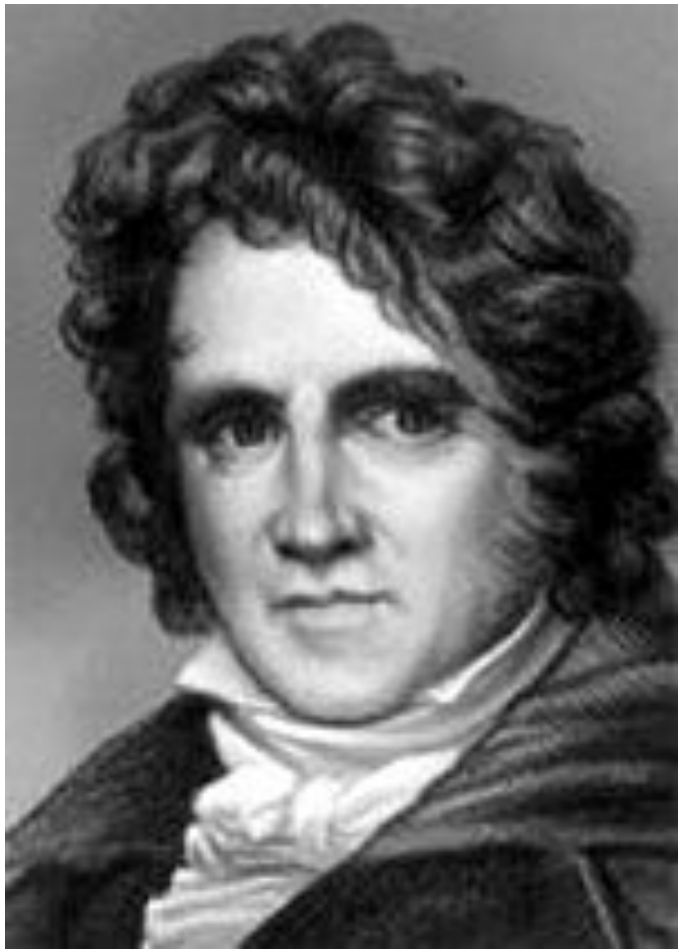
✔Закон всемирного тяготения требует уточнения. **1894 г.** Асаф **Холл**: n=2,000 000 16. **1897 г.** – противоречит движению Луны.

✔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 Cyg (большое собственное движение). Положение – относительно двух соседних звезд (растояния и позиционные углы)

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

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

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 1**814 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 –

$$\boldsymbol{\pi'' = 0.163 \pm 0.026 \ (\pi'' = 0.018)}$$

(“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.** - $\alpha$ Лиры (Вега)

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

(“Mensurae Micrometricae”, **1937,** 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 $\alpha$ Центавра –

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

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.**)

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

**(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)

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

**(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).


31