

**395 г.** – разделение империи на Западную и Восточную

**410 г.** – разрушение Рима готами и вандалами

**470 г.** – окончательное падение Рима

Напоминание: в **313 г.** христианство стало в Римской империи государственной религией

**(Климишин, стр. 73, 75)**

Создание варварами государств на завоеванной территории

Объединение франкских племен (**Хлодвиг** – король с **481** по **511** гг. - Меровинги)

**Карл Великий (742-814)**, франкский король с **768** г.

**800** г. – коронован в Риме; император Священной Римской Империи

**841** г. – раздел империи; Италия, Франция, Германия

**1337-1453** – Столетняя война

### Университеты

**XII в.** – Болонья (1119 г.), Салерно

**1200 г.** – Парижский

**1209 г.** – Оксфорд (позже Кембридж, самостоятельность – 1318 г.)

### Обучение

тривиум

квадривиум

### Факультет “свободных искусств”

тривиум: грамматика

риторика

диалектика

квадривиум: астрономия

музыка

геометрия

арифметика

Позже – медицинский, теологический и юридический ф-ты

**История астрономии**  
**Возрождение культуры и науки в Европе. Возникновение университетов (XI – XV века)**

**Факультет “свободных искусств”**

«Грам говорит, Диа истине учит, Ре речь украшает,  
Муз поет, Ар счет ведет, Гео меряет, Ас звездам служит».

### Факультет “свободных искусств”



"Грамматика"

"Риторика" и Марк Туллий Цицерон

"Диалектика"

"Астрономия" и Птолемей

"Музыка" и Пифагор

"Геометрия" и Эвклид

"Арифметика" и Бозэций

**XIV в.** – новая волна университетов

**1348 г.** – в Чехии (Пражский)

**1364 г.** – в Польше (Краковский)

**1386 г.** – в Германии (Гейдельбергский)

Время расцвета университетов Италии (Пиза, Падуя, Болонья)

## **Уточнение “системы мира”**

**Георг Пурбах (1423-1461) - Вена**

**Вольфганг Мюллер (Региомонтан) (1436-1476)**

**Пурбах “Новая теория планет” (птолемеева теория совместно с аристотелевой системой мира) – издана в 1472 г. Региомонтаном (типографским способом)**



### Уточнение “системы мира”

**Региомонтан “Эфемериды” (1473 г.)** – последние таблицы на основе теории Птолемея положения Солнца, Луны и планет на 32 года (с **1475** по **1506 г.**) - взамен Альфонсовых; метод “лунных расстояний” – долгота и широта (**Колумб, Васко да Гама**)

Попытка учесть влияние рефракции на видимое положение Солнце над горизонтом.

### Уточнение “системы мира”

Благодаря **Пурбаху** и **Региомонтану** в Европе стали использоваться тригонометрические функции.

**Пурбах**: радиус 6 000 000,  $\sin$  в целых числах;

(Позже **Ретик**: с **1540 г.** –  $\sin$ ,  $\text{tg}$ ,  $\text{sec}$  – через  $10''$  с 15-ью знаками! Окончательно вся тригонометрия построена Виетой - **1540 – 1603**)

### Уточнение “системы мира”

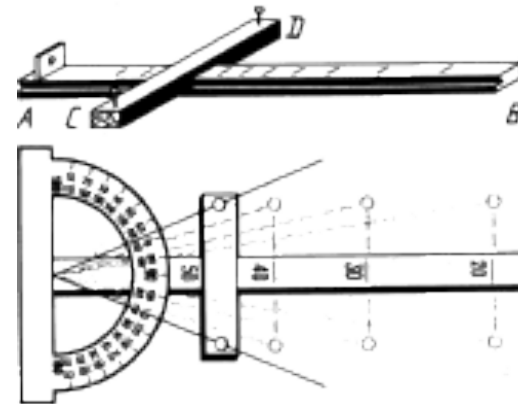
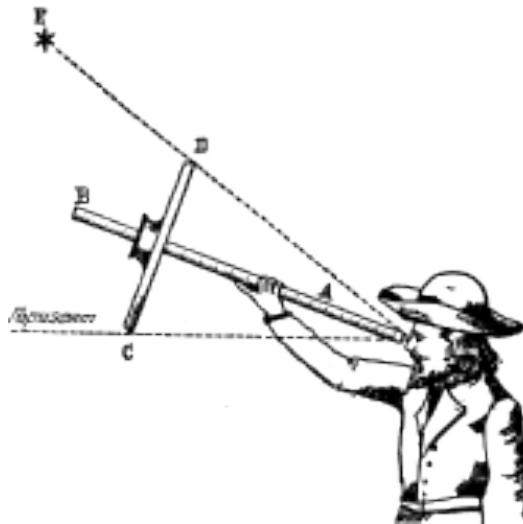
**Пурбах** и **Региомонтан** осуществили перевод на латинский язык “Альмагеста”.

Издан после уже смерти **Региомонтана** в **1496 г.**

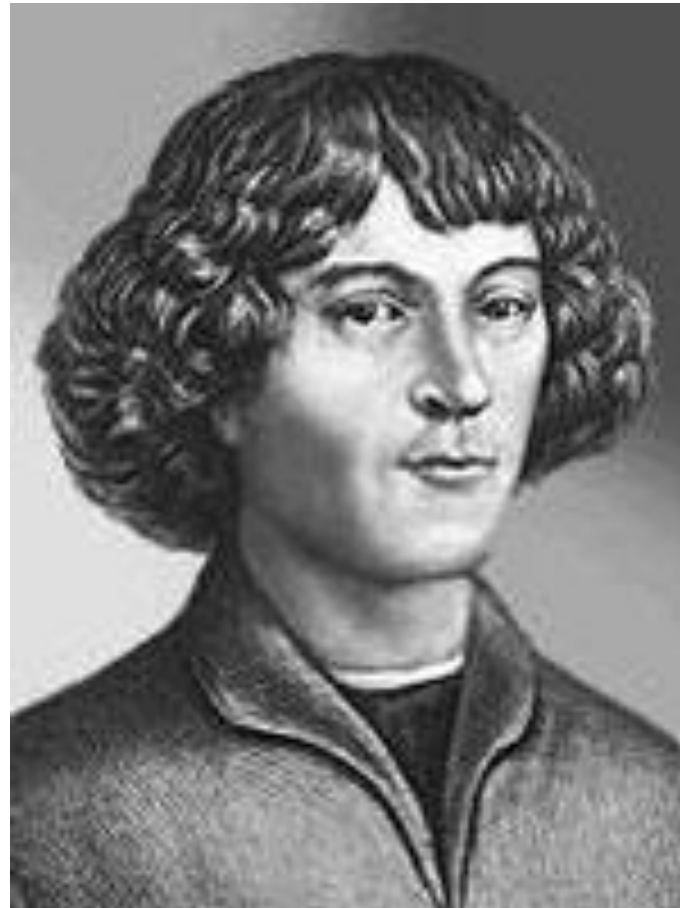
**Бернгард Вальтер** – ученик **Региомонтана**; собственная обсерватория; непрерывные ряды наблюдений; применение часов; четкое осознание существования рефракции.

### Совершенствование астрономических приборов

трикветрум (Солнце – 1'), армилла (планеты 5'),  
посох (жезл) Якоба (1325 г. – Леви бен Герсон)



### Николай Коперник (1473-1543)



# История астрономии

## Астрономия в Европе в XVI веке. Обоснование Коперником гелиоцентрической системы мира

### Николай Коперник



Родился  
19 февраля 1473 г.

Умер  
24 мая 1543 г.

“Solis stator,  
Terraе motor”

Варшава, 1830

### Николай Коперник





# История астрономии

## Астрономия в Европе в XVI веке. Обоснование Коперником гелиоцентрической системы мира

### Николай Коперник

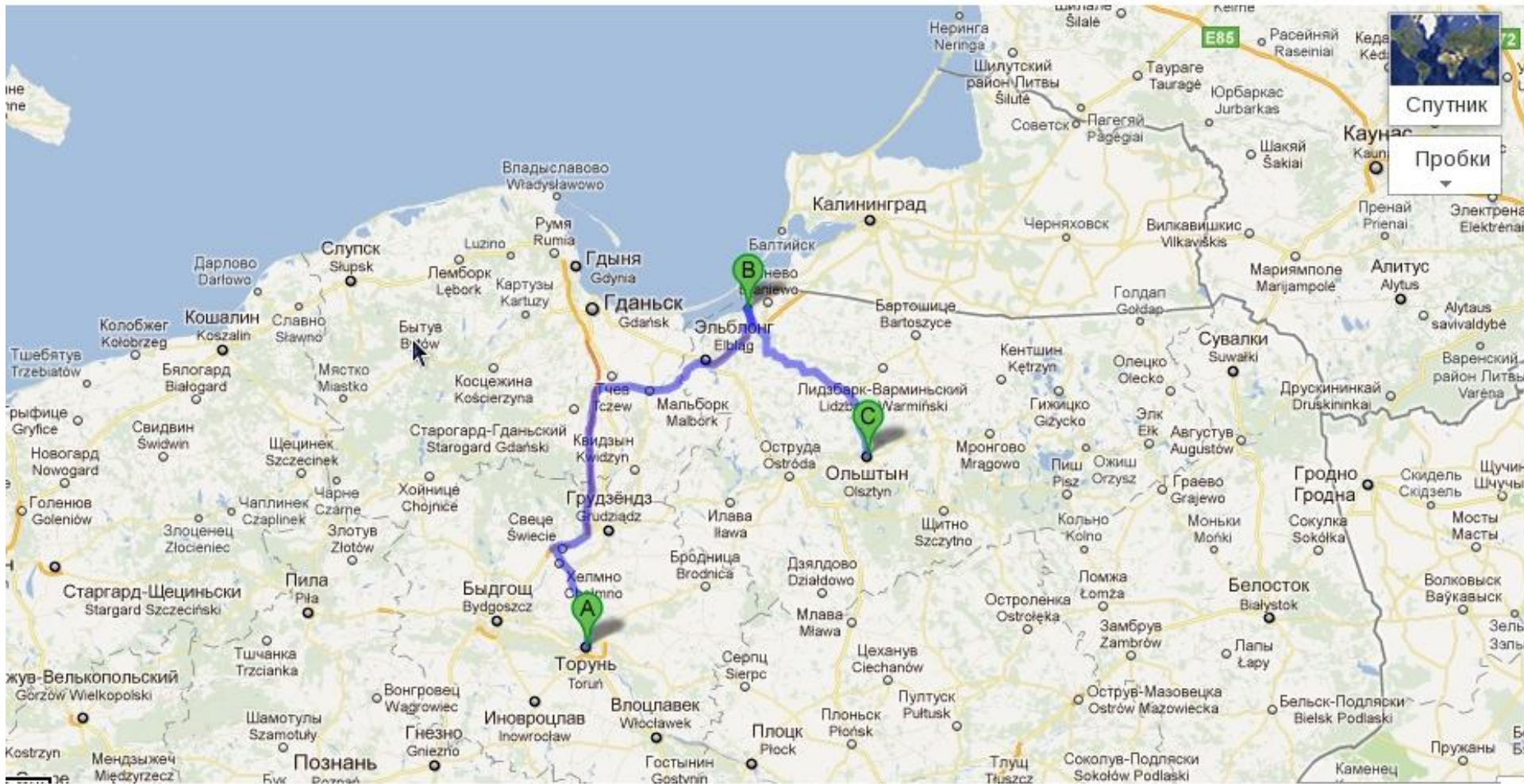


Торунь или Торн  
(основан в **1232** г.)



# История астрономии

## Астрономия в Европе в XVI веке. Обоснование Коперником гелиоцентрической системы мира



### Николай Коперник

Образование

Краковский университет -- **1491-1494** - 3 семестра, без степени.

Болонский университет (лучшая школа правоведения) – **1497-1500** – 3 семестра, без степени.

Рим (1500), в частности, преподает.

**1501** – короткое возвращение в Эмерланд (был избран каноником).

Падуанский университет (медицина, но изучал право) - **1501-1503**, без степени.

Феррара – доктор канонического права

Падуя (медицина).

**1506 г. (?)** – возвращение в Эмерланд.

### Николай Коперник

На родине

1506-1512 – жил при дяде в Гейльсберге (**Биографии из библ. Павленкова, стр. 27**)

С 1512 – приступает к обязанностям каноника во Фромборге.

1516 – управляющий делами капитула (переселяется на 4 года в замок Алленштейн).

Оборона Фромборга.

Монетная реформа (**Биогр., стр. 27**)

### Николай Коперник

(Биогр., стр. 43 – Альфонс Кастильский), (Климишин, стр. 120 –  
пиетет перед древними)

Между **1520** и **1530** гг.

“Николая Коперника Малый комментарий о гипотезах,  
относящихся к небесным движениям”

(Вена и Стокгольмская обсерватория)

Семь основных положений (Паннекук, стр. 203)

(Биогр., стр. 48 – Лютер, Меланхтон, пьеса - 1531)

(Климишин, стр. 102 – Климент VII - 1533)

(Биогр., стр. 49 – кардинал Шёнберг – 1536, 1534 папа - Павел II)

(Биогр., стр. 27)

### Николай Коперник

Георг Иоахим фон Лаухен (1514-1576) (Ретик)

Приехал к Копернику в 1539 г.

1540 г. – письмо нюрнбергскому математику Шонеру

“Narratio Prima”

Издано как популярное изложение системы Коперника



1543 г.

“De Revolutionibus Orbium  
Celestium”

“Об обращении небесных  
кругов”

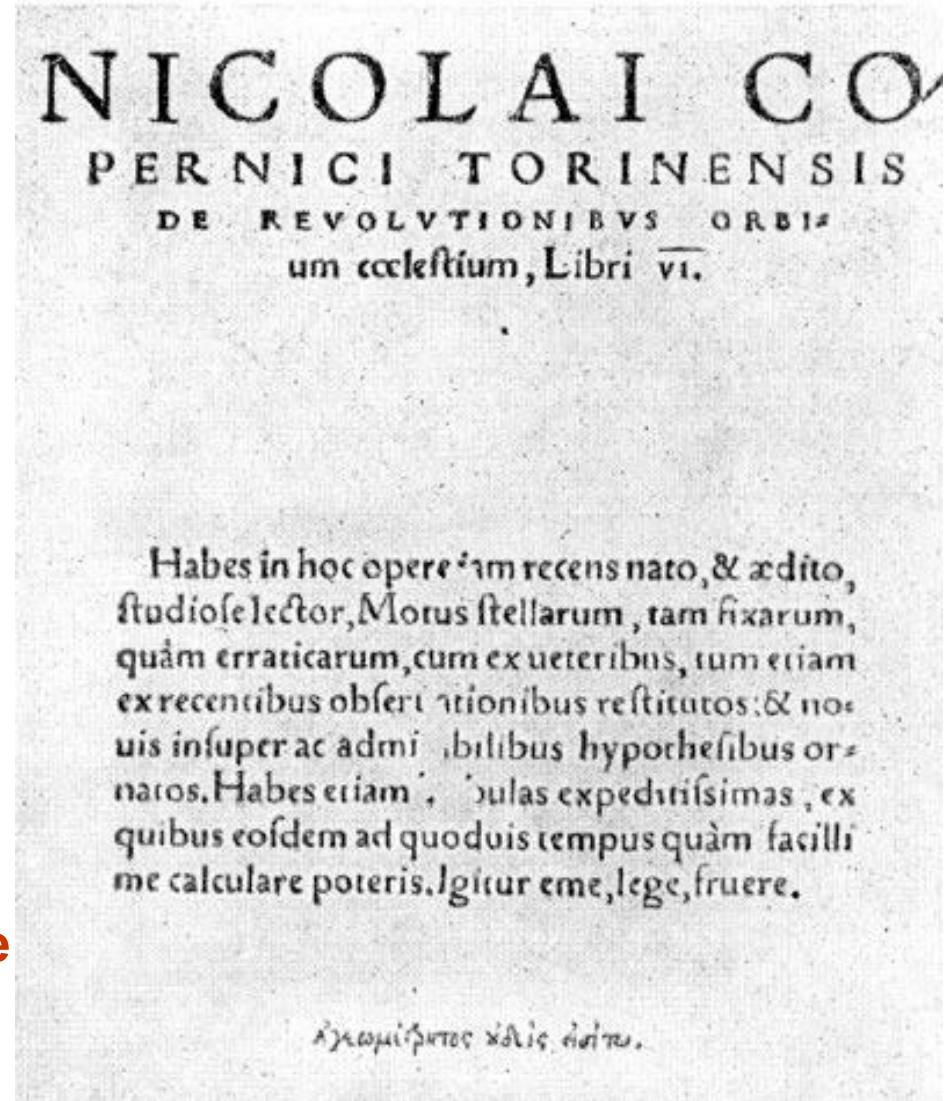
“Пусть не входит никто, не  
знающий геометрии.”

(1000 экз.)

(Подлинное предисловие  
Коперника лишь в 1854 г.)

(Климишин, стр. 114)

(Биогр., стр. 53-55 – посвящение  
папе Павлу III)



### Николай Коперник

#### “Об обращениях небесных сфер”

6 книг (построение как в “Альмагесте”) (Климишин, стр. 105)

- 1) Общий взгляд на небесную механику (третье ! движение Земли)
- 2) Сферическая тригонометрия
- 3) Видимое движение Солнца (Климишин, стр. 109-110)
- 4) Движение Луны
- 5) 6) Движение планет (ввел понятие сидерического года!)

### Николай Коперник

#### “Об обращениях небесных сфер”

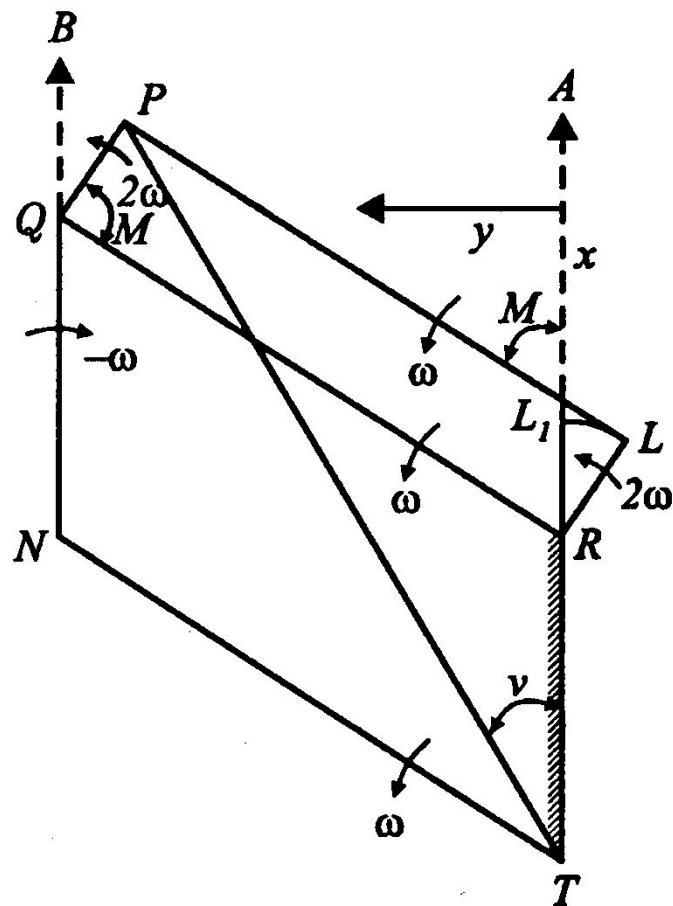
Относительные расстояния планет от Солнца – впервые!

Относительность движения! (Горбацкий, стр. 87)

Эквант устранен. Остался эксцентр и эпициклы (Горбацкий, стр. 84-86).

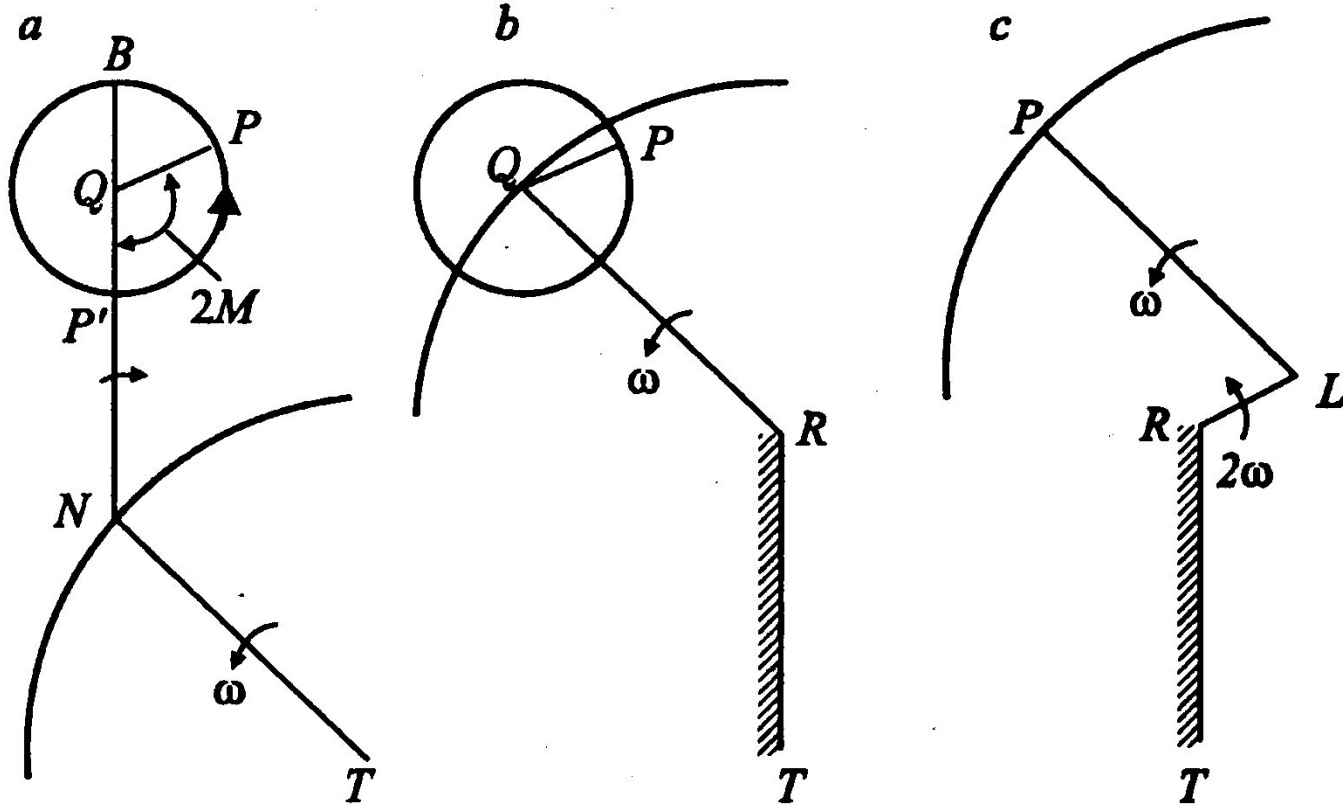


- Николай Коперник
- Двойной шарнирный параллелограмм



- Николай Коперник

- Возможные движения планеты



Уравнение центра как у Птолемея

$$x = M - v \approx \varepsilon \sin M - \frac{\varepsilon^2}{4} \sin 2M \approx 2e \sin M - e^2 \sin 2M$$

$$x = M - v \approx 2e \sin M - \frac{5}{4} e^2 \sin 2M$$

Погрешность  $r/a$  вдвое больше!

# История астрономии

## Астрономия в Европе в XVI веке. Обоснование Коперником гелиоцентрической системы мира

Планета	Относительное расстояние		
	по Копернику	по Птолемею	современные значения
Меркурий	<b>0.376</b>	<b>0.376</b>	<b>0.387</b>
Венера	<b>0.720</b>	<b>0.720</b>	<b>0.723</b>
Земля	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
Марс	<b>1.520</b>	<b>1.520</b>	<b>1.524</b>
Юпитер	<b>5.217</b>	<b>5.208</b>	<b>5.203</b>
Сатурн	<b>9.184</b>	<b>9.259</b>	<b>9.540</b>

### Николай Коперник

**1551 г.** – в Виттенберге – **Рейнгольд** “Прусские таблицы”  
(более точные, чем Альфонсовы таблицы)

Использованы в **1582 г.** при реформе календаря

Год –  $365^d 5^h 49^m 16^s$  (на  $28^s$  больше истинного)

### Николай Коперник

**1616 г.** – декрет инквизиции

“впредь до исправления”

Под запретом до **1835 г.**

(Оуэн Джинджерич – из Сагана)

# История астрономии

## Астрономия в Европе в XVI веке. Обоснование Коперником гелиоцентрической системы мира

**Тихо Браге (1546-1601)**

**“феникс астрономов”**



### Тихо Браге (1546-1601)

13 лет – Копенгагенский университет.

21 августа **1560** г. – частное солнечное затмение.

На 3 года в Лейпциг. Книги, небесный глобус и жезл Якоба

**1563** г. – соединение Юпитера с Сатурном (циркуль).

“Альфонсовы таблицы” – погрешность месяц.

“Прусские таблицы” – несколько дней.



### Тихо Браге (1546-1601)

**1565 г.** – получает наследство и уезжает в Германию (нос).

**1569 г.** – Аугсбург, квадрант с  $R=6$  м,  $h=11$  м,

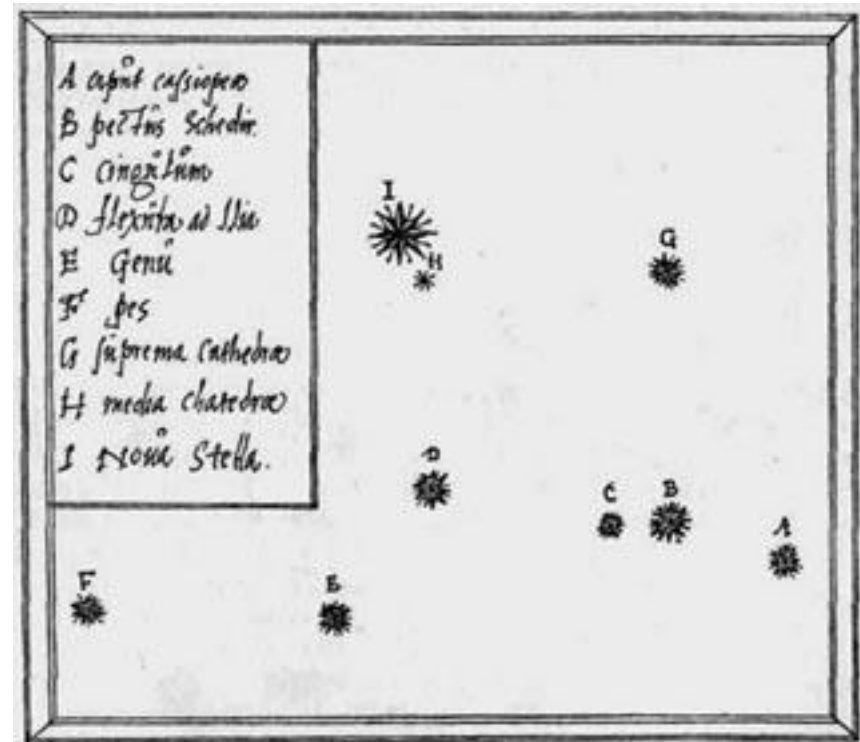
точность до 1'

(1° – 10 см)

**1571 г.** – возвращение в Данию, увлекается химией.

### Тихо Браге

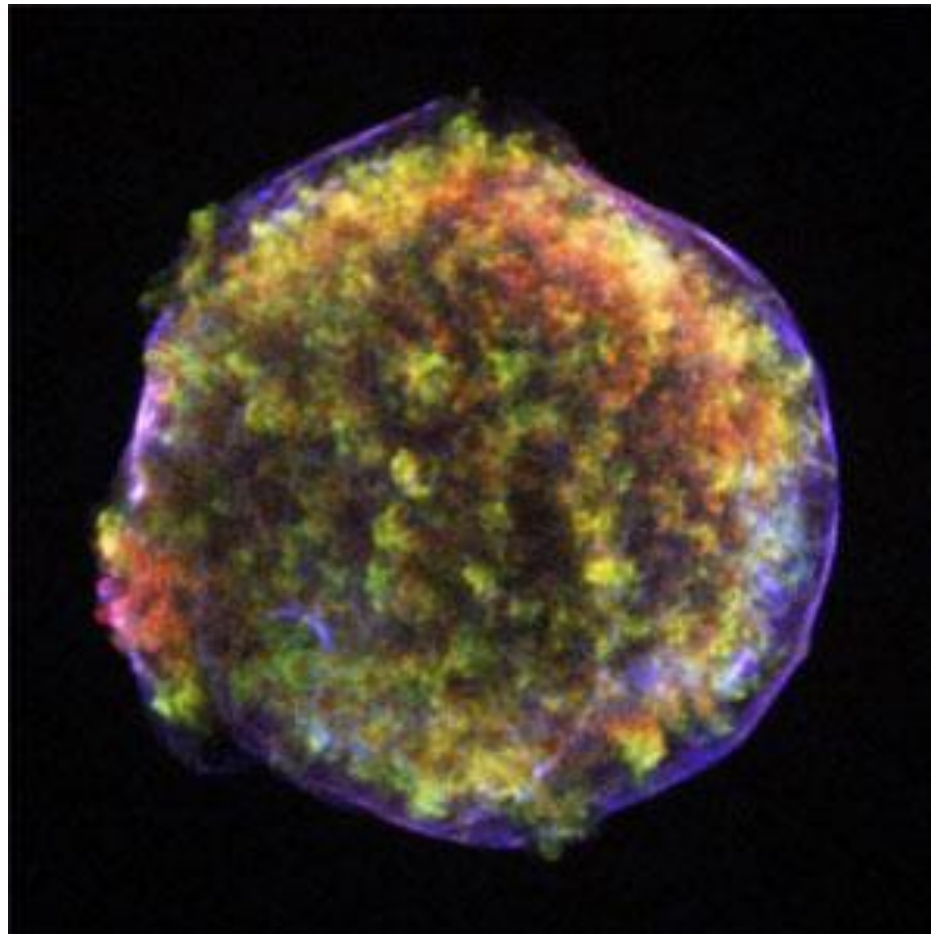
Сверхновая в Кассиопее 11 ноября 1572 г.



Суточный параллакс < неск. минут дуги  
“О новой звезде”

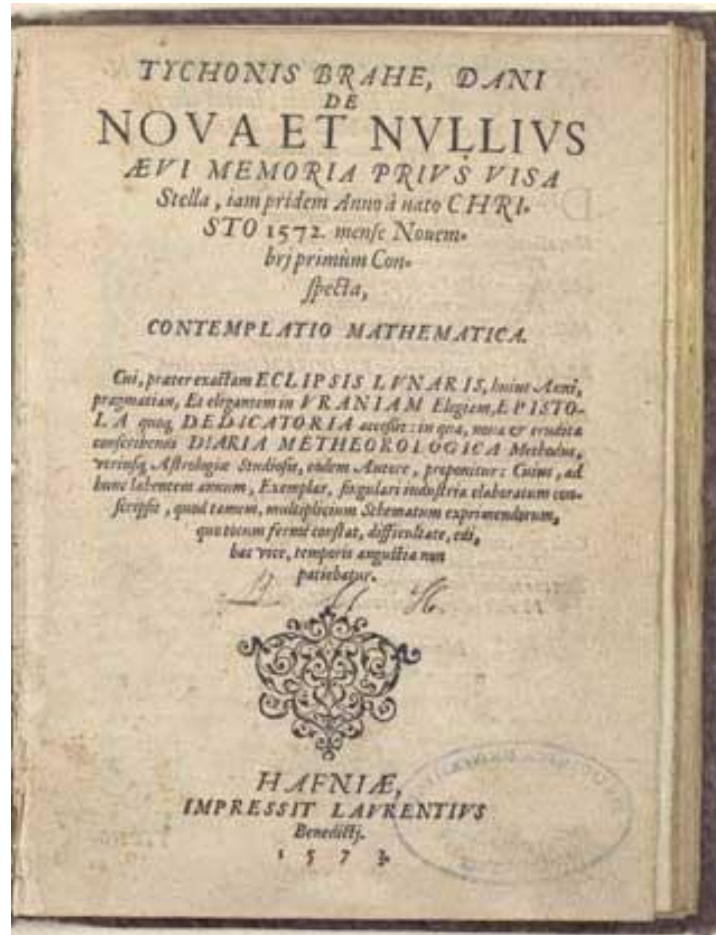
### Тихо Браге

#### Сверхновая в Кассиопее



### Тихо Браге

27 страниц



### Кассельская обсерватория (1561)

Ландграф **Вильгельм IV Гессен Кассельский (1532 - 1592)**

**1561-1567; с 1575** (после посещения Тихо)

Вращающаяся крыша

Звездный каталог

Поправки за рефракцию

Часы! Время наблюдений

Два помощника

Христиан **Ротман** (с **1577** по **1590**)

Йост **Бюрги** (с **1579**) – маятник(?), логарифмы **1580** (?)

### Тихо Браге

### Ураниборг



**1576 г.** – подарок короля Фредерика (Фридриха) II – остров Вен,  
 $S \sim 7.5 \text{ км}^2$

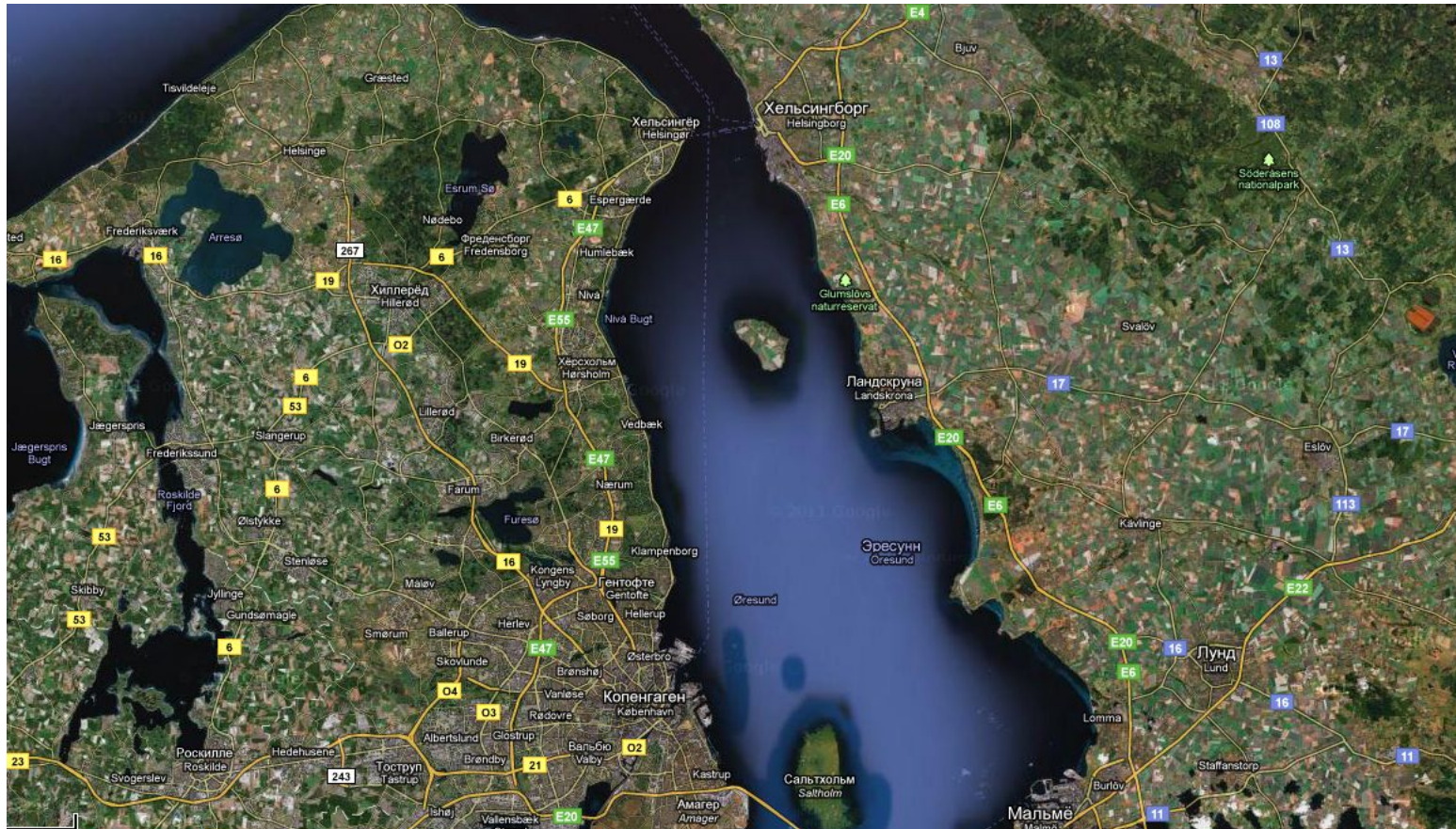
**1577 г.**

Широта –  $55^{\circ}54.5'$

На постройку “более нежели бочку золота”

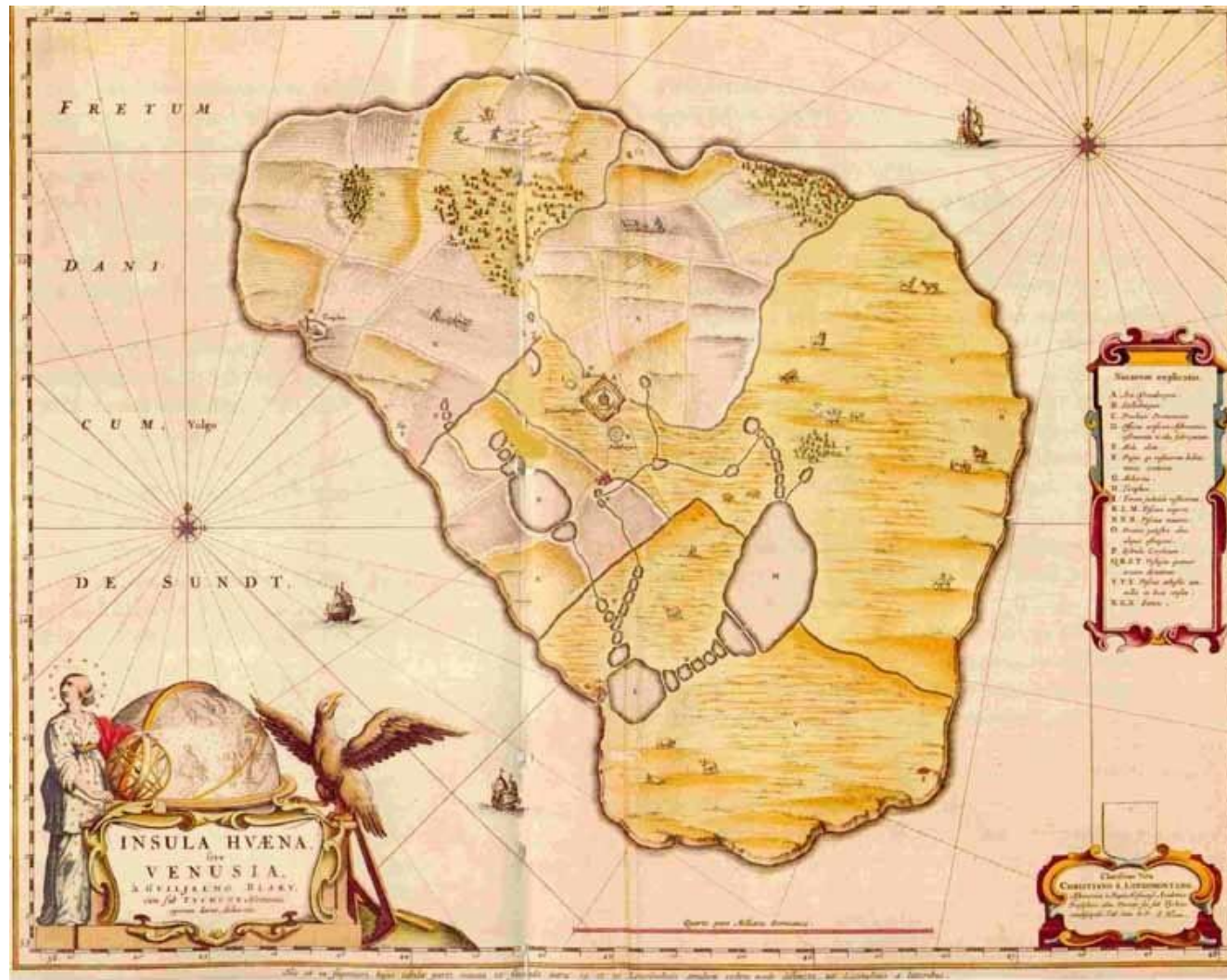


### Тихо Браге остров Вен



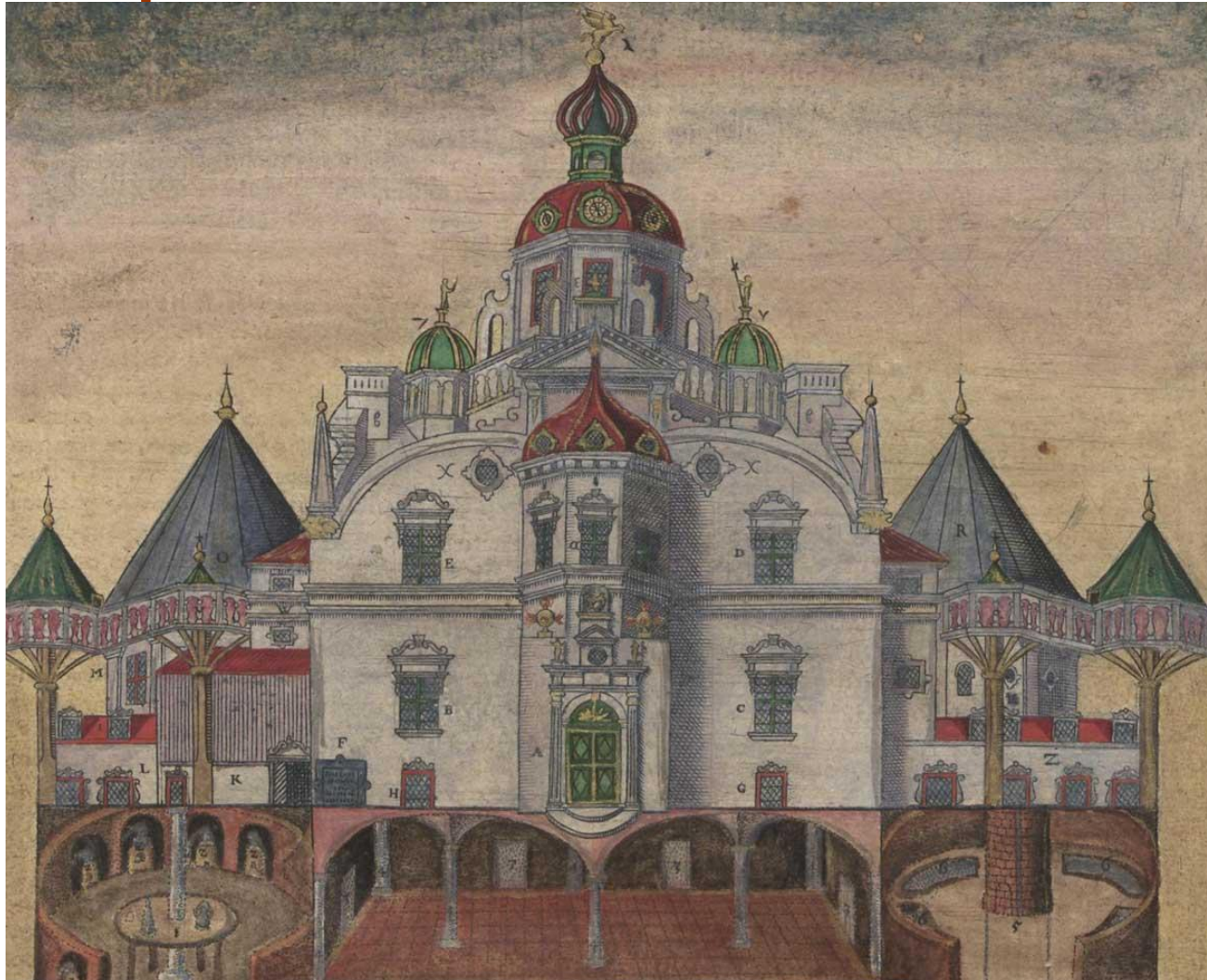


### Тихо Браге остров Вен





### Тихо Браге



Ураниборг

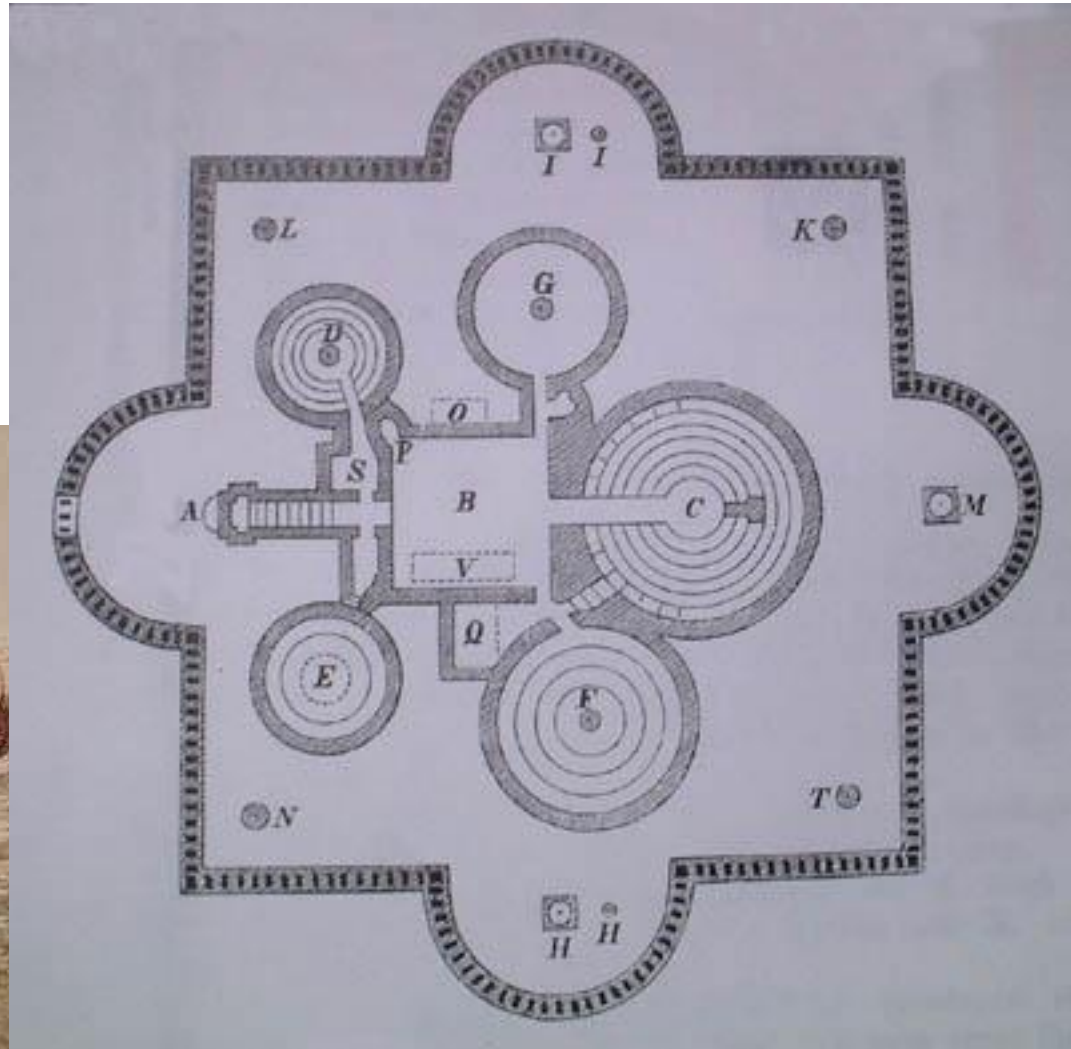
# История астрономии

## Астрономия в Европе в XVI веке. Обоснование Коперником гелиоцентрической системы мира

Тихо Браге

Стъёрнеборг

1584 г.





### Тихо Браге Стъёрнеборг наше время



**Тихо Браге**

**Остров Вен**

**наше время**



### Инструменты

### Тихо Браге

194 см

литая латунь

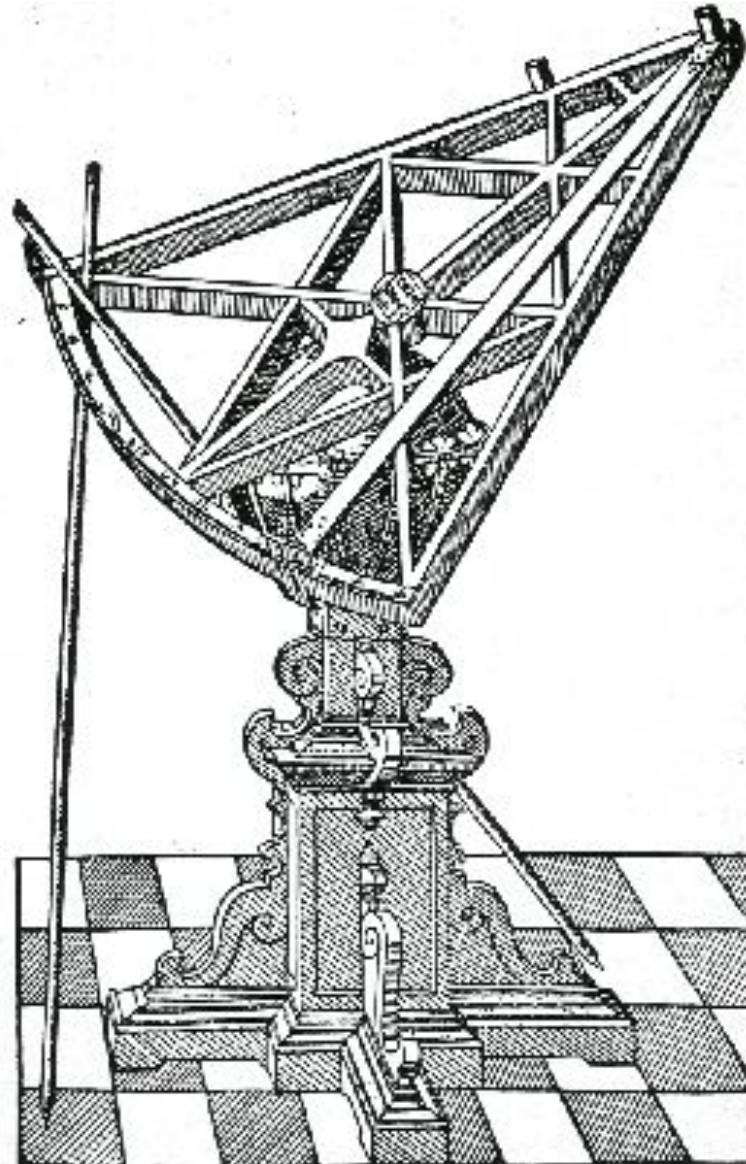
10" –

метод трансверселей





### Инструменты Тихо Браге



### Инструменты

### Тихо Браге





# История астрономии

## Астрономия в Европе в XVI веке. Обоснование Коперником гелиоцентрической системы мира

### Инструменты

### Тихо Браге





### Тихо Браге



“Механика обновленной астрономии”, 1598  
Гамбург

### Инструменты

### Тихо Браге

**Тихо** и принц датский (будущий король **Христиан IV**)  
**1590 г.**



### Тихо Браге

1597 г. – покидает Данию. Через два года в Праге

Тихо и император  
Рудольф II

Обсерватория  
вблизи замка  
Бенатек





### Тихо Браге и Иоганн Кеплер



### Тихо Браге (24 октября 1601 г.)

Тыньский храм на  
Староместской площади Праги



### Тихо Браге (24 октября 1601 г.)

“Non fasces nec opes sola  
artis sceptrum perennant”

“Не власть и богатство, а  
искусство владеет  
скипетром всех времён”



### Тихо Браге

#### Заслуги

Точность – метод трансверселей – в десятки раз - 0.5'!

! Таблицы рефракции

Высота над горизонтом	Рефракция по Тихо Браге (по Солнцу)	Рефракция по Тихо Браге (по звездам)	Истинная величина рефракции
0°	34'	39'	34' 55"
1°	26'		
5°		10'	9' 51"
10°	5' 30"	5' 30"	5' 19"
15°		3'	3' 34"
61 20°	4' 30"		55



### Тихо Браге

#### Заслуги

Классические задачи

- Солнце –  $\varepsilon$  (уточнил)  $23^{\circ}31.5'$  (Коперник  $23^{\circ}28' - 2\frac{1}{4}'$  разница в высоте полюса, но осталась ошибка в  $1\frac{1}{2}'$  из-за неправильного параллакса Солнца)
- $e$
- A (долгота апогея и ее изменение)



### Тихо Браге

#### Заслуги

Классические задачи

- Луна – \*изменение наклона орбиты

\*колебания положения линии узлов

два новых неравенства

\*вариация

\*изменение скорости на орбите

### Тихо Браге

#### Заслуги

- Каталог 788 звезд

\*уточнил значение прецессии (51' в год)

\*тропический год с погрешностью  $< 1^s$

- Кометы – параллаксы – за Луной (Климишин, стр. 130)

Разрушение аристотелевой картины мира

### Тихо Браге

#### Заслуги

Главное!

- Положения Марса, точность до 40 “

20 лет непрерывных наблюдений (10 оборотов)

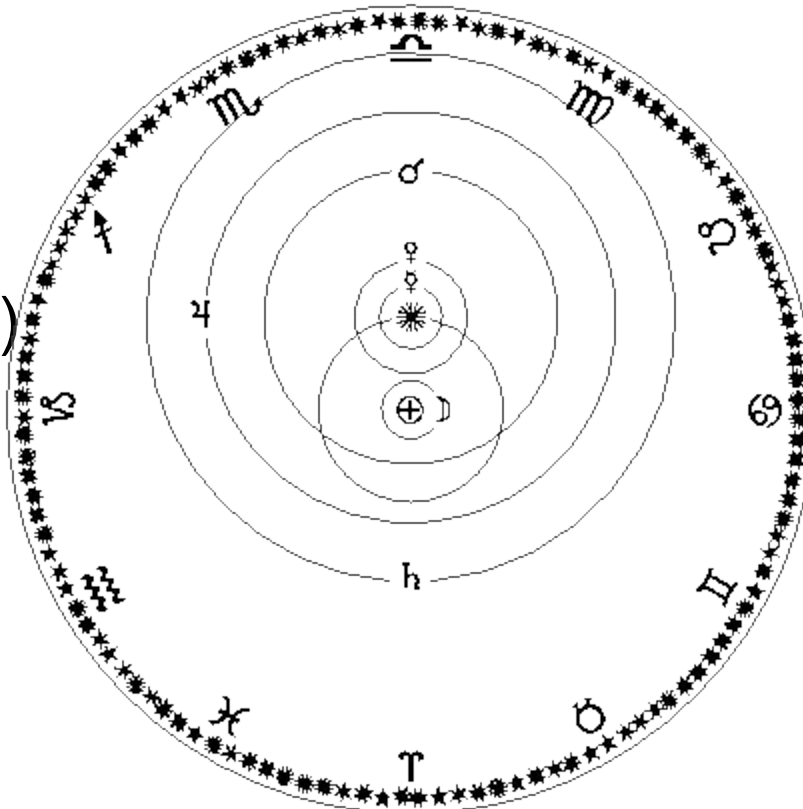
### Тихо Браге

Модель мира

(отсутствие  
параллакса звезд)

“О недавних явлениях  
в эфирной области”  
(1588 г., фактически  
опубликована в 1602 г.)

NOVA MVNDANI SYSTEMATIS HYPOTYPOSIS AB  
AUTHORE NUPER ADINVENTA, QUA TUM VETUS ILLA  
PTOLEMAICA REDUNDANTIA & INCONCINNITAS,  
TUM ETIAM RECENS COPERNIANA IN MOTU  
TERRÆ PHYSICA ABSURDITAS, EXCLU-  
DUNTUR, OMNIAQUE APPAREN-  
TIIS CÆLESTIBUS APTISSIME  
CORRESPONDENT.



Климишин, стр. 132

# История астрономии

## Астрономия в Европе в XVI веке. Обоснование Коперником гелиоцентрической системы мира

